

ISSN 2687-0509

# ТИХООКЕАНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ



**2**(6).2021

---

# ТИХООКЕАНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Научный журнал

2 (6). 2021

## Учредитель

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

Журнал основан в 2020 г.

Выходит 4 раза в год

## СОДЕРЖАНИЕ

### Тихоокеанскому институту географии – 50 лет

БРОВКО П.Ф., ЗОНОВ Ю.Б. Развитие географического образования и научных исследований в Дальневосточном государственном университете .....	5
РАЗЖИГАЕВА Н.Г., ГАНЗЕЙ Л.А., ГРЕБЕННИКОВА Т.А., БАЗАРОВА В.Б., БЕЛЯНИН П.С., ЛЯЩЕВСКАЯ М.С., МАКАРОВА Т.Р., МОХОВА Л.М., БЕЛЯНИНА Н.И., КОРНЮШЕНКО Т.В. Палеогеографические исследования в Тихоокеанском институте географии .....	15

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

БАЛИНА Т.А., МЕЛЬНИКОВ Е.Р., НИКОЛАЕВ Р.С., СТОЛБОВ В.А., ЧЕКМЕНЕВА Л.Ю. Статус территории опережающего развития как механизм управления регионом ...	33
---	----

### Изучение природных геосистем и их компонентов

КОНДРАТЬЕВА Л.М., ГОЛУБЕВА Е.М., ЛИТВИНЕНКО З.Н. Биогеохимическая оценка изменения состава воды после крупного оползня в зимний период .....	43
ЛУПАКОВ С.Ю., ГУБАРЕВА Т.С., ШАМОВ В.В., РУБЦОВ А.В., ГАРЦМАН Б.И., БУТАЕЦ А.Н., ОМЕЛЬКО А.М. Возможности использования данных о стволовом сокодвижении в гидрологическом моделировании .....	54
ШУЛЬКИН В.М. Техногенные и природные факторы, контролирующие состав донных отложений оз. Васьковское, восточный Сихотэ-Алинь, Приморский край .....	65

### Хроника

Круглый стол научной конференции «Геосистемы Северо-Восточной Азии: природа, население, хозяйство территорий». БАКЛАНОВ П.Я., МОШКОВ А.В., ТКАЧЕНКО Г.Г. ....	74
Тихоокеанской научной ассоциации – 100 лет. ШТЕЦ М.Б. ....	76

### Поздравляем юбиляров

60 лет Сергею Владимировичу Осипову. МОИСЕЕВСКАЯ Е.Б. ....	80
65 лет Владимиру Николаевичу Невскому. МОИСЕЕВСКАЯ Е.Б. ....	82
80 лет Римме Васильевне Вахненко. МОИСЕЕВСКАЯ Е.Б. ....	83

### Памяти коллег

Глеб Иванович Худяков. ГАВРИЛОВ А.А., МОИСЕЕВСКАЯ Е.Б. ....	85
Алексей Михайлович Короткий. РАЗЖИГАЕВА Н.Г., ГАНЗЕЙ Л.А. ....	87
Сергей Степанович Ганзей. МИШИНА Н.В., ЕРМОШИН В.В. ....	88

**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

**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)  |
| Пиньюй 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 Цзилинь    | – 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)  |
| Юкио Химияма    | – профессор, Президент международного географического союза (Япония)   |
| Ян Япин         | – профессор, заведующий отделом Института географических исследований и природных ресурсов КАН (Китай)   |

# PACIFIC GEOGRAPHY

Scientific journal

2 (6). 2021

Founder

Pacific Geographical Institute  
Far Eastern Branch  
Russian Academy of Sciences

The journal was found in 2020

Periodicity – 4 times a year

## CONTENTS

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

BROVKO P.F., ZONOV Yu.B. Development of geographical education and scientific research at the Far Eastern State University .....	5
RAZJIGAEVA N.G., GANZEY L.A., GREBENNIKOVA T.A., BAZAROVA V.B., BELYANIN P.S., LYASHCHEVSKAYA M.S., MAKAROVA T.P., MOKHOVA L.M., BELYANINA N.I., KORNYUSHENKO T.P. Paleogeographical Researches in Pacific Geographical Institute .....	15

### Examination of the territorial socioeconomic structures and their components

BALINA T.A., MELNIKOV E.R., NIKOLAEV R.S., STOLBOV V.A., CHEKMENEVA L.Yu. The priority development area as a mechanism of regional management .....	33
---	----

### Examination of the natural geosystems and their components

KONDRATYEVA L.M., GOLUBEVA E.M., LITVINENKO Z.N. Biogeochemical assessment of changes in water composition after a large landslide in winter .....	43
LUPAKOV S.Yu., GUBAREVA T.S., SHAMOV V.V., RUBTSOV A.V., GARTSMAN B.I., BUGAETS A.N., OMELKO A.M. Applicability of sap flow data in hydrological modeling .....	54
SHULKIN V.M.. Anthropogenic and natural factors controlling the composition of bottom sediments of the Vaskovskoe Lake, Eastern Sihote-Alin, Primorye .....	65

### Chronic

The Round Table of the Scientific Conference «Geosystems of Northeast Asia: nature, population, territorial economies». <i>BAKLANOV P.Ya., MOSHKOV A.V., TKACHENKO G.G.</i> .....	74
Pacific Science Association – 100th Anniversary. <i>SHTETS M.B.</i> .....	76

### Congratulations

60 years to Sergey Vladimirovich Osipov. <i>MOISEEVSKAYA E.B.</i> .....	80
65 years to Vladimir Nikolayevich Nevsky. <i>MOISEEVSKAYA E.B.</i> .....	82
80 years to Rimma Vasilyevna Vakchhenko. <i>MOISEEVSKAYA E.B.</i> .....	83

### In memory of colleague

Gleb Ivanovich Khudyakov. <i>GAVRILOV A.A., MOISEEVSKAYA E.B.</i> .....	85
Aleksey Mikhailovich Korotky. <i>RAZJIGAEVA N.G., GANZEY L.A.</i> .....	87
Sergey Stepanovich Ganzey. <i>MISHINA N.V., YERMOSHIN V.V.</i> .....	88

### 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 – Ph.D., Director of PGI of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

### Executive Secretary

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

### 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)  
Himiyama Yukio – professor, President of the International Geographical Union; professor, Hokkaido University (Sapporo, Japan)  
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.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)



## Развитие географического образования и научных исследований в Дальневосточном государственном университете

БРОВКО П.Ф., ЗОНОВ Ю.Б.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток  
Адрес для переписки: peter.brofuko@yandex.ru; zonov.yub@dvfu.ru

**Аннотация.** Отделение географии, на котором осуществляется подготовка специалистов-географов в Дальневосточном государственном университете, прошло сложный путь своего становления и развития. Первые географические курсы разрабатывались в начале XX в. в Восточном институте на кафедре этнографии и географии, на кафедре политики, законодательства и экономического строя. В 1920-е гг. дисциплины географического цикла в Государственном Дальневосточном университете входили в учебные планы сельскохозяйственного, технического и восточного факультетов. Значительный вклад в развитие географического образования внес профессор А.А. Половинкин, автор широко известных учебников по физической географии для средней школы. С первых дней создания кафедры физической географии профессором В.И. Лымаевым в 1964 г. профессорско-преподавательский состав, наряду с учебным процессом, включился в комплексные географические исследования природы и особенностей социально-экономического развития регионов Дальнего Востока. Экспедиционные работы проводились на Чукотке, Камчатке, Сахалине, Курильских и Шантарских островах, в Приморье. Формировалась лабораторно-аналитическая база, появились первые результаты геолого-геоморфологического дешифрирования аэроснимков для составления морфодинамических карт, выполнялись работы по ландшафтному картографированию районов активного вулканизма, разрабатывались новые авторские курсы по физической и экономической географии Дальнего Востока и сопредельных регионов. На кафедре уделялось значительное внимание развитию научно-исследовательской работы студентов. Участие их в ежегодных экспедициях в отдаленные и труднодоступные районы, проводимых под руководством преподавателей и сотрудников, длительные учебные и производственные практики, различные виды лекционных, семинарских и внеаудиторных занятий способствовали формированию профессиональных качеств выпускников-географов. Особенностью подготовки студентов была связь учебного процесса с проводимыми кафедрой научными исследованиями на фоне широкой кооперации с академическими институтами.

**Ключевые слова:** комплексные географические исследования, учебный процесс, кафедра физической географии, Проблемная лаборатория шельфа дальневосточных морей, геофизический факультет, Институт окружающей среды.

## Development of geographical education and scientific research at the Far Eastern State University

BROVKO P.F., ZONOV Yu.B.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Far Eastern Federal University”,  
Vladivostok  
Correspondence paper: peter.brofuko@yandex.ru; zonov.yub@dvfu.ru

**Abstract.** The Department of Geography, which trains specialists in geography at the Far Eastern State University, has passed a difficult path of its formation and development. The first geographical courses were developed

at the beginning of the 20th century at the Oriental Institute at the Department of Ethnography and Geography, and at the Department of Politics, Legislation and Economic Order. In the 1920s, the disciplines of the geographical cycle at the Far Eastern State University were included in the curricula of the agricultural, technical and oriental faculties. Professor A.A. Polovinkin is the author of the widely known in the country textbooks on physical geography for secondary schools. From the first days of the creation of the Department of Physical Geography by Professor V.I. Lymarev in 1964, the teaching staff, along with the educational process, joined the complex geographical studies of the nature and features of the socio-economic development of the Far East regions. Expeditionary works were carried out in Chukotka, Kamchatka, on Sakhalin, Kuril and Shantar islands, in Primorye. The laboratory and analytical base was formed, the first results of geological and geomorphological interpretation of aerial photographs for the compilation of morphodynamic maps appeared. The works on landscape mapping of the areas of the active volcanism appeared. New author's courses on physical and economic geography of the Far East and adjacent regions were developed. The considerable attention of the department was paid to the development of students' research works. Their participation in annual expeditions to the remote and hard-to-reach areas, conducted under the guidance of teachers and staff, long-term educational and industrial practices, various types of lectures, seminars and extracurricular activities contributed to the formation of the professional qualities of graduated geographers. The connection of the educational process with the scientific research carried out by the department in the background of wide cooperation with academic institutions was the main peculiarity of students' training.

**Keywords:** geographic education, integrated geographic research, educational process, educational and practices, Department of Physical Geography, Fundamental Research Laboratory of the Far Eastern Seas Shelf, Faculty of Geophysics, Institute of the Environment.

## Введение

Значительным событием в развитии географического образования и проводимых научных исследованиях в Дальневосточном государственном университете стало образование 1 сентября 1964 г. геофизического факультета в результате объединения кафедр физической географии, гидрологии суши, метеорологии и физики моря (прежде входивших в состав физико-математического факультета). В мае 1999 г. геофизический факультет (ГФФ) был реорганизован в Институт окружающей среды (ИОС) с двумя факультетами: географическим и геофизическим. Длительное время это подразделение университета являлось единственным на Дальнем Востоке, готовящим высокопрофессиональных географов, океанологов, гидрологов, метеорологов и геодезистов, обладающих знаниями и умеющих вести исследования в области природы, природных процессов, ресурсов, хозяйства, населения Дальневосточного региона [1].

Кафедра физической географии, осуществляющая подготовку специалистов-географов, прошла сложный путь своего становления и развития. В первые годы после создания кафедры особо остро ощущался дефицит кадров. Коллектив упорно работал над повышением своей научной и педагогической квалификации, в частности путем стажировок, учебы на факультете повышения квалификации при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова и Ленинградском государственном университете, обучения в очной и заочной аспирантуре.

В это время создавались лаборатории и специальные кабинеты, сформировались своеобразные научные структуры, в частности, такие как Проблемная лаборатория шельфа (ПЛШ), позднее – Береговой исследовательский центр (БИЦ), которые проводили комплексные географические исследования по актуальным научным направлениям в различных районах Дальнего Востока. Были организованы многочисленные экспедиции, в которых принимали участие преподаватели, сотрудники и студенты.

Отличительной особенностью подготовки студентов всегда была глубокая связь научных исследований и учебного процесса во взаимодействии с академическими институтами.

## География в Восточном институте и Государственном Дальневосточном университете (1899–1939 гг.)

В проведении географических исследований и в развитии географического образования на Дальнем Востоке заметную роль сыграл Восточный институт, открытый во Владивостоке в 1899 г. Особенности географического положения, проблемы освоения и заселения, взаимоотношения с соседними государствами способствовали развитию научных исследований страноведческого характера. Филолого-страноведческая специализация подготовки студентов способствовала комплексному изучению соседних стран и собственных территорий, систематизации и обобщению данных об их природе, населении, экономике.

Создание в 1920 г. Государственного Дальневосточного университета способствовало изучению и преподаванию географических дисциплин на кафедрах восточного факультета. Так, на кафедре этнографии и географии Восточной Азии были разработаны программы нескольких географических дисциплин. На этой кафедре работал В.К. Арсеньев, который читал лекции по краеведению [2]. На кафедре политики, законодательства и экономического строя была разработана программа общего курса «Экономическая география Приамурья».

После освобождения Приморья в октябре 1922 г. Дальревком принял решение о реорганизации существовавшего в г. Владивосток с 1920 г. университета в Государственный Дальневосточный университет (ГДУ). Осенью 1923 г. к ГДУ присоединили еще Читинский университет (Институт народного образования), основанный в 1921 г. правительством Дальневосточной республики. На естественном отделении педагогического факультета ГДУ осуществлялась подготовка преподавателей для школ повышенного типа и исследователей в области географии, астрономии, биологии и других естественных наук.

Первым деканом педагогического факультета общим собранием преподавателей и студентов был избран (на один год) А.А. Половинкин, профессор, член Русского географического общества. После окончания естественного отделения физико-математического факультета Казанского университета он занимался исследованиями в Сибири, на Алтае. А.А. Половинкин работал в Дальневосточном университете с 1922 по 1930 г. Учебную нагрузку профессора составляли курсы: география, динамическая геология, краеведение, методика естествознания. А.А. Половинкина отличала широта научных интересов, его глубоко интересовали многие природные явления и процессы, в том числе происхождение вечной мерзлоты в Сибири и явления рефракции в Амурском заливе, проблемы краеведения и методики преподавания географии [3].

А.А. Половинкин опубликовал ряд научных статей, но главным делом его жизни стало создание учебников по физической географии для средней школы. Совместно с А.С. Барковым А.А. Половинкин составил учебник по физической географии для 5-х классов, выдержавший с 1935 по 1959 г. 18 изданий. Им же был создан учебник по общей физической географии и земледелию для географических факультетов педагогических вузов, учебные пособия и руководство по методике преподавания географии. Среди преподавателей факультета надо отметить К.А. Гамаюнова, который читал лекции по таким предметам, как краеведение, введение в экономическую географию, океанографию.

Географическое образование в университете развивалось не только на педагогическом факультете. Дисциплины географического цикла входили в учебные планы сельскохозяйственного, технического и восточного факультетов. На сельскохозяйственном преподавались геодезия и земледелие, на техническом – геология и гидрогеология. На этих факультетах работали Г.Н. Гассовский, Н.Н. Диго, В.Е. Глуздовский [4].

Учебная деятельность преподавателей и сотрудников университета сочеталась с научными исследованиями краеведческого характера: работой различных обществ, проведением экспедиций, участием в научных съездах и конференциях, широкой издательской деятельностью. В 1926 г. университет издает результаты научных исследований по четыр-

надцати сериям: работы общего характера, социально-экономические науки, краеведение, география и др. В течение только одного года было опубликовано сто тридцать шесть работ и сто восемнадцать подготовлено к печати, что свидетельствует о высоком научном потенциале университета [3].

Глубокий интерес к природе, населению и хозяйству родного края пронизывает педагогическую и научную деятельность ученых университета независимо от их специальности. Географическую основу имели исследования биологов и агрономов, химиков и горняков, не говоря уже о географах и геологах.

В июне 1924 г. при университете на общественных началах был создан краеведческий научно-исследовательский институт (КНИИ), который состоял из 3 отделов: «Природа», «Человек», «Промышленность», каждый из них имел подотделы и секции.

Преподаватели университета активно участвовали в работе первой научно-практической конференции по изучению производительных сил Дальнего Востока, состоявшейся в апреле 1926 г. в г. Хабаровск. Оргбюро конференции возглавил В.К. Арсеньев. Материалы конференции были опубликованы в виде тематических сборников – «Поверхность и недра», «Растительный мир», «Животный мир», «Человек», «Промышленность», «Транспорт и строительство».

Географическое отделение в университете было открыто в 1938 г., а в 1939 г. университет был закрыт. Восстановление Дальневосточного государственного университета произошло лишь в 1956 г.

### **Особенности развития географического образования и научных исследований в ДВГУ (1959–2010 гг.)**

Подготовка географов – преподавателей географии в Дальневосточном государственном университете была начата в 1959 г. на заочном отделении. Первыми преподавателями были к.г.н. А.О. Андрющенко (тогда ректор университета) и А.И. Андрющенко, а после их отъезда была приглашена И.И. Барткова. Рост количества студентов и появление старших курсов, в учебном плане которых преобладали предметы географического цикла, потребовали приглашения группы преподавателей. В 1963 г. прибыли к.г.н. В.И. Лымарев, вскоре защитивший докторскую диссертацию, и к.г.н. Н.А. Сысоева, затем к.г.н. Г.М. Томилов. Позднее в коллектив влились к.г.н. В.А. Червяков и В.И. Червякова, старший преподаватель Э.Х. Каминская, к.г.-м.н. В.В. Чернобровкин, которые внесли большой вклад в становление научных исследований, подготовку кадров и обучение студентов, способствовали формированию традиций на кафедре.

С 1964 по 1967 г. кафедрой физической географии заведовал доктор географических наук, профессор В.И. Лымарев. В этот период коллектив кафедры вел научные поиски по трем направлениям: 1) ландшафтно-геоморфологические исследования побережий дальневосточных морей; 2) комплексные физико-географические исследования; 3) изучение географии населения и поселений Приморского края.

Экспедиционные исследования по изучению морфологии и динамики берегов и склоновых процессов проводились на побережье залива Петра Великого В.И. Лымаревым в 1965–66 гг.; в районе Анадырского залива Е.И. Арчиковым в 1967 г.; на восточном побережье Камчатки Э.А. Кудусовым в 1967 г. Три года работала экспедиция с участием аспирантов и студентов на Шантарских островах: под руководством Н.М. Губкина в 1966–1968 гг., Е.И. Арчикова – в 1966 г., П.Ф. Бровка – в 1967–1968 гг. [5].

Доцент Н.А. Сысоева по оригинальным литературным источникам составила сводку по физической географии зарубежных стран Дальнего Востока, которая была издана в виде учебного пособия. В это же время доцентом Г.М. Томиловым исследовались особенности высотной зональности природных процессов в прибрежной зоне. Доцент В.А. Червяков проводил работы по прикладному картографированию и исследованию теоретических вопросов составления карт и атласов.

Две экспедиции по изучению сельского населения и поселений Приморья были проведены И.И. Бартковой: на Уссурийско-Ханкайскую низменность и в Партизанскую долину (1964 г.), на побережье Японского моря в Тернейский и Ольгинский районы (1965 г.). Выявленные в процессе исследования с применением метода картографического анализа местные центры были рекомендованы в качестве перспективных населенных пунктов будущего. В 1967 г. работа была завершена и защищена в виде кандидатской диссертации.

С 1967 по 1974 г. кафедрой возглавлял к.г.н., доцент Г.М. Томилов. В этот период разрабатывались важные для народного хозяйства темы: проблемы изучения берегов и шельфовой зоны дальневосточных морей, природных комплексов и населения прибрежных территорий. Организованные кафедрой экспедиции ежегодно работали в Приморье, на Сахалине, Камчатке, в Амурском лимане с целью изучения геоморфологического строения берегов и гидродинамического режима прибрежных акваторий. Важные прикладные исследования проводились по следующим темам: «Природное обоснование для строительства и реконструкции морских портов (Восточный и Анадырь)», «Использование растительных ресурсов Японского моря», «Оценка условий формирования прибрежно-морских россыпей тяжелых и цветных металлов в Татарском проливе», «Изучение причин деградации запасов агароносной водоросли анфельдии в лагуне Буссе», «Анализ условий заносимости ковша водзабора Южно-Сахалинской ГРЭС» и др. В полевых экспедиционных работах участвовали В.Н. Папулин, Е.И. Арчиков, В.П. Бобыкина, П.Ф. Бровко, Ю.К. Ивашинников, Т.С. Богдан, А.Н. Деркачев, Ю.Б. Зонов, В.С. Петренко, Т.И. Початухина, А.И. Ременец, В.Ф. Рыбаков, С.Р. Фефелова, Ю.И. Кононов и др.

Преподаватели кафедры успешно совмещали учебную работу на кафедре и научно-исследовательскую деятельность. Так, Е.И. Арчиков в течение ряда лет вел большой объем хозяйственных работ по геоморфологии и динамике берегов, успешно занимался изучением склоновых процессов береговой зоны и их роли в формировании прибрежного рельефа. Он активно работал с аспирантами, подготовил ряд учебных пособий, монографий и научных статей, а впоследствии (1990 г.) защитил докторскую диссертацию.

Оригинальные исследования развития рельефа Приханкайской равнины выполнил Ю.К. Ивашинников. Результаты проведенных им исследований рельефа и геологического строения юга Дальнего Востока были обобщены в монографии. Автор фундаментальных трудов по физической географии Дальнего Востока В.В. Никольская так оценивала эту работу: «Изучение проводилось как для решения практических задач, связанных с поисками полезных ископаемых, так и в теоретическом и методическом плане». Юрий Константинович – автор нескольких учебников по физической и региональной географии [6].

Представляют интерес исследования уникальных ландшафтов молодых вулканических районов Восточной Камчатки, методику изучения которых разработали В.К. Жучкова (МГУ) и Ю.Б. Зонов (ДВФУ) в период полевых работ в 1968–1970 гг. [7]. В дальнейшем Ю.Б. Зоновым было продолжено изучение формирования первичных ландшафтов районов активного вулканизма на Камчатском п-ве и Курильских островах. Процессы формирования лагунных берегов о. Сахалин в течение ряда лет исследовал П.Ф. Бровко, геоморфологию рiasовых побережий юга Приморья – В.С. Петренко, подводные ландшафты залива Петра Великого – В.А. Мануйлов, палеогеографию озер и морских побережий – Ю.А. Микишин. Изучение влияния эоловых процессов на прибрежные ландшафты северо-западного Сахалина проводилось Н.Н. Кононовой; геосистемы районов Колымских водохранилищ исследовал А.Г. Дряхлов. Все они стали кандидатами географических наук. В географические исследования активно включился доцент, к.г.н. В.Т. Старожилов (ныне д.г.н.), развивающий методы ландшафтного картографирования [8].

Необходимость комплексного подхода к изучению прибрежной зоны и шельфа морей Тихого океана и концентрации исследований в этом направлении явились причиной открытия в 1973 г. Проблемной лаборатории по комплексному изучению и освоению ресурсов шельфа дальневосточных морей (ПЛШ). Сначала по инициативе Г.М. Томилова была создана межкафедральная лаборатория по исследованию береговой зоны дальнево-

сточных морей. В 1973 г. ПЛШ получила официальный статус и стала единственной проблемной лабораторией на Дальнем Востоке. Штат ПЛШ был укомплектован в основном выпускниками отделения географии ДВГУ.

Проблемная лаборатория осуществляла комплексные исследования по теме «Разработка научных основ использования ресурсов шельфа дальневосточных морей». В составе ПЛШ было несколько научных групп: комплексных исследований ресурсов шельфа, морфологии и динамики берегов, дистанционных методов исследования, геохимии и минералогии шельфа; работали три аналитические лаборатории, которые обеспечивали обработку материалов исследований, – радиоуглеродная, гранулометрическая и картографическая. Сотрудники кафедры и ПЛШ принимали участие в выполнении региональных и союзных программ. Помимо госбюджетных работ кафедра физической географии и ПЛШ выполняли работы по заявкам ТИНРО, институтов ДВНЦ АН СССР и различных организаций на хозяйственных началах. ПЛШ в дальнейшем была преобразована в Береговой исследовательский центр [5, 9, 10].

Социально-экономические исследования на кафедре начинались И.И. Бартковой с изучения географии сельского населения и поселений Приморского края. Ею выявлены основные особенности заселения и освоения территории, формирования сети населенных мест, типологии сельских поселений, а также производственные типы и ареалы расселения на территории Приморья (сельскохозяйственный, сельскохозяйственно-лесопромышленный и горнопромышленный). И.И. Бартковой разработана типология портовых городов Тихоокеанского побережья на основе их экономико-географического положения, людности, основных функций порта, границ влияния, преобладающего типа перевозок, сочетания народнохозяйственных функций. При исследовании сельского расселения широко применялся метод комплексного картографирования.

В 1974 г. заведующим кафедрой физической географии был избран д.г.-м.н. Б.В. Поляков, под руководством которого коллектив кафедры работал над комплексной научной темой «Прошлое, настоящее и будущее ландшафтов Дальнего Востока», объединяющей палеогеографические, геоморфологические, ландшафтные и экономико-географические исследования [1]. Профессор Б.В. Поляков осуществлял также научное руководство ПЛШ, которая координировала в университете исследования по международному проекту «Вестпак» и программе «Океан», имеющей большое научное и народно-хозяйственное значение. Особое внимание уделялось подпрограмме «Биошельф».

Специальность «География» с момента ее открытия пользовалась популярностью, а специалисты-выпускники были востребованы. Кафедра физической географии с самого начала разработала учебный план, общей особенностью которого являлась насыщенность общеобразовательными, физико-математическими и естественно-научными дисциплинами. Знание этих дисциплин было необходимо для освоения основных и специальных курсов. Отделение географии было самым большим на геофизическом факультете: ежегодный прием на 1-й курс дневного отделения составлял 50 человек, на заочное отделение – 25 человек, т.е. в 2 раза больше, чем на любое другое отделение факультета.

Особая роль в процессе обучения отводилась фундаментальной подготовке студентов, глубокому изучению естественно-научных дисциплин. Дальнему Востоку нужен был выпускник-географ, обладающий глубокими знаниями и эрудицией, владеющий приемами и методами полевых экспедиционных исследований. На кафедре значительное внимание уделялось развитию научно-исследовательской работы студентов, поскольку именно это способствует повышению уровня подготовки выпускников.

Многочисленные ежегодные экспедиции, проводимые под руководством преподавателей и сотрудников кафедры в различные, часто труднодоступные районы, длительные учебные и производственные практики и другие мероприятия воспитывали ответственность, дисциплину и профессионализм, а также формировали у студентов мотивацию к обучению.

В 1960–1970-е гг. преподавательский состав кафедры формировался в основном из ее выпускников. В это время разрабатывались новые специальные курсы на основе уже на-

копленного опыта исследований территории нашего региона, отражающих его уникальность и специфику.

С целью улучшения качества подготовки выпускников на кафедре регулярно приглашались известные ученые-географы и преподаватели ведущих научных институтов и вузов страны. Так, курс лекций по современным проблемам географии читал д.г.н. В.С. Преображенский (Институт географии АН СССР). Много лет читала лекции по геоморфологии и физической географии Дальнего Востока д.г.н. В.В. Никольская, по геоморфологии Приморского края – Р.И. Никонова, по общей и исторической геологии – профессора Н.П. Васильковский и Е.В. Краснов. Среди приглашенных лекторов были профессора МГУ Ю.Г. Саушкин и Н.И. Михайлов, доценты В.К. Жучкова, Е.Н. Лукашева, Э.М. Раковская и др. Активно развивались творческие связи по подготовке географов с другими вузами на востоке страны [11].

В семидесятые годы прошлого столетия успешно шел процесс межведомственной интеграции между кафедрой и институтами Дальневосточного научного центра Академии наук СССР (ДВНЦ АН СССР), создание которого в г. Владивосток в 1970 г. благотворно сказалось на развитии географического образования и научных исследований в регионе и в ДВГУ. По инициативе Президиума ДВНЦ АН СССР и ученого совета ДВГУ в 1972 г. на геофизическом факультете создается кафедра геоморфологии и палеогеографии, которую возглавил член-корреспондент АН СССР А.П. Капица. Подготовка геоморфологов осуществлялась по экспериментальному учебному плану, в котором были значительно увеличены количество и объем геолого-геоморфологических дисциплин и спецкурсов.

Особенностью этого экспериментального плана было сочетание учебы студентов в университете с постоянной научно-исследовательской практикой в Тихоокеанском институте географии (ТИГ). Подобная организация учебного процесса давала студентам возможность с первого курса овладеть методикой самостоятельных научных исследований. Первые выпускники этой кафедры давно стали высококвалифицированными специалистами, которые ведут самостоятельные исследования, успешно используют приобретенный опыт, в том числе научной подготовки. Следствием такого сотрудничества в дальнейшем явилось создание филиала кафедры физической географии в Тихоокеанском институте географии, а позднее – базовой кафедры.

Благодаря этому расширились возможности участия сотрудников ДВНЦ АН СССР, а позднее и ДВО РАН в подготовке выпускников. К чтению лекций и проведению занятий привлекались ведущие ученые ТИГ и других институтов: Г.И. Худяков, В.В. Никольская, Р.И. Никонова, П.Я. Бакланов, Ю.Г. Пузаченко, Ю.П. Баденков, Б.И. Втюрин, Б.И. Залищак, В.Г. Коноваленко, Э.Г. Коломыц, А.М. Короткий, А.Н. Качур, Г.П. Скрыльник, С.М. Говорушко, С.С. Ганзей, К.С. Ганзей, В.В. Ермошин, М.Т. Романов, А.В. Мошков и др.

Среди направлений научных работ, разрабатываемых в эти годы, хотелось бы отметить следующие: изучение ландшафтов Дальнего Востока для целей рационального природопользования; исследование динамики берегов дальневосточных морей, в том числе в условиях техногенного воздействия; эволюция и прогноз развития берегов разных морфогенетических типов; рекреационный потенциал морских побережий; комплексное управление береговыми зонами и рациональное природопользование; территориальные особенности размещения рекреационных ресурсов и индустрии туризма на юге Дальнего Востока и сопредельных территориях; география и экономика международного туризма Приморского края и стран Азиатско-Тихоокеанского региона; экотуризм на юге Дальнего Востока; эстетическая оценка горных ландшафтов юга Дальнего Востока. Кафедра физической географии принимала участие в межвузовской программе «Дальний Восток» и «Университеты России». В 1992 г. в ДВГУ создается кафедра географии стран АТР. Заведующим кафедрой был назначен, а затем избран по конкурсу профессор П.Ф. Бровко, защитивший в 1990 г. докторскую диссертацию.

Создание в мае 1997 г. Института окружающей среды (ИОС), в котором были географический и геофизический факультеты, способствовало дальнейшему развитию геогра-

фических исследований такого обширного региона нашей страны как Дальний Восток. В составе географического факультета были сформированы четыре кафедры: физической географии, географии стран АТР, регионального анализа и устойчивого развития, рекреационной географии [12–15].

Географический факультет ИОС и отдельные кафедры были ориентированы на выпуск студентов по актуальным для региона специализациям. Так, кафедра физической географии осуществляла подготовку по двум специализациям – эколого-географическое образование и краеведение, природопользование и геоэкология; кафедра рекреационной географии – по специализации туризм и экскурсионное дело, экотуризм. Специализациями кафедры географии стран АТР были страноведение и международный туризм, геоморфология и эволюционная география; кафедра регионального анализа и устойчивого развития готовила по специализации социальная и экономическая география. Коллективы географических кафедр подготовили и опубликовали ряд учебников и учебных пособий [6, 16–18].

Институт окружающей среды установил деловые и творческие связи со многими предприятиями, вузами, научно-исследовательскими учреждениями Дальнего Востока. Особенно усилено шел процесс интеграции между нашими кафедрами и институтами ДВО РАН, и прежде всего с Тихоокеанским институтом географии ДВО РАН. В результате появились совместные программы и направления подготовки специалистов, была издана учебная и методическая литература, что способствовало развитию не только университетского, но и школьного образования, особенно в Приморском крае. В это время были изданы «Атлас Приморского края», учебное пособие «География Приморского края» [19]. Сотрудниками кафедры физической географии совместно с сотрудниками ТИГ ДВО РАН и Приморским институтом переподготовки и повышения квалификации работников образования (ПиПКРО) был разработан и издан комплект школьных учебных пособий «География Приморского края», который в 2001 г. удостоен премии Правительства Российской Федерации.

Особенно плодотворные взаимоотношения с Тихоокеанским институтом географии ДВО РАН сложились в процессе выполнения целевой федеральной программы «Интеграция». Результатом работ явились не только улучшение публикационной активности географического факультета, но и повышение качества научных исследований, совершенствование подготовки студентов, аспирантов. Преподаватели и студенты ИОС выезжали для обмена научным опытом в другие регионы России, участвовали в региональных, республиканских и международных научных совещаниях, конференциях, симпозиумах.

Большая просветительская работа по пропаганде географических знаний была организована сотрудниками ДВГУ в стенах Приморского краевого отделения Русского географического общества – Общества изучения Амурского края. Встречи с краеведами, учителями и школьниками, работниками музеев и библиотек проводились во всех районах Приморского края, многих городах и селах Хабаровского и Забайкальского краев, Амурской и Сахалинской областей. Широкой аудитории в научно-популярной форме был представлен вклад в географию Дальнего Востока его выдающихся исследователей – В.К. Арсеньева, М.И. Венюкова, С.П. Крашенинникова, И.А. Лопатина, С.О. Макарова, Г.И. Невельского, Л.И. Шренка и многих других. Работа была направлена на привлечение новых абитуриентов в ДВГУ.

## **Заключение**

Перед преподавателями-географами ДВГУ стоял большой комплекс сложных и разнообразных задач, в том числе по совершенствованию качества подготовки специалиста-выпускника института (сделать его еще более конкурентоспособным), поиску самых современных методов работы, привлечению лучших кадров, развитию НИР как самих преподавателей, так и студентов.

Кафедрами ИОС велась подготовка специалистов широкого профиля для академических и отраслевых научно-исследовательских институтов, высших и средних специальных учебных заведений, школ, проектно-изыскательских, геологических, гидрометеорологических учреждений и других производственных организаций Дальневосточного региона. Географы ДВГУ старались выпускать специалистов с хорошей теоретической подготовкой, навыками научно-исследовательской и организаторской работы, в полной мере представляющих, какие трудности и радости ожидают их в практической деятельности. Выпускники-географы Дальневосточного государственного университета обладают необходимыми знаниями для проведения исследований, которые дают возможность выявить основные закономерности развития природы, ресурсов и социально-экономических объектов, и это имеет важное практическое значение для дальнейшего хозяйственного освоения Дальнего Востока, в том числе решения вопросов природопользования и охраны окружающей среды.

### Литература

1. Зонов Ю.Б., Федоровский А.С. Научные исследования и подготовка специалистов в Институте окружающей среды // Вестн. ДВО РАН. 2002. № 5. С. 158–165.
2. Бровко П.Ф. Географическое образование во Владивостоке // Записки Общества изучения Амурского края. Владивосток. 2000. Т. 34. С. 56–60.
3. Барткова И.И. Географическое образование в Приморье. Владивосток: ДВГУ, 1988. 68 с.
4. Бровко П.Ф. География Дальнего Востока в учебниках В.Е. Глуздовского // Украинцы на Дальнем Востоке: история и современность. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2008. С. 121–125.
5. Бровко П.Ф. Дальневосточная научная школа комплексного береговедения // Береговые исследования в Тихоокеанской России. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2020. С. 9–27.
6. Ивашинников Ю.К. Физическая география и природные ресурсы Дальнего Востока России. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2010. 338 с.
7. Жучкова В.К., Зонов Ю.Б., Горяченков В.А. Методические приемы ландшафтных исследования вулканических районов Камчатки // Ландшафтный сборник. М.: МГУ, 1973. С. 117–137.
8. Старожилов В.Т. Ландшафты Приморского края: (Объяснительная записка к карте масштаба 1 : 500 000). Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 368 с.
9. Атлас береговой зоны Сахалина / под ред. П.Ф. Бровко. Владивосток: ДВГУ: ПГУАП, 2002. 56 с.
10. Географические исследования морских побережий: сб. статей / под ред. В.С. Петренко. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1998. 158 с.
11. Бровко П.Ф., Дуничев В.М., Максимов Г.Н. География и краеведение в университетах российского Дальнего Востока // Приморье: Природа. Ресурсы. Человек: материалы регион. науч.-практ. конф. к 120-летию Общества изучения Амурского края. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. С. 19–28.
12. Бакланов П.Ф., Рябинина Л.И. Кафедра регионального анализа и устойчивого развития // Гидрометеорологические и географические исследования на Дальнем Востоке: материалы V юбилейной науч. конф. «К Всемирным дням Воды и Земли». Владивосток: ДВГУ, 2004. С. 153–154.
13. Бровко П.Ф. Кафедра географии стран АТР: географические исследования приморских регионов // Гидрометеорологические и географические исследования на Дальнем Востоке: материалы V юбилейной науч. конф. «К Всемирным дням Воды и Земли». Владивосток: ДВГУ, 2004. С. 154–156.
14. Зонов Ю.Б. Географическое образование и научные исследования географов ДВГУ // Гидрометеорологические и географические исследования на Дальнем Востоке: материалы V юбилейной науч. конф. «К Всемирным дням Воды и Земли». Владивосток: ДВГУ, 2004. С. 151–152.
15. Сазыкин А.М. Кафедра рекреационной географии // Гидрометеорологические и географические исследования на Дальнем Востоке: материалы V юбилейной науч. конф. «К Всемирным дням Воды и Земли». Владивосток: ДВГУ, 2004. С. 156–159.
16. География Приморского края: Учебник для 8–9 кл. / П.Я. Бакланов, Ю.Б. Зонов, М.Т. Романов и др. Владивосток: Уссури, 1997. 180 с.
17. География стран Азиатско-Тихоокеанского региона: учеб. пособие / П.Я. Бакланов, П.Ф. Бровко, А.В. Малюгин и др. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2008. 252 с.
18. Физическая география Приморского края: учеб. пособие / Ю.Б. Зонов, Ю.К. Ивашинников, А.И. Степанова и др. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1990. 208 с.
19. Атлас Приморского края / П.Я. Бакланов, Ю.Б. Зонов, А.В. Мошков и др. Владивосток: Приморский центр геодезии и картографии, 1998. 48 с.

## References

1. Zonov, Yu.B.; Fedorovsky, A.S. Scientific research and training of specialists at the Institute of Environment. *Vestnik of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2002, 5. 158–165. (In Russian)
2. Brovko, P.F. Geographical education in Vladivostok. *Notes of the Society for the Study of the Amur Region*. Vladivostok, 2000, 34. 56–60. (In Russian)
3. Bartkova, I.I. Geographical education in Primorye. Far Eastern State University: Vladivostok, Russia, 1988, 68 p. (In Russian)
4. Brovko, P.F. Geography of the Far East in V.E. Gluzdovsky's textbooks. *Ukrainians in the Far East: history and modernity*. Far Eastern State University publishing house: Vladivostok, Russia, 2008, 121–125. (In Russian)
5. Brovko, P.F. Far Eastern Scientific School of Integrated Coastal Science. *Coastal Research in Pacific Russia*. Far Eastern Federal University publishing house: Vladivostok, Russia, 2020, 9–27. (In Russian)
6. Ivashinnikov, Yu.K. Physical geography and natural resources of the Russian Far East. Far Eastern State University publishing house: Vladivostok, Russia, 2010, 338 p. (In Russian)
7. Zhuchkova, V.K.; Zonov, Yu.B.; Goryachenkov, V.A. Methodological methods of landscape research of volcanic regions of Kamchatka. *Landscape collection*. MGU: Moscow, Russia, 1973, 117–137. (In Russian)
8. Starozhilov, V.T. Landscapes of Primorsky Krai: (Explanatory note to a map of scale 1: 500,000). Far Eastern State University publishing house: Vladivostok, Russia, 2009, 368 p. (In Russian)
9. Atlas of the Sakhalin coastal zone / ed. P.F. Brovko. FESU – PGUAP: Vladivostok, Russia, 2002, 56 p. (In Russian)
10. Geographic research of the sea coasts. Collection of articles / ed. V.S. Petrenko. Far Eastern State University publishing house: Vladivostok, Russia, 1998, 158 p. (In Russian)
11. Brovko, P.F.; Dunichev, V.M.; Maksimov, G.N. Geography and local history in the universities of the Russian Far East. *Primorye: Nature. Resources. Man: Proceedings of the Regional scientific and applied conference on the 120th anniversary of the Society for the Amur Region Studies*. Far Eastern State University publishing house: Vladivostok, Russia, 2004, 19–28. (In Russian)
12. Baklanov, P.F.; Ryabinina, L.I. Department of Regional Analysis and Sustainable Development. *Hydrometeorological and Geographical Research in the Far East: Proceedings of the 5th Anniversary Scientific Conference "To the World Days of Water and Earth"*. Far Eastern State University: Vladivostok, Russia, 2004, 153–154. (In Russian)
13. Brovko, P.F. Department of Geography of the Asia-Pacific Region: Geographical Research of Coastal Regions. *Hydrometeorological and Geographical Research in the Far East: Proceedings of the 5th Anniversary Scientific Conference "To the World Days of Water and Earth"*. Far Eastern State University: Vladivostok, Russia, 2004, 154–156. (In Russian)
14. Zonov, Yu.B. Geographical education and scientific research of geographers of the Far Eastern State University. *Hydrometeorological and Geographical Research in the Far East: Proceedings of the 5th Anniversary Scientific Conference "To the World Days of Water and Earth"*. Far Eastern State University: Vladivostok, Russia, 2004, 151–152. (In Russian)
15. Sazykin, A.M. Department of Recreational Geography. *Hydrometeorological and Geographical Research in the Far East: Proceedings of the 5th Anniversary Scientific Conference "To the World Days of Water and Earth"*. Far Eastern State University: Vladivostok, Russia, 2004, 156–159. (In Russian)
16. Geography of Primorsky Krai: Textbook for 8-9 grades. / P.Ya. Baklanov, Yu.B. Zonov, M.T. Romanov et al. "Ussuri": Vladivostok, Russia, 1997, 180 p. (In Russian)
17. Geography of the Asia-Pacific Region: Textbook / P.Ya. Baklanov, P.F. Brovko, A.V. Malyugin et al. Far Eastern State University publishing house: Vladivostok, Russia, 2008, 252 p. (In Russian)
18. Physical geography of Primorsky Krai: Textbook / Yu.B. Zonov, Yu.K. Ivashinnikov, A.I. Stepanova et al. Far Eastern State University publishing house: Vladivostok, Russia, 1990, 208 p. (In Russian)
19. Atlas of Primorsky Krai / P.Ya. Baklanov, Yu.B. Zonov, A.V. Moshkov et al. Vladivostok: Primorsky Center of Geodesy and Cartography: Vladivostok, Russia, 1998, 48 p. (In Russian)

## Палеогеографические исследования в Тихоокеанском институте географии

РАЗЖИГАЕВА Н.Г., ГАНЗЕЙ Л.А., ГРЕБЕННИКОВА Т.А.,  
БАЗАРОВА В.Б., БЕЛЯНИН П.С., ЛЯЩЕВСКАЯ М.С.,  
МАКАРОВА Т.Р., МОХОВА Л.М., БЕЛЯНИНА Н.И.,  
КОРНЮШЕНКО Т.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии  
ДВО РАН, Владивосток  
Адрес для переписки: nadyar@tigdvo.ru

**Аннотация.** Представлены результаты работы лаборатории палеогеографии и геоморфологии ТИГ ДВО РАН в 2017–2020 гг. Приведены новые данные по изучению развития материковых и островных геосистем юга Дальнего Востока и реакции их компонентов на короткопериодные климатические изменения позднего плейстоцена–голоцена. Палеоэкологические изменения с высоким временным разрешением восстановлены в среднегорье Восточного Сихотэ-Алиня. Новые данные получены по развитию геосистем побережья Японского моря, определена роль зональных и азональных природных факторов в их развитии. Выделены этапы развития ландшафтов платобазальтового рода. Реконструированы обстановки осадконакопления и формирования пойменных ландшафтов Приханкайской равнины. Сделаны детальные реконструкции хода развития островных ландшафтов для юга Приморья. Для юга Дальнего Востока проведен синтез изменений ландшафтов в последнее интенсивное потепление – малый оптимум голоцена (VII–XIII вв.). Проанализировано проявление природных катастроф и их пространственно-временной масштаб. Продолжены работы, направленные на оценку цунамиопасности на побережье восточного Приморья. Для Курильских островов выделены наиболее сильные цунами, которые могут быть рассмотрены как кандидаты в мегацунами. Внимание уделено трансформации ландшафтов при освоении территории юга Дальнего Востока древним человеком. Геоархеологические исследования проводились также во внутриконтинентальных районах (Западное Забайкалье, Восточная Монголия).

**Ключевые слова:** ретроспективный анализ, климатические изменения, катастрофические процессы, юг Дальнего Востока.

## Paleogeographical Researches in Pacific Geographical Institute

RAZJIGAEVA N.G., GANZEY L.A., GREBENNIKOVA T.A.,  
BAZAROVA V.B., BELYANIN P.S., LYASHCHEVSKAYA M.S.,  
MAKAROVA T.R., MOKHOVA L.M., BELYANINA N.I.,  
KORNYUSHENKO T.V.

Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok  
Correspondence paper: nadyar@tigdvo.ru

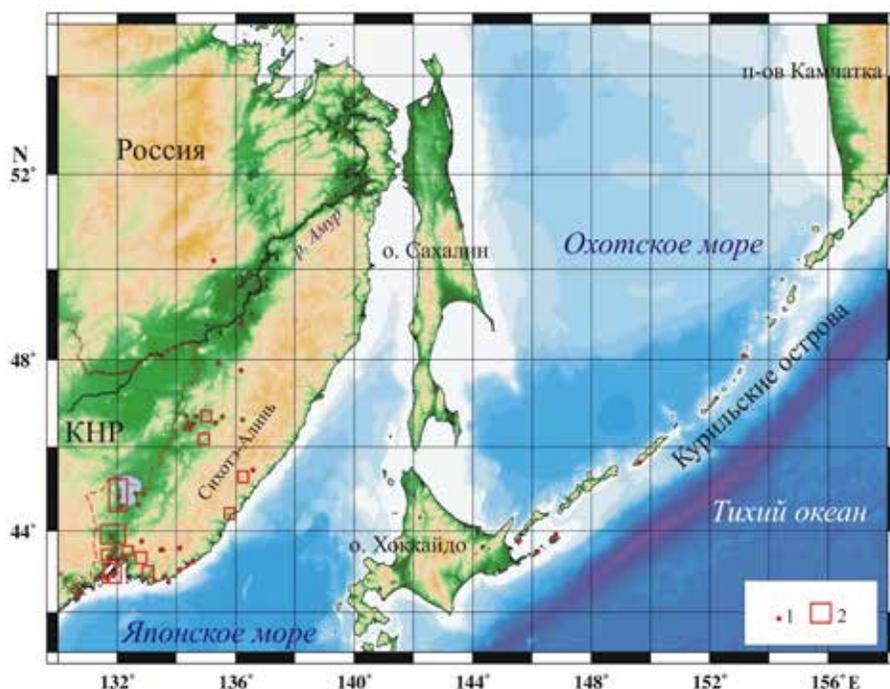
**Abstract.** The authors present the results of the researches of the laboratory of paleogeography and geomorphology of PGI FEB RAS in 2017–2020. New data include the study of the development of continental and island geosystems of the South Far East and the response of their components to short-term climate changes in the Late Pleistocene-Holocene. Paleocological changes with a high temporal resolution have been restored in the middle

mountains of the Eastern Sikhote-Alin. New data were obtained on the development of geosystems of the coast of the Sea of Japan, the role of zonal and azonal natural factors in their development was determined. The stages of development of landscapes of the platobasalt genus are highlighted. The conditions of sedimentation and formation of floodplain landscapes of the Khanka Lake plain were reconstructed. Detailed reconstructions of the island landscapes development for the south of Primorye have been made. For the south of the Far East, a synthesis of landscape changes in the last intense warming – Medieval Warm Period of the Holocene (VII-XIII centuries) was made. The manifestation of natural disasters and their space-time scale were analyzed. The investigations aimed at assessment of the tsunami hazard on the coast of eastern Primorye were continued. For the Kuril Islands, the most powerful tsunamis have been identified, which can be considered as candidates for megatsunami. Transformation of landscapes and a human impact on landscapes were also discussed. Geoarchaeological studies were also carried out in the intra-continental regions (Western Transbaikalia, Eastern Mongolia).

**Keywords:** retrospective analysis, climatic changes, catastrophic processes, South Far East.

## Введение

Для понимания тенденций развития ландшафтов в условиях современной климатической нестабильности необходимы данные по развитию природных компонентов при климатических изменениях в плейстоцене-голоцене и в историческое время. В 2017–2020 гг. палеогеографические исследования были сосредоточены на реконструкции изменений ландшафтов юга Дальнего Востока с высоким временным разрешением для определения тенденций изменений геосистем при разном сочетании климатических параметров в прошлом (рис. 1). Целью работы был ретроспективный анализ соотношения роли природных и антропогенных факторов в эволюции и динамике разноранговых геосистем и их компонентов во время короткопериодных климатических изменений. Отдельной задачей являлся анализ роли природных катастроф в динамике ландшафтов побережья и горных территорий, выяснение пространственного масштаба и интенсивности отдельных



**Рис 1.** Районы работ в 2017–2020 гг. 1 – разрезы, по которым проводились палеогеографические реконструкции; 2 – районы экспедиций 2017–2020 гг.

**Fig. 1.** Study area of 2017–2020. 1 – sections, which were used for paleogeographical reconstructions; 2 – field work regions

событий на основе межрегиональных корреляций. Большое внимание уделялось трансформации ландшафтов при освоении территории юга Дальнего Востока древним человеком и выявлению нарастающего антропогенного воздействия на геосистемы. При проведении палеорекоstructions применялся комплексный подход, который был заложен д.г.н., проф. А.М. Коротким, долгое время возглавлявшим лабораторию палеогеографии.

### **Эволюция материковых геосистем в позднем плейстоцене–голоцене**

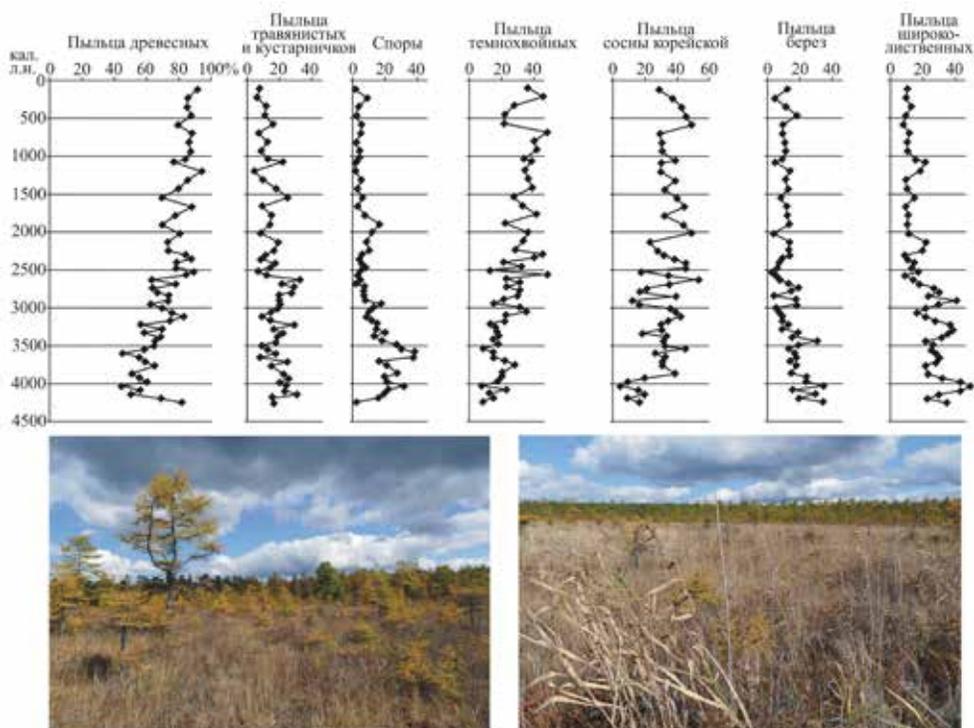
На юге Дальнего Востока климат и развитие ландшафтов во многом определяются динамикой восточноазиатского муссона. Для территории Нижнего Приамурья проведена реконструкция изменения интенсивности летнего муссона в голоцене. Установлены четыре периода похолодания (13000–12500; 9000–8700; 5500–5025 и 2550 кал. лет назад – далее л.н.) со значительным сокращением атмосферного увлажнения из-за ослабления интенсивности летнего муссона, когда северная граница его влияния смещалась с 54° до 48° с.ш. Причинами ослабления летнего муссона могли быть часто повторяющиеся длительные периоды роста давления в областях летней дальневосточной и азиатской депрессий и понижение давления над Охотским морем, также мог смещаться центр Охотского антициклона в южные широты с блокированием прохождения циклонов. При этом циклоны вытеснялись в более низкие широты [1].

В бассейнах рек Бикин и Хор, которые относятся к бассейну Амура, выделены этапы крупных ландшафтных перестроек в позднем плейстоцене–голоцене [2–6]. Биотические компоненты ландшафтов, существовавших во время потепления, предшествующего последней ледниковой эпохе, сильно отличались от голоценовых, что объясняется большей континентальностью климата. В Нижнебикинской впадине существовало озеро, где сохранялись третичные реликты. В предгорьях были распространены березовые и пихтово-еловые леса с участием широколиственных пород. В последнюю ледниковую эпоху в предгорьях была развита темнохвойная тайга с доминированием ели, на Нижнем Бикине – березовые редколесья с лиственницей и елью и сфагновые болота с кустарниковой березкой. Перестройки ландшафтов низкогорья на рубеже позднего плейстоцена–голоцена отвечают трем теплым и четырем холодным фазам. Климат был более континентальным, среднегодовые температуры были ниже современных. Вертикальная ландшафтная поясность кардинально отличалась от современной, границы поясов располагались в холодные фазы на 500–900 м, а в наиболее теплые – на 200–400 м ниже современных. На развитие ландшафтов влияли пожары, наиболее активно влияние пирогенного фактора проявлялось около 13860–12930 кал. л.н. Выявлена различная чувствительность биотических компонентов в разных частях бассейна р. Бикин в голоцене. Ранний голоцен характеризовался значительным повышением среднегодовых температур, в долине Нижнего Бикина начали появляться элементы современной маньчжурской флоры – сосна корейская, дуб, ильм и др. Во второй половине голоцена возросла доля широколиственных растений, уменьшилось участие мелколиственных и ели, широкое развитие получили сфагновые болота. Малый ледниковый период (XIV–XIX вв.) наиболее ярко проявился в развитии болотных ландшафтов.

По сравнению с речными долинами и морским побережьем изученность горных районов Сихотэ-Алиня до последнего времени была явно недостаточна для детальных палеорекоstructions. Палеоэкологические изменения с высоким временным разрешением восстановлены в среднегорье Восточного Сихотэ-Алиня. Модельным участком выбрано озеро Изюбриные Солонцы из группы Солонцовских (Шандуйских) озер, образование которых связано с оползнями на склонах палеовулкана [7]. Выявлена значительная изменчивость озерно-болотных обстановок в позднем голоцене. Торфонакопление началось около 4380 кал. л.н., основными торфообразователями были сфагновые мхи и травы, за исключением периода 2360–1480 кал. л.н., когда накапливался древесный торф. В это вре-

мя озеро резко обмелело и сократилась его площадь, болото по его обрамлению перешло в эвтрофную стадию развития, марь стала зарастать лиственничником. Увеличение увлажнения около 1480–1190 кал. л.н. привело к обводнению котловины, быстрой деградации лиственничника и развитию моховой топи. В малый оптимум голоцена (1080–810 кал. л.н.) происходило быстрое зарастание озера. В малый ледниковый период по обрамлению озера существовала плохо прогреваемая, сильно обводненная моховая топь. Первая половина малого ледникового периода, судя по содержанию арктобореальных диатомей, была более холодной. Выделяется относительное потепление в XV–XVI вв. с увеличением количества атмосферных осадков. Лесные экосистемы по берегам озера в позднем голоцене были достаточно стабильные. В теплые фазы увеличивалась роль пихты и широколиственных пород, в холодные – берез. Количество пыльцы широколиственных растений в палиноспектрах свидетельствует о том, что вторичные леса, в первую очередь дубняки, появились на низких уровнях рельефа уже несколько столетий назад.

Информативными архивами изменений палеосреды являются озерно-болотные отложения горных плато Южного Сихотэ-Алия. На примере Шкотовского и Сергеевского плато выделены этапы развития ландшафтов платобазальтового рода при разнонаправленных климатических сменах в последние 4900 кал. л.н. На Шкотовском плато на месте Ларченкова болота (абс. высота 730–745 м) существовало палеозеро, имевшее наибольшую глубину и площадь ~4000–3200 кал. л.н. в условиях потепления и увеличения увлажнения. В это время были широко распространены хвойно-широколиственные леса (рис. 2). Экспансия темнохвойных лесов произошла в климатических условиях, близких к современным около 2500 кал. л.н. Лиственничник существовал по обрамлению палеозера на протяжении всего рассматриваемого периода, он является реликтом последней ледниковой эпохи [8]. Пояс темнохвойных лесов Сергеевского плато (абс. высота 900 м)



**Рис 2.** Свидетельство развития ландшафтов среднегорья Южного Сихотэ-Алия (Шкотовское плато) за последние 4000 кал. л. по данным спорово-пыльцевого анализа [8]

**Fig. 2.** Evidence of landscape development of South Sikhote-Alin Mt. (Shkotovskoe Plateau) during last 4000 cal. yr by pollen data [8]

последние 4900 кал. л.н. был относительно стабилен, в то время как разнонаправленные климатические изменения приводили к резким сменам растений-торфообразователей по берегам небольших озер. Падение уровня грунтовых вод и усиление роли атмосферного питания, как правило, связано с холодными событиями. Определена частота и интенсивность палеопожаров. Период активизации пожаров в последнее тысячелетие, вероятно, связан с освоением района в средние века [9].

Выявлена реакция ландшафтов среднегорья на главном водоразделе Сихотэ-Алиня на малоамплитудные разнонаправленные климатические изменения голоцена [10]. В последние 5400 кал. л.н. горные, долинные и болотные ландшафты в бассейне Верхней Уссури существенно менялись. Активное заболачивание водораздела, разделяющего бассейны рек Уссури и Милоградовка, имеющего уплощенную поверхность (урочище Мута), произошло ~ 4100 кал. л.н. в более теплых и влажных условиях по сравнению с современными. Миграция высотной поясности составляла 100–150 м. Наиболее яркое потепление зафиксировано 4210–3430 кал. л.н. Холодными и засушливыми условия были ~2735–2040 кал. л.н., существенные изменения лесная растительность претерпела в малый ледниковый период (715–140 кал. л.н.). Время проявления палеопожаров (~3780–3430, 3080–2735, 2390–2040, 1690–1000 кал. л.н.) совпадает с региональной хронологией пирогенных событий, приуроченных к засушливым периодам и в основном к похолоданиям. Белоберезовые леса являются молодыми образованиями и возникли в результате хозяйственного освоения долины во второй половине XX в. Одним из факторов их развития были пожары антропогенной природы и вырубки сосны корейской и темнохвойных.

Палинологические и хроностратиграфические данные позволили датировать появление сосны корейской на юге Дальнего Востока ранним голоценом (11000–10500 кал. л.н.) и восстановить ее участие в континентальных экосистемах. Изменение содержания пыльцы сосны корейской в палиноспектрах свидетельствует о быстрой реакции на климатические колебания, которые контролировали пространственно-временные миграции растений. В среднем голоцене продолжилось усиление позиций сосны корейской в растительности. Нестабильные климатические условия в позднем голоцене обусловили разнонаправленные, преимущественно меридиональные ее миграции [11].

Свою специфику имеет развитие ландшафтов Приханкайской равнины, проанализированное за последние 22000 кал. лет [12]. В восточной части равнины в последнюю ледниковую эпоху преобладали сфагновые болота с кустарниковой березой, ольхой и лиственницей. Склоны хребта Синего покрывали редкостойные березовые леса с елью, пихтой, лиственницей и ольховником. Незначительное потепление около 21400 кал. л.н. привело к распространению темнохвойной тайги с елью. При потеплении в начале раннего голоцена произошло быстрое распространение широколиственных лесов, кедрово-широколиственные леса покрывали склоны хребта Синего. Сфагновые болота с кустарниковой березой сохранялись на равнинах и в заболоченных поймах рек. Новая информация о составе, микроструктуре и физико-химических свойствах четвертичных глин, широко распространенных в пределах Приханкайской впадины, позволила составить сводную геолого-литологическую колонку с обоснованием границы с отложениями неогенового возраста [13].

В голоцене реконструированы обстановки осадконакопления и формирование пойменных ландшафтов Приханкайской равнины. Выделены две стадии формирования ландшафта: литогенная (озерное, аллювиальное и эоловое осадконакопление) и педогенная (почвообразование). Их чередование зависело, главным образом, от динамики влагообеспеченности, а термический фактор играл второстепенную роль. Пойменное осадконакопление хорошо отражает локальные обстановки формирования аккумулятивного ландшафта и сопряжено с позднеголоценовыми трансгрессиями и регрессиями оз. Ханка. Климатические события второй половины голоцена имеют хорошую корреляцию с похолоданиями и потеплениями на изотопной кривой GISP2 (потепления III–V вв. и VIII–X вв., похолодания VI в. и XIV–XIX вв.) [14, 15].

Для бассейна р. Раздольной, расположенной южнее, выявлено 5 этапов развития долины в условиях разной водности. Длительный засушливый период начался в похолодание ~2700 кал. л.н., увеличение увлажнения отмечено в малый оптимум голоцена, частые паводки – в малый ледниковый период [16].

Новые данные получены по развитию геосистем побережья Японского моря. На примере изучения береговых геоконплексов бухты Кит (восточное Приморье) и развития окружающих горных ландшафтов определена роль зональных и азональных природных факторов за последние 7500 кал. лет [17]. В максимальную фазу голоценовой трансгрессии здесь образовалась серия лагун, которые претерпели сложное развитие. В это время была заложена структура современных ландшафтов побережья. Сосна корейская появилась в окружающих лесах раньше, чем в других регионах восточного Приморья (около 7500 кал. л.н.). Последние 3800 кал. лет отмечен заметный эффект пирогенного фактора. С 2300 кал. л.н. в среднегорье стали более распространены темнохвойные леса. Вокруг прибрежного сфагнового болота, которое возникло на месте озера лагунного происхождения, существовал реликтовый лиственничник.

Для южного Приморья на основе изучения донных отложений озер Карасье и Утиное детализирован ход изменений растительного покрова побережья залива Петра Великого и предгорий Восточно-Маньчжурских гор в среднем–позднем голоцене [18, 19]. Потепление, начавшееся в раннем голоцене, в начале среднего привело к развитию дубово-ильмовых лесов с сосной корейской на горных склонах, а на прибрежных равнинах – осоково-разнотравных лугов. В оптимум голоцена в горах произошел расцвет полидоминантных лесов. В конце среднего голоцена широкое распространение получили темнохвойные и мелколиственные породы. Потепление в середине позднего голоцена обусловило доминирование растительных формаций с сосной густоцветковой, дубом монгольским, пихтой, сосной корейской и березами. Наступившее похолодание вызвало экспансию мелколиственных пород. В конце позднего голоцена предгорья занимали полидоминантные леса, видовой состав которых был беднее, чем в оптимум голоцена.

Для юга Дальнего Востока сделан синтез изменений ландшафтов в последнее интенсивное потепление – малый оптимум голоцена (VII–XIII вв.). На континенте потепление было более выражено, чем на океанических островах. Перестройки в лесных формациях Нижнего Приамурья выражались в увеличении роли термофильных пород и сокращении участия темнохвойных. В Приморье в составе лесов увеличивалась роль сосны корейской и широколиственных растений, в темнохвойных лесах – пихты. На о. Сахалин при отсутствии термофилов происходило быстрое распространение берез, широколиственные породы максимально проникли на север в конце потепления. На Средних Курилах расширились площади, занятые березовыми лесами, снизилась роль тундровых ландшафтов. На Южных Курилах потепление выразилось в увеличении роли широколиственных пород, в темнохвойных лесах – пихты [20].

### **Эволюция островных геосистем в голоцене**

На основе эволюции обстановок осадконакопления проанализирована специфика обособления природно-территориальных комплексов низкого топологического ранга на островах и роль литогенной основы как фактора дифференциации территории [21]. На основе ретроспективного анализа показаны возрастные различия ландшафтов разных типологических уровней. Выявлено, что с увеличением ранга ПТК увеличивается степень гетерохронности и их возраст по сравнению с возрастом составляющих их геоконплексов. Эта закономерность еще ярче проявляется на островах, где очень активны геоморфологические процессы, связанные с климатическими изменениями и колебаниями уровня моря. Неравномерный характер проявления катастрофических процессов определил их разное ландшафтообразующее значение на протяжении плейстоцена–голоцена.

На юге Приморья детальные реконструкции хода развития островных ландшафтов получены при изучении озерных и почвенных архивов. Отложения озер лагунного происхождения изучены на островах Русский, Шкота, Стенина. На примере развития палеоозера на берегу бухты Красная (о. Русский) и перешейка о. Шкота установлена роль малоамплитудных трансгрессивно-регрессивных циклов в эволюции лагун [22–24]. На о. Русский наиболее соленым палеоозеро было на пике голоценовой трансгрессии, выделены три стадии осолонения (6750–6500; 6080–5750; 5340–5180 кал. л.н.) и две более опресненные (6500–6080, 5750–5340 кал. л.н.). Солоноватое озеро существовало с ~5090 кал. л.н., водоем стал пресным ~4090 кал. л.н. Снижение скоростей накопления илов ~3510 кал. л.н. связано с уменьшением количества атмосферных осадков. Смена терригенного осадконакопления на биогенное произошла ~700 кал. л.н. Озеро прекратило существование при снижении увлажнения ~270 кал. л.н. Периодически во время экстремальных штормов или цунами в лагуну-палеоозеро был заплеск морской воды.

На примере о. Стенина установлен ход ландшафтных изменений небольшого фрагмента суши в условиях быстрой изоляции от материкового побережья [25]. Построена цифровая модель рельефа подводного берегового склона и изменений очертаний береговой полосы в зависимости от колебаний уровня моря, контролирующих и эволюцию лагуны-озера. Установлено, что ~6800 кал. л.н. на острове преобладали широколиственные дубово-грабовые леса. Похолодание в начале позднего голоцена привело к распространению дубово-березовых лесов с участием хвойных пород и подлеском из леспедыцы. Формирование современного растительного покрова произошло после малого ледникового периода и устойчивого повышения среднегодовой температуры.

Структурные преобразования геосистем о. Попова за последние 6000 кал. л.н., выявленные при изучении почвенных профилей, были обусловлены изменением климатического режима и проходили несколькими этапами. Наиболее оптимальные условия существовали во второй половине атлантического периода, на острове доминировали полидоминантные широколиственные леса с большим количеством термофильных пород. Приближение климатических условий к современным параметрам произошло в конце суббореала (2600–3100 кал. л.н.) и сменилось существенным похолоданием в начале субатлантического периода (около 2600 кал. л.н.), что привело к усилению позиций берез в составе лесной растительности. Потепление малого оптимума голоцена, во время которого температуры достигли уровня современных, привело к доминированию широколиственных лесов и дуба. Похолодание в малый ледниковый период вновь активизировало распространение мелколиственных пород. В период современного глобального потепления формируется полидоминантный широколиственный лес из дуба монгольского, березы даурской с примесью ясеня носолистного, граба сердцелистного и др. Активное антропогенное воздействие привело к образованию зарослей гмелинополынного на месте вырубок и пожаров [26].

На о. Рикорда палинологические данные позволили установить климатические и ландшафтные условия во время образования разных генетических горизонтов голоценовых буроземов [27]. Почвенные горизонты из основания профиля (С и ВМС) формировались в среднем голоцене при более теплом климате по сравнению с современным; почвенные горизонты верхней части профиля (ВМ) – в климатических условиях, близких к современным, в конце среднего голоцена, а также в похолодания позднего голоцена (АУВМ, АУЕЛ и АУ). Палиноспектры из поверхностного слоя (О – подстилка) отражают современную растительность. Бурые лесные почвы о. Петрова, составляющие основной фон горных почв региона, сформировались в теплых условиях среднего голоцена [28]. Установлена роль похолоданий позднего голоцена в развитии биотических компонентов ландшафтов. Биоклиматические изменения привели к развитию в почвах грубогумусовых подстилок и к усилению элюво-иллювиальных процессов.

На Курильских островах наши усилия были направлены на получение детальных летописей развития ландшафтов для длительных временных интервалов. Палеоклиматиче-

ские события за 12000 кал. лет на Центральных Курилах запечатлены в строении почвенно-пирокластических чехлов о. Матуа [29]. Развитие ландшафтов происходило в условиях активной вулканической деятельности, затушевывающей влияние климата. Погребенные почвы имеют разную сохранность и выраженность генетических горизонтов. Более ярким был холодный «сигнал», восстановленный по расширению участков приморских тундр. При потеплениях площадь тундр сокращалась. В условиях частых извержений широкое развитие получали разнотравно-злаковые и разнотравные луга. Кустарниковый покров развивался в периоды покоя, с конца плейстоцена на острове неоднократно появлялся кедровый стланик. Становление современных ландшафтов началось после образования влк. Пик Сарычева 460–470 кал. л.н.

Этапы развития ландшафтов с конца позднего плейстоцена восстановлены на юге Малой Курильской гряды и о. Кунашир [30, 31]. Составлена наиболее длительная запись палеогеографических событий за последние 14200 кал. лет, когда существовал обширный сухопутный мост, соединявший эти острова с Хоккайдо. В максимальную фазу трансгрессии 6800 кал. л.н. окончательно завершился распад сухопутного моста, что привело к изоляции островов. Особенности рельефа низких островов на юге Малой курильской гряды и увеличение океаничности климата затруднили заселение видов с прилегающих территорий. Древесная растительность достаточно быстро деградировала, преобладающими стали лугово-болотные ландшафты.

Палеолимнологические исследования на Южных Курилах позволили сделать высоко-разрешающие реконструкции для голоцена. На о. Уруп выделены климатические изменения продолжительностью 140–430 лет [32, 33]. С оптимума голоцена здесь сохранялись древесные растения (рис. 3), распространение которых сейчас ограничено о. Итуруп. Исчезновение широколиственных пород произошло в малый ледниковый период. Выделены 8 стадий развития берегового палеозера: обводнения были связаны с теплыми эпизодами (3660–3590; 3450–3180; 2960–2840; 2410–2260 кал. л.н.), обмеления – с похолоданиями

Возраст	Эволюция палеозера	Возраст	Развитие ландшафтов	Тефра	Цунами
240	Иссушение болота	140	Разнотравные луга, вересковые кустарнички	Ur - 1	
1280	Болото, периодическое поступление речных вод	1280	Сообщества с <i>Selaginella selaginoides</i> , вересковые кустарнички, увеличение роли широколиственных ~2300 и 100 л.н.	Ma - a Ur - 2 Ur - 3	
Перерыв в осадконакоплении					
2150		2150		C - Kr	
2260	Обмеление водоема	2490	Широкое развитие сообществ с <i>Selaginella selaginoides</i>		Ts 4
2410	Заболоченный мелководный водоем				
2840	Обмеление и заболачивание озера	3250	Заросли кедрового стланика		Ts 3
2960	Мелководное озеро, заросшее макрофитами				
3180					
3450					
3590					
3660		3660	Березовые леса с участием широколиственных, разнотравные луга, заросли кедрового стланика		Ts 2
					Ts 1

**Рис. 3.** Эволюция обстановок осадконакопления, развитие ландшафтов и проявление катастрофических событий на юге о. Уруп [32, 33]. Серым фоном выделены фазы обводнения палеозера.

**Fig. 3.** Evolution of sedimentary environments, landscape development and natural hazards manifestation within South Urup Island [32, 33]. Inundation phases of paleolake are marked by grey colour.

и снижением увлажнения (3590–3450; 3180–2960; 2840–2410; 2260–2150 кал. л.н.). Наибольшее воздействие на биотические компоненты оказало извержение, произошедшее на севере о. Итуруп ~2100–2300 кал. л.н. На о. Шикотан с 8000 до 5800 кал. л.н. был теплый и влажный период, соответствующий голоценовому оптимуму [34–36]. Похолодание после этого соответствует неогляциальному периоду. Теплый эпизод с 900 до 580 кал. л.н. соотнесен со средневековым климатическим оптимумом, последующее похолодание соответствует малому ледниковому периоду. Выявлены пространственные различия в сроках и интенсивности отдельных климатических эпизодов среднего–позднего голоцена на юге Курил и в других районах северо-западной части Тихого океана.

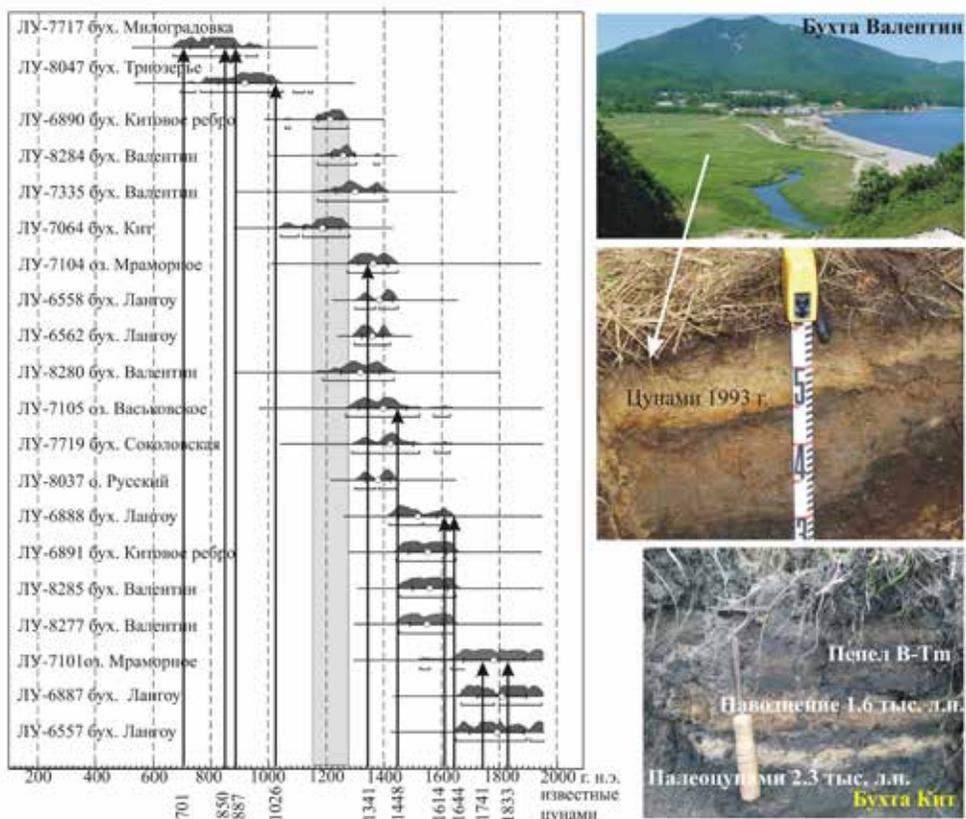
### **Проявление природных катастроф и аномальных процессов в голоцене**

Юг Дальнего Востока характеризуется широким проявлением аномальных природных процессов эндогенной и экзогенной природы. Обобщены материалы о распределении в континентальных отложениях Приморья тефры В-Тm «тысячелетнего извержения» влк. Байтоушань (946/947 гг. н.э.), одного из крупнейших в мире за последние 2000 лет. Определены границы сектора разноса пирокластики на территории Приморья. Изучение макроэлементного состава вулканического стекла показало, что осаждение основного объема тефры происходило в заключительную фазу извержения. Предполагается, что гидрометеорологические условия не способствовали осаждению частиц наиболее интенсивной фазы извержения, основная масса пирокластики шла транзитом. Вулканический пепел В-Тm предложено использовать, как временной маркер малого оптимума голоцена, а также для оценки антропогенного воздействия на ландшафты в Средневековье [37].

Продолжены работы, направленные на оценку цунамиопасности побережья. На восточном побережье Приморья изучены осадочные покровы и проанализированы особенности осадконакопления при прохождении цунами 1983, 1993 гг., наиболее сильных событий XX в., эпицентры которых находились на дне Японского моря. Цунамигенные пески были найдены на расстоянии до 300 м от береговой линии. Осадки, как правило, встречаются в бухтах, где величина заплеска цунами превышала 3 м. В большинстве бухт основным источником материала был подводный береговой склон, на берегах с широкими песчаными пляжами осадок образовался за счет эрозии пляжа. Обнаружены разрезы, подтверждающие прохождение двух волн цунами во время одного события [38]. Получены данные по проявлению одного из наименее изученных цунами 1940 г. в Приморье, его заплеск в пос. Каменка (зал. Опричник) достигал 5 м [39].

На основе данных по модельному участку (бухта Валентин), где найдены отложения 4 крупных исторических цунами (1993, 1983, 1644 гг. и XII в.) и палеоцунами (1700–1800 кал. л.н.), проведено районирование очагов сильных цунами в Японском море по степени их опасности для восточного побережья Приморья. Выявлено, что зона наиболее интенсивной эрозии дна во время прохождения цунами расположена на глубинах менее 5 м [40]. Обобщение данных по хронологии сильных цунами, оставивших следы в разрезах береговых низменностей Приморья за последние 3500 лет, позволило проанализировать проявление разновозрастных событий в бухтах разного строения (рис. 4). Наиболее подробная запись сильных цунами за последние 700 лет обнаружена на о. Русский (1993, 1983, 1940, 1833, 1741 гг., XVII в., 3–4 цунами XIV–XVI вв.). С учетом снижения уровня моря в малый ледниковый период зона затопления могла достигать 200–250 м. Летопись, восстановленная по геологическим следам цунами, позволяет предположить, что крупные цунами в Япономорском регионе происходят каждые 200 лет. Исторические и позднеголоценовые цунами в большинстве бухт были более масштабными событиями, чем известные цунами XX в. [41, 42].

На основе летописей палеоцунами и межрегиональной корреляции событий выделены наиболее сильные цунами, которые могут быть рассмотрены как кандидаты в мегацунами,



**Рис. 4.** Хронология сильных цунами, проявившихся на побережье Приморья [41]. Приведены календарные значения возраста органогенных отложений, вмещающих цунамигенные пески, и возраст известных исторических цунами в Японском море. Серым фоном показан период, когда произошло цунами, не отмеченное в летописях

**Fig. 4.** Chronology of strong tsunami, manifested on Primorye coast [41]. Calendar age of organogenic sediments containing tsunamigenic sands and age of known historical tsunamis in Sea of Japan are given. Grey bar shows the period when the tsunami occurred, not noted in the chronicles

проявившиеся на юге Курил за последние 7500 кал. лет. Установлено, что повторяемость сильных цунами составляла 300–400 лет. Последние крупные события произошли в XVII, XIII вв. и около 1000, 1400, 1700, 2000 кал. л.н. [43]. На о. Уруп впервые установлен возраст 4 сильных цунами за последние 3660 л.н. [33].

Выполнена детальная работа по восстановлению сильных цунами для заселенного побережья. В п. Малокурильск (о. Шикотан) в отложениях палеозера найдены отложения 2 исторических и 13 палеоцунами. Крупные цунами со стороны Курильского пролива происходили 1 раз в тысячу лет, что реже, чем на тихоокеанской стороне острова. Цунами были более частыми в период 2000–5100 кал. л.н. – зафиксировано 9 событий, их повторяемость составляла 1 раз в 180–500 лет, а в отдельных случаях цунами происходили через 90 лет [44].

Положение региона в переходной зоне «континент–океан» определяет особенности атмосферной циркуляции с высокой циклонической активностью и повторяемостью экстремальных тропических и внетропических циклонов, приносящих залповые ливневые осадки. Палеоданные показывают, что в предгорьях Сихотэ-Алиня паводковая активность за последние 2240 кал. лет существенно менялась [45]. Продолжительность периодов с сильными наводнениями изменялась от 70 до 200 лет. Частые паводки начались последние 210 лет в условиях тренда на потепление. Снижение паводковой активности проис-

ходило в периоды похолоданий. В маловодные периоды более часто происходили пожары. Установлен масштаб и возраст экстремальных гидрологических событий за последние 2000 кал. лет и на побережье Восточного Приморья [40].

Геологическая летопись экстремальных паводков, связанных с прохождением наиболее сильных палеотайфунов за последние 6620 кал. лет, восстановлена на о. Сахалин [46]. Определен возраст 25 наводнений и проанализирован палеоклиматический фон событий. Повторяемость сильных тайфунов была неравномерной и возрастала как в теплые (влажные и сухие), так и в холодные сухие фазы. Выделены три периода их активизации (4640–4360; 4030–3580; 1860–1380 кал. л.н.), когда супертайфуны выходили на о. Сахалин 1 раз в 30–90 лет. Изменение траекторий палеотайфунов связано с аномалиями крупномасштабной атмосферной циркуляции и повторяемостью различных синоптических ситуаций, контролирующих их выход на юг региона.

Сильная дифференциация увлажнения по сезонам является одной из причин высокой пожароопасности на юге Дальнего Востока. Пожары происходили задолго до активного освоения территории. Наиболее древние события датируются около 30 тыс. кал. л.н. Частые пожары происходили в позднеледниковье [5]. В голоцене выделены периоды активизации пожаров: 8000–6000 и 4000–800 кал. л.н. В оптимум голоцена повышению пожароопасности могло способствовать увеличение испарения при температурном фоне выше современного и увеличение продолжительности сухих сезонов. Снижение температур в периоды похолоданий создавали условия для увеличения масштабов пожаров в позднем голоцене. Последние 4000 кал. л.н. одной из основных причин пожаров становится освоение территории древним человеком [47].

### **Взаимодействие древнего человека и природной среды**

Активное освоение юга Дальнего Востока началось в последние 120–150 лет. С этого времени антропогенный фактор выходит на ведущие позиции в развитии геосистем. Поскольку для региона нет летописных свидетельств, палеогеографические данные являются важным источником информации о том, какой природный облик имели ландшафты до их преобразования в ходе хозяйственной деятельности, а также и в доисторический период при заселении территории древним человеком.

Роль антропогенного фактора проанализирована на примере развития ландшафтов бассейна р. Раздольная во время заселения долины бохайскими земледельцами (Старореченское городище), первопоселенцами XIX–начала XX в., и при развитии современных агрокомплексов. Воздействие человека на ландшафты в Средневековье было минимальным, найдены лишь признаки присутствия некоторых сорных растений, включая амброзию. Коренная трансформация ландшафтов началась при заселении переселенцев в конце XIX в. и последующем освоении территории [16].

На побережье п-ва Муравьев-Амурский восстановлена природная среда во время существования поселения Черпаха-13, включающего пять археологических культур [48, 49]. Установлены фазы развития ландшафтов за последние 5950 кал. л.н. Люди пришли на полуостров (зайсановская культура), когда климатические условия были теплее современных, на побережье были развиты полидоминантные широколиственные леса с сосной корейской. Поселение янковской культуры существовало при похолодании, это ухудшило условия для проживания людей, ориентированных на использование морских ресурсов. Стоянка кроуновской культуры возникла в похолодании с резким снижением уровня моря. Поселение чжурчжэней существовало в теплых условиях XII–XIII вв. Антропогенное изменение растительности зафиксировано с ~2050 кал. л.н. Наибольшее влияние на ландшафты оказывало население, которое занималось земледелием и охотой. Освоение территории в XX в. привело к коренной трансформации лесов.

На островах Русский и Шкота активное освоение территории началось с конца XIX в., но трансформация ландшафтов началась в более ранние периоды голоцена. Первые следы появления древнего человека на юго-западе о. Русский фиксируются во время расселения представителей бойсманской археологической культуры. Но наиболее длительное воздействие на ландшафты (~800 л.) было, когда на берегу лагуны поселились ранние земледельцы. Определен возраст частых пожаров в среднем–позднем голоцене, которые могли иметь антропогенную природу. Исчезновение из современной флоры ряда растений, представленных в ландшафтах среднего–позднего голоцена, свидетельствует о высокой уязвимости островных ландшафтов [22, 24]. Трансформация коренных лесов с увеличением доли адвентивной растительности вблизи поселений установлена и для о. Попова [26].

Детально реконструирована палеогеографическая ситуация в период существования Краскинского городища, которое являлось центром столичного округа Яньчжоу в государстве Бохай (698–926 гг.) [50]. Проведенные палинологические исследования показали изменения природных условий на протяжении существования городища. До того, как возникла крепость, территория была более залесенной, существовали густые долинские леса. Во время существования поселения выделяется смена нескольких периодов: с сухого на влажный и затем снова на более засушливый. На протяжении существования данного поселения для отсыпки пола жилищ использовался грунт, который брали из аллювиально-морских аккумулятивных форм. Наличие пыльцы культурных растений (предположительно, проса, пшеницы, ячменя, гречихи и крестоцветных) подтверждает существование земледелия. Нельзя исключать вероятность культивирования облепихи. Встреченная пыльца сорных растений свидетельствует об активной хозяйственной деятельности человека (поселения, культурные поля и огороды).

Археоботанические данные свидетельствуют о положительной динамике земледелия археологической культуры мохэ (VI – начало VIII в.) от раннего этапа к позднему, проявившейся в расширении списочного состава растений и объема производства. Изменения в земледелии происходили быстро и были вызваны культурно-историческими событиями в регионе, связанными с образованием государства Бохай и расширением его границ. Многокомпонентность хозяйства мохэ говорит об успешной адаптации этого населения в условиях меняющегося климата с VI по VIII в. [51].

Геоархеологические исследования проводились также во внутриконтинентальных районах. Междисциплинарные исследования на Иволгинском (Хуннском) городище Западного Забайкалья, в том числе палинологические, дали возможность восстановить особенности палеовегетации региона; установлено обилие лесных ландшафтов в прошлом [52]. Ландшафты, окружавшие древнее поселение, имели мозаичный характер: выделены таежно-лесной, степной и лесостепной биотопы, а также луга в долине р. Селенга с преобладанием открытых степных пространств. В эпоху Империи Сюнну 209 г. до н.э. – 48 г. н.э. климат был менее засушливым, чем сейчас.

В Восточной Монголии в долине р. Тогоотын-гол древний человек поселился в начале атлантика (конец раннего неолита) [53]. В конце раннего – среднем голоцене здесь происходили крупные перестройки речной сети, формировалась регионально развитая лугово-черноземовидная почва. В оптимум голоцена (6500–5900 кал. л.н.) облесенность территории была максимальной за голоцен, граница таежно-лесной зоны смещалась на 250–300 км южнее современной. На равнинах аридный этап начался около 4800–4040 кал. л.н. Значительное сокращение атмосферного увлажнения способствовало перемещению лесной растительности на север и усилению ксерофикации степных экосистем. Современное зонально-поясное распределение ландшафтов с господством степей началось во второй половине субатлантика.

## Изучение спорово-пыльцевого дождя и субфоссильных палиноспектров

Анализ состава спорово-пыльцевого дождя и субфоссильных палиноспектров на юге Курильских островов и в пределах крупных речных долин Приморья позволил более точно интерпретировать изменения положения границ ландшафтных поясов, оценить их сдвиг при климатических изменениях в прошлом и определить антропогенную трансформацию геосистем [54, 55]. Построены календари пыления для разных сезонов. Установлено присутствие пыльцы растений, отсутствующих в окружающих фитоценозах и перенесенных с сопредельных территорий за счет активного ветрового и водного переноса. В прикладном аспекте данные могут быть использованы при оценке опасности разноса пыльцы для развития сезонных поллинозов.

*Работы выполнены в рамках государственных программ № АААА-А18-118012290124-5 и АААА-А19-119030790003-1, а также при финансовой поддержке грантов РФФИ 15-05-00179, 15-05-00171 и по программе «Дальний Восток» (проекты 15-1-6-097; 16-1-009э; ВАНТ 18-010; 18-5-003).*

### Литература

1. Базарова В.Б., Климин М.А., Копотева Т.А. Голоценовая динамика восточноазиатского муссона в Нижнем Приамурье (юг Дальнего Востока) // География и природные ресурсы, 2018. № 3. С. 124–133.
2. Белянин П.С., Белянина Н.И. Эволюция долинных экосистем нижнего течения р. Бикин в позднем плейстоцене–голоцене // География и природные ресурсы. 2018. № 4. С. 139–149.
3. Белянин П.С., Иванов В.В., Леснов С.В., Белянина Н.И., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е. Биостратиграфия верхнеплейстоцен-голоценовых долинных отложений Среднего Сихотэ-Алиня (на примере болотистого россыпного поля в верховьях р. Хор) // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2018. № 1. С. 20–31.
4. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Макарова Т.Р., Паничев А.М., Копотева Т.А., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Крупская В.В. Развитие ландшафтов предгорий западного Сихотэ-Алиня (бассейн реки Бикин) // Известия РАН. Сер. геогр. 2017. № 4. С. 97–111.
5. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Гребенникова Т.А., Паничев А.М., Копотева Т.А., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Старикова А.А., Петров А.Ю. Этапы развития ландшафтов западного макросклона Сихотэ-Алиня на рубеже плейстоцена-голоцена (бассейн р. Бикин) // География и природные ресурсы. 2017. № 3. С. 127–138.
6. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Panichev A.M., Grebennikova T.A., Mikhova L.M., Kopoteva T.A., Kudryavtseva E.P., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Starikova A.A., Zakusin S.V. Response of Landscapes of the Sikhote-Alin Western Slopes to the Middle–Late Holocene Climatic Changes // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2017. Vol. 53. No. 7. P. 679–698.
7. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Копотева Т.А., Мохова Л.М., Паничев А.М., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Климин М.А. Изменения природной среды в позднем голоцене, зафиксированные в отложениях озера Изюбриные Солонцы, Сихотэ-Алинь // Сибирский экол. журн. 2017. № 4. С. 512–527.
8. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Mikhova L.M., Makarova T.R., Panichev A.M., Kudryavtseva E.P., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Starikova A.A. Late Holocene environmental changes recorded in the deposits of paleolake of the Shkotovskoe Plateau, Sikhote-Alin Mountains, Russian Far East // Journal of Asian Earth Sciences. 2017. Vol. 136. P. 89–101.
9. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Копотева Т.А., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Климин М.А. Развитие природной среды среднегорья Южного Сихотэ-Алиня, запечатленное в разрезах торфяников Сергеевского плато // Тихоокеанская геология. 2019. Т. 38. № 1. С. 13–31.
10. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Mikhova L.M., Makarova T.R., Kudryavtseva E.P., Panichev A.M., Arslanov Kh.A. Climate and human impact on vegetation in the upper part of the Ussuri River basin in late Holocene, Russian Far East // Geography, Environment, Sustainability. 2019. № 2(12). P. 162–172.
11. Belyanin P.S., Belyanina N.I. Changes of the *Pinus koraiensis* distribution in the south of the Russian Far East in the postglacial time // Botanica Pacifica. 2019. Vol. 8. No. 1. P. 19–30.
12. Belyanin P.S., Belyanina N.I. Changes of vegetation in the eastern part of Khanka Plain (south of the Russian Far East) at the transition from the Late Pleistocene cryochron (MIS 2) to the Early Holocene // The 5th International Conference “Ecosystem dynamics in the Holocene. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 438. P. 012003.

13. Рященко Т.Г., Ухова Н.Н., Штельмах С.И., Белянина Н.И., Белянин П.С. Состав, микроструктура и свойства четвертичных глин Приханкайской впадины // Инженерная геология, 2019. Т. XIV. № 1. С. 20–34.
14. Базарова В.Б., Лящевская М.С., Макарова Т.Р., Орлова Л.А. Обстановки осадконакопления на поймах рек Приханкайской равнины в среднем-позднем голоцене (юг Дальнего Востока) // Тихоокеанская геология. 2018. Т. 37. № 1. С. 94–105.
15. Базарова В.Б., Лящевская М.С., Макарова Т.Р., Макаревич Р.А., Орлова Л.А. Обстановки голоценового осадконакопления в поймах рек бассейна оз. Ханка // Геология и геофизика. 2018. Т. 59. № 11. С. 1765–1776.
16. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Корнюшенко Т.В., Ганзей К.С., Кудрявцева Е.П., Гридасова И.В., Клюев Н.А., Прокопец С.Д. Соотношение природных и антропогенных факторов в становлении ландшафтов бассейна реки Раздольная, Приморье // Известия РАН. Серия географическая. 2020. Т. 84. № 2. С. 246–258.
17. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Kudryavtseva E.P., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Starikova A.A. Landscape and environmental changes of Eastern Primorye coast at middle-late Holocene: climatic changes and human impact effects // Journal of Asian Earth Sciences. 2018. Vol. 158. P. 160–172.
18. Андерсон П.М., Белянин П.С., Белянина Н.И., Ложкин А.В. Эволюция растительного покрова западного побережья залива Петра Великого в позднем плейстоцене-голоцене // Тихоокеанская геология. 2017. Т. 36. № 4. С. 99–108.
19. Белянин П.С., Андерсон П.М., Ложкин А.В., Белянина Н.И., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Горнов Д.А. Изменения растительности на юге российского Дальнего Востока в среднем и позднем голоцене // Известия РАН. Сер. географ. 2019. № 2. С. 69–84.
20. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Bazarova V.B., Arslanov Kh.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Belyanina N.I., Lyashevskaya M.S. Landscape response to the Medieval Warm Period in the South Russian Far East // Quaternary International, 2019. Vol. 519 P. 215–231.
21. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А. Специфика пространственно-временной организации островных геосистем в плейстоцене-голоцене // Тихоокеанская география. 2020. № 3. С. 5–17.
22. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Макарова Т.Р., Корнюшенко Т.В., Кудрявцева Е.П., Ганзей К.С., Судьин В.В., Харламов А.А. Палеозеро острова Шкота (залив Петра Великого): природный архив изменений климата и ландшафтов // Геосистемы переходных зон. 2020. № 2. С. 230–249.
23. Grebennikova T., Razjigaeva N., Ganzey L., Ganzei K., Arslanov Kh., Maksimov F., Petrov A., Kharlamov A. Evolution of a paleolake on Russian Island (Sea of Japan) in middle-late Holocene: record of sea-level oscillations, extreme storms and tsunamis // The 5th International Conference "Ecosystem dynamics in the Holocene. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 438. P. 012009.
24. Razjigaeva N., Ganzey L., Grebennikova T., Korniyushenko T., Ganzei K., Kudryavtseva E., Prokopets S. Environmental changes and human impact on landscapes as recorded in lagoon-lacustrine sequences of Russky Island, South Far East // J. of Asian Earth Sciences. 2020. Vol. 197. P. 104386.
25. Лящевская М.С., Ганзей К.С., Макарова Т.Р. Реконструкция палеоусловий острова Стенина (Японское море) в среднем-позднем голоцене // Biodiversity and Environment of Far East Reserves. 2017. № 2. С. 3–20.
26. Ганзей К.С., Киселева А.Г., Родникова И.М., Лящевская М.С., Пшеничникова Н.Ф. Природные и антропогенные факторы развития геосистем острова Попова (Японское море) // География и природные ресурсы. 2018. № 1. С. 131–141.
27. Пшеничников Б.Ф., Лящевская М.С., Пшеничникова Н.Ф. Специфика формирования буроземов острова Петрова (Лазовский заповедник, Приморский край) // Биота и среда заповедных территорий, 2018. № 3. С. 5–20.
28. Пшеничников Б.Ф., Лящевская М.С., Пшеничникова Н.Ф. Формирование полигенетических буроземов на красноцветных корях выветривания острова Рикорда (залив Петра Великого, Приморский край) // География и природные ресурсы. 2020. № 3. С. 137–145.
29. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Арсланов Х.А., Мохова Л.М., Дегтерев А.В., Ганзей К.С., Пшеничникова Н.Ф., Максимов Ф.Е., Старикова А.А., Петров А.Ю. Запись палеогеографических событий позднеледниковья-голоцена в органогенных отложениях острова Матуа (Центральные Курилы) // Тихоокеанская геология. 2018. Т. 37. № 5. С. 48–64.
30. Лящевская М.С., Гребенникова Т.А., Разжигаева Н.Г., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Старикова А.А. Деградация лесной растительности при изменении площади островной суши в голоцене (юг Малой Курильской гряды) // Известия РАН. Серия географическая. 2018. № 1. С. 52–62.
31. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Nazarova L.B., Mokhova L.M., Belyanina N.I., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Zazovskaya E.P. Small paleolakes of the Southern Kurils, as Holocene environmental archives // Limnology and Freshwater Biology. 2020. No. 4. P. 595–596.
32. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Белянина Н.И., Ганзей К.С., Кайстренко В.М., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е. Проявление климатических изменений и природных катастроф в позднем голоцене на юге острова Уруп, Курильские острова // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2019. № 3. С. 37–53.
33. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Belyanina N.I., Ganzei K.S., Kaistrenko V.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Rybin A.V. Multiproxy record of late holocene climatic changes and natural hazards from paleolake deposits of Urup Island (Kuril islands) // Journal of Asian Earth Sciences. 2019. Vol. 181. P. 103916.
34. Назарова Л.Б., Разжигаева Н.Г., Дикман Б., Гребенникова Т.А., Ганзей Л.А., Белянина Н.И., Арсланов Х.А., Кайстренко В.М., Горбунов А.О., Харламов А.А., Головатюк Л.В., Сырых Л.С., Субетто Д.А., Лиси-

- цын А.П. Реконструкция экологических условий голоцена северо-запада Тихоокеанского региона в соотношении с палеоданными острова Шикотан // ДАН. 2019. Т. 486 № 2. С. 76–80.
35. Nazarova L., Grebennikova T.A., Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Belyanina N.I., Arslanov Kh.A., Kaistrenko V.M., Gorbunov A.O., Kharlamov A.A., Rudaya N., Palagushkina O., Biskaborn B.K., Diekmann B. Reconstruction of Holocene environmental changes in Southern Kurils (North-Western Pacific) based on palaeolake sediment proxies from Shikotan Island // *Global and Planetary Change*. 2017. Vol. 159. P. 25–36
36. Nazarova L.B., Razjigaeva N.G., Diekmann B., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Belyanina N.I. Holocene Environmental Changes in North-western Pacific (Kamchatka-Kuril Region) // *CHIKEL/Transactions*. 2020. Vol. 41. No. 3. P. 277–293.
37. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Сахно В.Г. Пепел В-Тм катастрофического извержения вулкана Байтоушань в континентальных отложениях Приморья, как временной маркер малого оптимума голоцена // ДАН. Науки о Земле. 2020. Т. 494. № 2. С. 29–37.
38. Ганзей Л.А., Разжигаета Н.Г., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Горбунов А.О., Кайстренко В.М., Намов Ю.А., Лебедев И.И. Осадки цунами 1983 и 1993 годов на побережье Приморья // *Океанология*. 2017. Т. 57. № 4. С. 628–640.
39. Kaistrenko V.M., Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Gorbunov A.O., Nishimura Yu. The manifestation of tsunami of August 1, 1940 in the Kamenka settlement, Primorye (new data concerning the old tsunami) // *Geosystems of Transition Zones*. 2019. Vol. 3. No. 4. P. 417–422.
40. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Сугавара Д., Такашимизу Ю., Лебедев И.И., Горбунов А.О., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Реконструкция экстремальных гидрологических событий позднего голоцена на побережье бухты Валентин, Японское море // *Тихоокеанская геология*. 2020. Т. 39. № 2. С. 90–103.
41. Ганзей Л.А., Разжигаета Н.Г., Арсланов Х.А., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Горбунов А.О., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Харламов А.А. Проявление палеоцунами на побережье Приморья в голоцене // *Геоморфология*. 2018. № 2. С. 20–31.
42. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Arslanov Kh.A., Ivanova E.D., Ganzey K.S., Kharlamov A.A. Historical tsunami records on Russian Island, the Sea of Japan // *Pure and Applied Geophysics*, 2018. Vol. 175. No. 4. P. 1507–1523.
43. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Харламов А.А., Арсланов Х.А., Кайстренко В.М., Горбунов А.О., Петров А.Ю. Проблема палеореконокструкций мегацунами на Южных Курилах // *Тихоокеанская геология*. 2017. Т. 36. № 1. С. 37–49.
44. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Кайстренко В.М., Харламов А.А., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е. Использование палеоданных для оценки цунамиопасности побережья бухты Малокурильская, остров Шикотан // *Геосистемы переходных зон*. 2019. № 2. С. 219–236.
45. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Копотева Т.А., Климин М.А., Паничев А.М., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Летопись палеонаводнений в предгорьях Сихотэ-Алиния за последние 2.2 тысячи лет // *Известия РАН. Серия геогр.* 2019. № 2. С. 85–99.
46. Razjigaeva N.G., Grebennikova T.A., Ganzey L.A., Ponomarev V.I., Gorbunov A.O., Klimin M.A., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu. Recurrence of extreme floods in south Sakhalin Island as evidence of paleo-typhoon variability in North-Western Pacific since 6.6 ka BP // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2020. Vol. 556. No. 3. P. 109901.
47. Базарова В.Б., Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Копотева Т.А., Мохова Л.М., Паничев А.М., Климин М.А. Пирогенные события на юге Дальнего Востока в позднем плейстоцене-голоцене // *География и природные ресурсы* 2017. № 4. С. 122–132.
48. Лящевская М.С., Макарова Т.Р., Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Кудрявцева Е.П., Паничев А.М., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Развитие ландшафтов полуострова Муравьева-Амурского в среднем-позднем голоцене по данным изучения отложений побережья бухты Муравьиная (Южное Приморье) // *Успехи современного естествознания*. 2017. № 2. С. 110–122.
49. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Lyashevskaya M.S., Makarova T.R., Kudryavtseva E.P., Grebennikova T.A., Panichev A.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Malkov S.S. Climatic and human impacts on landscape development of the Murav'ev Amursky Peninsula (Russian South Far East) in the Middle/Late Holocene and historical time // *Quaternary International*, 2019. Vol. 516. P. 127–140.
50. Гельман Е.И., Омелько В.Е., Лящевская М.С., Баштанник С.В., Бондаренко О.В., Раков В.А., Еловская О.А. Роль растений и животных в системе жизнеобеспечения населения Краскинского городища // *Гуманитарные исследования в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке*. 2019. № 3. С. 31–38.
51. Пискарева Я.Е., Сергушева Е.А., Дорофеева Н.А., Лящевская М.С., Шарый-оол М.О. «Хозяйство раннесредневекового населения Приморья (по материалам мохэской археологической культуры)» // *Вестник археологии, антропологии и этнографии*. 2019. № 1. С. 25–36.
52. Khenzykhenova F.I., Kradin N.N., Danukalova G.A., Shchetnikov A.A., Osipova E.M., Matveev A.N., Yuriev A.L., Namzalova O. D.-Ts., Prokopets S.D., Lyashchevskaya M.A., Schepina N.A., Namsaraeva S.B., Martynovich N.V. The human environment of the Xiongnu Ivolga Fortress (West Trans-Baikal area, Russia): initial data // *Quaternary International*. 2020. Vol. 546. P. 216–228.

53. Bazarova V.B., Tsydenova N.V., Lyashevskaya M.S., Khenzykhenova F.I., Tumen D., Erdene M. Reconstruction of paleoenvironmental conditions of ancient people habitation in the Togoyn Gol River valley (Eastern Mongolia) // *Quaternary International*. 2019. Vol. 503. P. 105–114.

54. Мохова Л.М. Анализ состава спорово-пыльцевого дождя и субфоссильных палиноспектров в долинах рек Партизанская и Киевка (южное Приморье) для палеоландшафтных исследований // *Вестн. СВНЦ ДВО РАН*. 2020. № 2. С. 10–21.

55. Мохова Л.М., Еременко Н.А. Состав спорово-пыльцевого дождя на острове Кунашир (Курильские острова) // *Биота и среда заповедных территорий*. 2020. № 2. С. 3–37.

## Reference

1. Bazarova, V.B.; Klimin, M.A.; Kopoteva, T.A. Holocene dynamic of Eastern-Asia Monsoon in Lower Amur Area. *Geography and Natural Resources*. 2018, 39(3), 124–133. (In Russian)

2. Belyanin, P.S.; Belyanina, N.I. Evolution of the valley ecosystems in the lower reaches of the Bikin River in the late Pleistocene and Holocene. *Geography and Natural Resources*. 2018, 4, 139–149. (In Russian)

3. Belyanin, P.S.; Ivanov, V.V.; Lesnov, S.V.; Belyanina, N.I.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E. Biostratigraphy of the upper Pleistocene-Holocene valley deposits of the middle Sikhote-Alin (exemplified by the bolotistoye placer field at the Kh or River. *Bulletin of NESCFEB RAS*. 2018, 1, 20–31. (In Russian)

4. Razzhigaeva, N.G.; Gazney, L.A.; Mokhova, L.M.; Makarova, T.R.; Panichev, A.M.; Kopoteva, T.A.; Kudryavtseva, E.P.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu.; Krupskaya, V.V. Stages of landscapes development of foothills of the Western Sikhote-Alin. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya*. 2017, 4, 97–111. (In Russian)

5. Razzhigaeva N.G.; Gazney, L.A.; Mokhova, L.M.; Grebennikova, T.A., Panichev, A.M.; Kopoteva, T.A.; Kudryavtseva, E.P.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Starikova, A.A.; Petrov, A.Yu. Stages of landscape evolution on the western macroslope of Sikhote-Alin at the Pleistocene-Holocene transition (Bikin River basin). *Geography and Natural Resources*. 2017, 3, 127–138. (In Russian)

6. Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Panichev, A.M.; Grebennikova, T.A.; Mokhova, L.M.; Kopoteva, T.A.; Kudryavtseva, E.P.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Starikova, A.A.; Zakusin, S.V. Response of Landscapes of the Sikhote-Alin Western Slopes to the Middle-Late Holocene Climatic Changes. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 201, 53(7), 679–698.

7. Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Kopoteva, T.A.; Mokhova, L.M.; Panichev, A.M.; Kudryavtseva, E.P.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu.; Klimin, M.A. Environmental changes recorded in deposits of the Izyubryne Solontsi Lake, Sikhote-Alin. *Contemporary problems of ecology*. 2017, 10(4), 441–453. (In Russian)

8. Razhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Mokhova, L.M.; Makarova, T.R.; Panichev, A.M.; Kudryavtseva, E.P.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Starikova, A.A. Late Holocene environmental changes recorded in the deposits of paleolake of the Shkotovskoe Plateau, Sikhote-Alin Mountains, Russian Far East. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2017, 136, 89–101.

9. Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Mokhova, L.M.; Kopoteva, T.A.; Kudryavtseva, E.P.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu.; Klimin, M.A. Development of the natural environment of midlands of the Southern Sikhote-Alin recorded in the Sergeev Plateau peat bogs. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2019, 13(1), 11–28. (In Russian)

10. Razhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Mokhova, L.M.; Makarova, T.R.; Kudryavtseva, E.P.; Panichev, A.M.; Arslanov, Kh.A. Climate and human impact on vegetation in the upper part of the Ussuri River basin in late Holocene, Russian Far East. *Geography, Environment, Sustainability*. 2019, 2(12), 162–172.

11. Belyanin, P.S.; Belyanina, N.I. Changes of the *Pinus koraiensis* distribution in the south of the Russian Far East in the postglacial time. *Botanica Pacifica*. 2019, 8(1), 19–30.

12. Belyanin, P.S.; Belyanina, N.I. Changes of vegetation in the eastern part of Khanka Plain (south of the Russian Far East) at the transition from the Late Pleistocene cryochron (MIS 2) to the Early Holocene. The 5th International Conference “Ecosystem dynamics in the Holocene. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2020, 438, 012003.

13. Ryashchenko, T.G.; Ukhova, N.N.; Shtelmakh, S.I.; Belyanina, N.I.; Belyanin, P.S. Composition, microstructure and properties of Quaternary clays of the Prikhankayskaya depression (Primorye). *Engineering Geology World*. 2019, V. XIV, 1, 20–34. (In Russian)

14. Bazarova, V.B.; Lyashevskaya, M.S.; Makarova, T.R.; Orlova, L.A. Sedimentation conditions of the Khanka Plain (Southern Far East) in the middle-late Holocene. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2018, 12(6), 94–105. (In Russian)

15. Bazarova, V.B.; Lyashevskaya, M.S.; Makarova, T.R.; Makarevich, R.A.; Orlova, L.A. Holocene overbank deposition in the drainage basin of Lake Khanka. *Russian Geology and Geophysics*. 2018, 59(11), 1410–1418. (In Russian)

16. Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, Kornyushenko, T.V.; Ganzey, K.S.; Kudryavtseva, E.P.; Gridasova, I.V.; Klyuev, N.A.; Prokopets, S.D. Interaction of Natural and Anthropogenic Factors in Landscape

Development of Razdolnaya River Basin, Primorye. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya*. 2020, 84(2), 246–258. (In Russian)

17. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Mokhova, L.M.; Kudryavtseva, E.P.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Starikova, A.A. Landscape and environmental changes of Eastern Primorye coast at middle–late Holocene: climatic changes and human impact effects. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2018, 158, 160–172.

18. Anderson, P.M.; Belyanin, P.S.; Belyanina, N.I.; Lozhkin, A.B. Evolution of the vegetation cover of Peter the Great Bay western coast in the late Pleistocene–Holocene. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2017, 36(4), 99–108. (In Russian)

19. Belyanin, P.S.; Anderson, P.M.; Lozhkin, A.B. Belyanina, N.I.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Gornov, D.A. Vegetation changes in the south of the Russian Far East in the middle and late Holocene. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya*. 2019, 2, 69–84. (In Russian)

20. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Bazarova, V.B.; Arslanov, Kh.A.; Grebennikova, T.A.; Mokhova, L.M.; Belyanina, N.I.; Lyashevskaya, M.S. Landscape response to the Medieval Warm Period in the South Russian Far East. *Quaternary International*. 2019, 519, 215–231.

21. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A. Specific of space-time organization of island geosystems in the Pleistocene–Holocene. *Pacific Geography*. 2020, 3, 5–17. (In Russian)

22. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Makarova, T.R.; Korniyushenko, T.V.; Kudryavtseva, E.P.; Ganzei, K.S.; Sudin, V.V.; Kharlamov, A.A. Paleolake of Shkot Island: natural archive of climatic and landscape changes. *Geosystems of Transition Zones*. 2020, 2, 230–249. (In Russian)

23. Grebennikova, T.; Razjigaeva, N.; Ganzey, L.; Ganzei, K.; Arslanov, Kh.; Maksimov, F.; Petrov, A.; Kharlamov, A. Evolution of a paleolake on Russian Island (Sea of Japan) in middle-late Holocene: record of sea-level oscillations, extreme storms and tsunamis. The 5th International Conference “Ecosystem dynamics in the Holocene. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020, 438, 012009.

24. Razjigaeva, N.; Ganzey, L.; Grebennikova, T.; Korniyushenko, T.; Ganzei, K.; Kudryavtseva, E.; Prokopets, S. Environmental changes and human impact on landscapes as recorded in lagoon-lacustrine sequences of Russky Island, South Far East. *J. of Asian Earth Sciences*. 2020, 197, 104386.

25. Lyashevskaya, M.S.; Ganzei, K.S.; Makarova, T.R. Paleogeographical Reconstruction for Stenina Island (Sea of Japan) during Middle-Late Holocene. *Biodiversity and Environment of Far East Reserves*. 2017, 2, 3–20. (In Russian)

26. Ganzei, K.S.; Kiselyova, A.G.; Rodnikova, I.M.; Lyashchevskaya, M.S.; Pshenichnikova, N.F. Natural and anthropogenic development factors for geosystems of Popov Island (the Sea of Japan). *Geography and Natural Resources*. 2018, 1, 131–141. (In Russian)

27. Pshenichnikov, B.F.; Lyashchevskaya, M.S.; Pshenichnikova, N.F. Specificity of burozem formation in Petrov Island (Lazovsky Nature Reserve, Primorye territory). *Biodiversity and Environment of Protected Areas*. 2018, 3, 5–20. (In Russian)

28. Pshenichnikov, B.F.; Lyashchevskaya, M.S.; Pshenichnikova, N.F. Formation of polygenetic burozems on red residue of Rikord Island (Peter the Great Gulf, Primorskii krai). *Geography and Natural Resources*. 2020, 3, 137–145. (In Russian)

29. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Arslanov, Kh.A.; Mokhova, L.M.; Degterev, A.V.; Ganzei, K.S.; Pshenichnikova, N.F.; Maksimov, F.E.; Starikova, A.A.; Petrov, A.Yu. Record of Late Glacial–Holocene Paleogeographical Events in Orogene Deposits of Matua Island (Central Kurils). *Russian Journal of Pacific Geology*. 2018, 12(5), 384–399.

30. Lyashevskaya, M.S.; Grebennikova, T.A.; Razjigaeva, N.G.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Starikova, A.A. Degradation of forest vegetation under island area variations in Holocene (the south of Lesser Kuril Ridge). *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya*. 2018, 1, 52–62. (In Russian)

31. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Nazarova, L.B.; Mokhova, L.M.; Belyanina, N.I.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu.; Zazovskaya, E.P. Small paleolakes of the Southern Kurils, as Holocene environmental archives. *Limnology and Freshwater Biology*. 2020, 4, 595–596.

32. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Belyanina, N.I.; Ganzei, K.S.; Kaistrenko, V.M.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Rybin, A.V. Manifestation of late Holocene climatic changes and natural hazards in the south of Urup Island (Kuril Archipelago). *Bulletin NESCFEB RAS*. 2019, 3, 37–53. (In Russian)

33. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Belyanina, N.I.; Ganzei, K.S.; Kaistrenko, V.M.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Rybin, A.V. Multiproxy record of late holocene climatic changes and natural hazards from paleolake deposits of Urup Island (Kuril islands). *Journal of Asian Earth Sciences*. 2019, 181, 103916.

34. Nazarova, L.B.; Razjigaeva, N.G.; Diekmann, B.; Grebennikova, T.A.; Ganzey, L.A.; Belyanina, N.I.; Arslanov, K.A.; Kaistrenko, V.M.; Gorbunov, A.O.; Kharlamov, A.A.; Golovatyuk, L.G.; Syrykhh, L.S.; Subetto, D.A.; Lisitsyn, A.P. Reconstruction of Holocene Environmental Changes in North-Western Pacific in Relation to Paleorecord from Shikotan Island. *Doklady Earth Sciences*. 2019, 486(1), 494–497. (In Russian)

35. Nazarova, L.; Grebennikova, T.A.; Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Belyanina, N.I.; Arslanov, Kh.A.; Kaistrenko, V.M.; Gorbunov, A.O.; Kharlamov, A.A.; Rudaya, N.; Palagushkina, O.; Biskaborn, B.K.; Diekmann, B. Reconstruction of Holocene environmental changes in Southern Kurils (North-Western Pacific) based on palaeolake sediment proxies from Shikotan Island. *Global and Planetary Change*. 2017, 159, 25–36

36. Nazarova, L.B.; Razjigaeva, N.G.; Diekmann, B.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Mokhova, L.M.; Belyanina, N.I. Holocene Environmental Changes in North-western Pacific (Kamchatka-Kuril Region). *CHIKEI/Transactions*. 2020, 41, 3, 277–293.

37. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Mokhova, L.M.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu.; Sakhno, V.G. B–Tm Ash of a Catastrophic Eruption of Baitoushan Volcano in Terrestrial Deposits of Primorye as an Age Marker of the Medieval Warm Period in the Holocene. *Doklady Earth Sciences*. 2020, 494, Part 2, 779–786. (In Russian)
38. Ganzey, L.A.; Razjigaeva, N.G.; Nishimura, Yu.; Grebennikova, T.A.; Gorbunov, A.O.; Kaistrenko, V.M.; Naumov, Yu.A.; Lebedev, I.I. Deposits of the 1983 and 1993 Tsunamis on the coast of Primorye. *Oceanology*. 2017, 57, 4, 568–579. (In Russian)
39. Kaistrenko, V.M.; Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Gorbunov, A.O.; Nishimura, Yu. The manifestation of tsunami of August 1, 1940 in the Kamenka settlement, Primorye (new data concerning the old tsunami). *Geosystems of Transition Zones*. 2019, 3, 4, 417–422.
40. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Nishimura, Yu.; Grebennikova, T.A.; Sugawara, D.; Takashimizu, Yu.; Lebedev, I.I.; Gorbunov, A.O.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu. Reconstruction of late Holocene extreme hydrological events of the Valentin Bay coast, the Sea of Japan. *Russian J. of Pacific Geology*. 2020, 14, 2, 178–190. (In Russian)
41. Ganzey, L.A.; Razjigaeva, N.G.; Arslanov, Kh.A.; Nishimura, Yu.; Grebennikova, T.A.; Gorbunov, A.O.; Maksimov, F.E.; Petrov, F.Yu.; Kharlamov, A.A. Manifestation of paleotsunami on the coast of Primorye in the Holocene. *Geomorphology*. 2018, 2, 20–31. (In Russian)
42. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Arslanov, Kh.A.; Ivanova, E.D.; Ganzey, K.S.; Kharlamov, A.A. Historical tsunami records on Russian Island, the Sea of Japan. *Pure and Applied Geophysics*. 2018, 175(415), 1507–1523.
43. Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Kharlamov, A.A.; Arslanov, Kh.A.; Kaistrenko, V.M.; Gorbunov, A.O.; Petrov, A.Yu. The Problem of Past Megatsunami Reconstructions on the Southern Kurils. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2017, 11(1), 34–45.
44. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Kaistrenko, V.M.; Kharlamov, A.A.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E. Application of paleodata for evaluation of the tsunami hazard of the Malokuril'skaya Bay coast (Shikotan Island). *Geosystems of Transition Zones*. 2019, 2, 219–236. (In Russian)
45. Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A.; Kopoteva, T.A.; Klimin, M.A.; Panichev, A.M.; Kudryavtseva, E.P.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu. Paleoflood records within Sikhote-Alin foothills during last 2.2 ka. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya*. 2019, 2, 85–99. (In Russian)
46. Razjigaeva, N.G.; Grebennikova, T.A.; Ganzey, L.A.; Ponomarev, V.I.; Gorbunov, A.O.; Klimin, M.A.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu. Recurrence of extreme floods in south Sakhalin Island as evidence of paleo-typhoon variability in North-Western Pacific since 6.6 ka BP. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2020, 556(3), 109901.
47. Bazarova, V.B.; Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Kopoteva, T.A.; Mokhova, L.M.; Panichev, A.M.; Klimin, M.A. Pyrogenic events in the south of the Far East in the late Pleistocene-Holocene. *Geography and Natural Resources*. 2017, 4, 122–132. (In Russian)
48. Lyashevskaya, M.S.; Makarova, T.R.; Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Kudryavtseva, E.P.; Panichev, A.M.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu. Development of Muravyov-Amursky Peninsula landscapes during middle-late Holocene based on research of coast Muravynaya Bay sediments data. *Advances in Current Natural Sciences*. 2017, 2, 110–122. (In Russian)
49. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Lyashevskaya, M.S.; Makarova, T.R.; Kudryavtseva, E.P.; Grebennikova, T.A.; Panichev, A.M.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu.; Malkov, S.S. Climatic and human impacts on landscape development of the Murav'ev Amursky Peninsula (Russian South Far East) in the Middle/Late Holocene and historical time. *Quaternary International*. 2019, 516, 127–140.
50. Gelman, E.I.; Omelko, V.E.; Lyashchevskaya, M.S.; Bashtannik, S.V.; Bondarenko, O.V.; Rakov, V.A.; Elovskaya, O.A. The role of plants and animals in the livefood of Kraskino Fortthress population. *Humanities Research in the Russian Far East*. 2019, 3, 31–38. (In Russian)
51. Piskareva, Ya.E.; Sergusheva, E.A.; Dorofeeva, N.A.; Lyashchevskaya, M.S.; Sharyi-ool, M.O. Economy of the early Mediaeval population of Primorye (based on archaeological evidence for the Mohe culture). *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii*. 2019, 1, 25–36. (In Russian)
52. Khenzykhenova, F.I.; Kradin, N.N.; Danukalova, G.A.; Shchetnikov, A.A.; Osipova, E.M.; Matveev, A.N.; Yuriev, A.L.; Namzalova, O. D.-Ts.; Prokopets, S.D.; Lyashchevskaya, M.A.; Schepina, N.A.; Namsaraeva, S.B.; Martynovich, N.V. The human environment of the Xiongnu Ivolga Fortress (West Trans-Baikal area, Russia): initial data. *Quaternary International*. 2020, 546, 216–228.
53. Bazarova, V.B.; Tsydenova, N.V.; Lyashevskaya, M.S.; Khenzykhenova, F.I.; Tumen, D.; Erdene, M. Reconstruction of paleoenvironmental conditions of ancient people habitation in the Togootyn Gol River valley (Eastern Mongolia). *Quaternary International*. 2019, 503, 105–114.
54. Mokhova, L.M. Analysis of the modern spore-pollen rain composition and the pollen spectrum from Partizanskaya and Kievka river valleys (southern Primorye) for paleolandscape research. *Bulletin of NESCFEB RAS*. 2020, 2, 10–21. (In Russian)
55. Mokhova, L.M.; Eremenko, N.A. Pollen rain composition on Kunashir Island (Kuril Islands). *Biodiversity and Environment of Protected Areas*. 2020, 2, 3–37. (In Russian)



## Статус территории опережающего развития как механизм управления регионом

БАЛИНА Т.А., МЕЛЬНИКОВ Е.Р., НИКОЛАЕВ Р.С.,  
СТОЛБОВ В.А., ЧЕКМЕНЕВА Л.Ю.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь  
Адрес для переписки: seg@psu.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается один из видов территорий с особым экономическим статусом – территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) как механизм регионального управления в период реновации российской экономики. В качестве теоретико-методологической основы исследования выступает теория цикличности развития мирового хозяйства, в рамках которой раскрываются закономерности развития старопромышленных регионов. Переживая стагнацию и деградацию традиционных отраслей промышленности, такие регионы находятся в поиске новых импульсов развития, некоторые объявляются территориями опережающего развития. Научный подход, реализуемый в работе, основан на концепции поляризованного развития, которая предполагает выявление полюсов (точек роста) с высоким потенциалом и приложение адекватных усилий для их развития. В статье акцентируется внимание на роли территорий опережающего развития в качестве научной базы региональной политики и современного инструмента развития региональной социэкономии. Динамический анализ условий формирования таких территорий выявил современные тенденции их продвижения с востока на запад. На примере ТОСЭР, созданных в «моногородах» Пермского края, раскрываются проблемы их становления. В качестве индикаторов эффективности прилагаемых усилий по формированию Чусовского и Нытвенского ТОСЭР использованы демографические показатели, анализ которых выявил, что социально-экономическая ситуация остается неблагополучной, естественная убыль населения сопровождается миграционным оттоком. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости усиления региональной политики в целях сохранения и преумножения человеческого капитала. Механизм трансформации проблемных регионов в ТОСЭР может стать инструментом стратегического планирования и территориального управления, позволяющим сместить акцент на эффективную социальную ориентацию хозяйства.

**Ключевые слова:** территориальное управление, человеческий капитал, территория опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР), Пермский край, моногород, старопромышленный регион.

## The priority development area as a mechanism of regional management

BALINA T.A., MELNIKOV E.R., NIKOLAEV R.S.,  
STOLBOV V.A., CHEKMENEVA L.Yu.

Perm State University, Perm  
Correspondence paper: seg@psu.ru

**Abstract.** The article examines one of the types of territories with a special economic status - the territory of advanced socio-economic development (TASED) as a mechanism of regional management in the course of the Russian economy renovation. The theory of the cyclical development of the world economy serves as the theoretical and methodological basis of this study to reveal the development patterns of old-industrial regions. Experiencing stagnation

and degradation in traditional industries, such regions are looking for new impulses for their development. Some of them are declared as priority development areas. The scientific approach implemented in the work is based on the concept of polarized development, which involves identifying “growth poles” (points) with high potential and applying of adequate efforts for their development. The main attention focuses on the role of the advanced development areas as a scientific basis for making regional policy and as a modern tool for the development of regional socioeconomics. A dynamic analysis of the TASED creation in Russia has revealed current trends in their formation mainly from east to west. The authors consider the problems in the TASED formation by examples of two mono-industrial urban settlements in the Perm region – Chusovoy and Nytva. The demographic data used as indicators to reflect effectiveness of the TASED formation show that the socio-economic situation remains unfavorable, and the natural population decline accompanied by a noticeable migration outflow. The obtained results indicate the need to strengthen regional policy in order to preserve and increase human capital. The mechanism of transformation of problem regions into TASEDs can become the instrument of strategic planning and territorial management to shift the emphasis on effective social orientation of the economy. At the first stage of forming the “growth poles” in mono-industrial towns of the Perm Region, it is necessary to solve the employment problem, to prioritize not economic, but social tasks. It also needs a creation of the conditions for any type of economic activity in order to prevent the social tension growth and labor forces outflow. It is advisable to form a “knowledge economy”, to create a system “science - business – power”. The local socioeconomic development requires long-term, painstaking and purposeful efforts, coordinating actions of regional and municipal authorities. TASED has prospects for becoming an effective mechanism in territorial management, a “growth pole” in the old industrial region.

**Keywords:** territorial management, human capital, territory of advanced socio-economic development (TASED), Perm Territory, mono-industrial town, growth pole, old-industrial regions.

## Введение

В эпоху перехода к постиндустриальному этапу развития особое значение приобрели изучение человеческого капитала, гуманизации экономики, возвышение роли человека не только как участника производственных процессов, но и как основной ценности общества, государства. Во главу угла ставится социально-ориентированная экономика (социэкономика), заинтересованная в повышении уровня и качества жизни населения.

Перед общественной географией стоит серьезная задача – определение роли и функций территорий опережающего развития (ТОР) в реализации региональной политики, обоснование их в качестве современного инструмента территориального управления. Необходимо подчеркнуть, что преобразование ТОР в территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) говорит не только о изменении аббревиатур, но и смене вектора социально-экономического развития регионов – дополнении экономических целей их функционирования социальными. Эти тенденции символизируют гуманизацию общественного развития, возвращение на качественно новом уровне к принципам антропоцентризма, трансформацию региональной экономики в социэкономiku.

В общественной географии сложилась стройная система теорий, которые могут являться базой для территориального планирования и управления и, что особенно важно, научным фундаментом для создания территорий опережающего развития. Так, теории цикличности развития мировой экономики Н. Кондратьева [1] и концепция поляризованного развития Ф. Перру [2], став «классическими», позволяют выявить генезис и динамику экономических процессов, их связь с авангардными и инновационными отраслями промышленности. Очень гармонично сюда вписывается теория инноваций Й. Шумпетера, доказывающая, что базисом инновационной деятельности выступает цикличность и динамичность соревнования старых товаров и технологий с новыми [3].

В работах современных географов-обществоведов данные теории получили дальнейшее продолжение и применяются при изучении устойчивости пространственного экономического развития [4–6].

Территориальная концентрация отраслей-флагманов, создающих новые товары и услуги, порождает цепную реакцию, когда возникновение и рост промышленных центров стимулируют притяжение факторов производства, поскольку обеспечивают наиболее эффективное их использование. Это приводит к формированию полюсов экономического роста в районах, переживающих депрессию. Создание в этих регионах территорий особого

статуса может не только способствовать выходу из депрессии, но и спровоцировать новые импульсы социально-экономического развития [7–10].

## Материалы и методы

На отдельных этапах развития российской экономики приоритеты отдавались разным видам территорий с особым статусом. В России опробованы различные механизмы территориального управления, в частности выделение особых экономических зон, промышленных парков, наукоградов, технополисов и технопарков, зон экономического благоприятствования, свободных портов, инновационных кластеров и др. Их размещение происходило с учетом географических подходов и принципов, среди которых особое значение имеют природно-ресурсный, инновационный, транспортно-географический, социально-экономический и др.

В 2014 г. был утвержден законопроект о внедрении нового государственного инструмента по диверсификации экономики «отстающих» территорий для их превращения в «опережающие». Процесс активного присвоения статуса «специальной» территории начался в регионах Дальнего Востока в июне 2015 г. Тогда пилотными проектами стали площадки «Хабаровск» и «Комсомольск» в Хабаровском и «Надеждинская» в Приморском краях. В октябре 2015 г. сформировался свободный порт «Владивосток» в границах 15 муниципалитетов. Спустя три месяца особый статус стали присваивать монопрофильным поселениям (моногородам), а с 2017 г. – и закрытым административно-территориальным образованиям (ЗАТО).

В процессе распространения новых территорий за пределы Дальнего Востока их функции расширилась. ТОР стали создаваться не только для повышения инвестиционной привлекательности регионов. Таким полюсам развития в границах моногородов предлагалось диверсифицировать экономику путем предоставления налоговых льгот и создания благоприятного инвестиционного климата [11].

Для ряда моногородов, переживающих глубокую депрессию, придание особого статуса породило надежду и могло стать «спасением». Для них была определена отдельная процедура присвоения статуса ТОР и его сохранения в течение десяти лет с возможностью продления на пять лет [12]. ТОР преобразовались в ТОСЭР, что свидетельствовало о гуманизации территориального планирования, формировании социэкономки, которая включает все аспекты жизнедеятельности человека – от производства до благоустроенного дома.

Необходимо отметить, что в нашей стране ТОСЭР имеют различную правовую базу для создания и функционирования. Первые ТОР, созданные на Дальнем Востоке, имеют собственные критерии, которые отличают их от других регионов (табл. 1). Из 111 ТОСЭР, организованных в России, 87 расположены в моногородах, в том числе 5 в ЗАТО (вне пределов Дальнего Востока) [13].

Принятые законодательные акты о создании ТОСЭР призваны способствовать привлечению капитала, инвестиций в те регионы страны, где существуют потенциальные условия (сырьевая база, трудовые ресурсы) для долгосрочной предпринимательской деятельности, достаточное количество работников производственной сферы, а не сферы обслуживания. Принятие закона о ТОСЭР (№ 473-ФЗ) повлекло внесение изменений в Гражданский, Градостроительный, Трудовой, Земельный, Лесной кодексы РФ; в федеральные законы о работе органов власти, о приватизации, об обязательном страховании, об иностранных гражданах, о лицензировании, об экологической экспертизе, о таможенных отчислениях.

Целью ТОСЭР признается пополнение доходной части региональных бюджетов за счет введения налоговых льгот для резидентов и перераспределения налоговых поступлений в пользу региона. Для этого были внесены изменения в отдельные статьи Налогового кодекса РФ, в том числе относительно налогового режима в ТОСЭР на территории моно-

## Отличия условий функционирования ТОСЭР

Table 1. Differences in the conditions for the functioning of a territory of the social and economic advanced development (TASED)

Условия функционирования	ТОСЭР	
	на Дальнем Востоке	в других регионах РФ
Срок	70 лет	10 лет
Возможность продления срока	Есть, по решению Правительства РФ	Есть, по решению Правительства РФ, на 5 лет
Территория	В пределах одного или нескольких муниципалитетов одного региона	В границах одного муниципального образования
Управляющая компания	Создается	Не создается
Таможенные пошлины	Свободная таможенная зона	Обычный режим
Финансирование строительства объектов инфраструктуры за счет бюджетных отчислений	Предусмотрено	Не предусмотрено
Критерий обозначения градообразующего предприятия (% работников в общей структуре занятости)	20 % среднесписочной численности работников организации	15 % среднесписочной численности работников организации
Дополнительные условия создания ТОСЭР	Не предусмотрено; все нюансы – в статьях 473-ФЗ	Критерии для моногородов первой и второй категорий

Составлено по: [11, 12, 14].

городов (а они составляют 80 % всех действующих ТОСЭР), которые обладают особыми привилегиями.

Поскольку существующие в России ТОСЭР не имеют единой законодательно-нормативной базы, сложились значительные различия в полномочиях и особенностях их функционирования. Отсутствие единой «системы координат» в создании и управлении такими территориями актуализирует географический взгляд на перспективы их развития.

### Результаты и их обсуждение

Аналогичные проекты по трансформации территории в развитых странах показали особую значимость взаимодействия науки, власти и бизнеса в процессе формирования «экономики знаний» и перехода на инновационный путь развития. Например, важным фактором реорганизации старопромышленных территорий является приближенность к центрам информации [15].

ТОСЭР в силу большей привлекательности для предпринимателей и минимизации государственных затрат играют роль драйвера в развитии регионов с низкой инвестиционной привлекательностью. В этом и слабость подобных территорий. Формируясь вокруг действующих производств, они консервируют, закрепляют сложившийся профиль территории, сопротивляясь его кардинальной смене. И только в перспективе, в рамках выстраивания инновационного будущего, ТОСЭР могут стать «полюсами роста» в регионах.

Сравнительный анализ показал довольно слабое влияние созданных ТОСЭР на масштабы инвестирования в научно-исследовательскую инфраструктуру. Лишь некоторые самодостаточные регионы, которые могут в кратчайшие сроки переориентировать бюджет на финансирование инфраструктуры в ТОСЭР, могут позволить инвестировать в «науку» для налаживания трансфера технологий.

Возникнув на Дальнем Востоке в приграничных субъектах и преимущественно в портах, ТОР стали «продвигаться» на запад в более богатые глубинные территории Восточ-

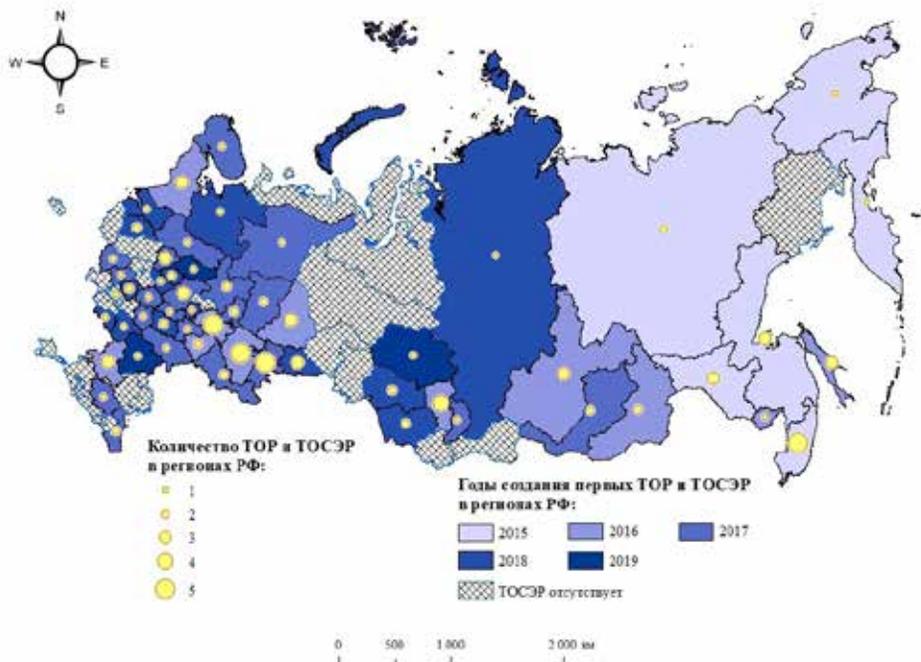


Рис. 1. Размещение территорий с особым статусом по регионам России

Fig. 1. Distribution of the territories with a special status by regions of Russia

ной Сибири, Урала и Поволжья, где размещаются наукограды и высокотехнологичные производства (рис. 1). А тремя годами позже ТОСЭР стали формироваться в старопромышленных регионах, а именно в моногородах с узкой специализацией. Так, на Урале, в Пермском крае, Башкирии и Челябинской области особый статус был предоставлен городам, в которых основными градообразующими производствами являлась черная металлургия, переживающая глубокий кризис на протяжении двух десятилетий.

Плотность размещения территорий с особым статусом на европейской части России по состоянию на конец 2020 г. гораздо выше, чем в ее азиатской части. В европейской и азиатской частях страны наряду с особыми льготами и преференциями реализуются разные сочетания благоприятных факторов развития. Европейские TOP и ТОСЭР формируются в регионах с высоким потенциалом развития, который характеризуется большой плотностью населения, дифференцированной структурой экономики, развитой производственной и социальной инфраструктурой. Именно в европейской части страны сосредоточены привлекательные для инвесторов крупные промышленный центры, наукограды, где отмечаются благоприятные факторы для создания инноваций и их последующей адаптации к местным социально-экономическим условиям. Для азиатской части страны на большинстве территорий с особым статусом реализуются другие благоприятные факторы развития – уникальные сочетания природных ресурсов и выгодное экономико-географическое положение. Научно-производственный потенциал здесь локализован в небольшом числе экономических центров.

**Проблемы и перспективы развития ТОСЭР в Пермском крае.** В Пермском крае действуют две территории с особым статусом: с 2017 г. ТОСЭР «Чусовой» в Чусовском городском округе (ГО) и с 2019 г. ТОСЭР «Нытва», который функционирует в границах Нытвенского ГО. Чусовской ТОСЭР находится в восточной части края, в 47 км к северо-востоку от г. Пермь и граничит с Пермской городской агломерацией.

Центр Чусовской ТОСЭР г. Чусовой возник в связи с проведением первой на Урале Горнозаводской железной дороги и началом строительства чугуноплавильного и



**Рис. 2.** Структура промышленного комплекса Чусовского городского округа и планируемые инвестиционные проекты по состоянию на 01.06.2020 г. (составлено авторами)

**Fig. 2.** The industrial complex composition in the Chusovoy urban district and the planned investment projects on 01.06.2020

железодельательного завода. Чусовской ГО принадлежит к числу высокоиндустриальных старопромышленных районов Западного Урала (рис. 2). Здесь находятся предприятия металлургического и лесопромышленного комплекса, а также машиностроения и металлообработки, строительной и пищевой отрасли. Градообразующим является АО «Чусовский металлургический завод», которое до 2013 г. было единственным в крае предприятием полного цикла. После реконструкции это ведущее предприятие в России по производству феррованадия, рессорной продукции и др. Также завод выпускает сложные фасонные профили проката и готовые автомобильные рессоры, выступая лидером российского рынка рессор для грузовых автомобилей и общественного транспорта. Здесь также действует предприятие ООО «Фабрио-Рус» по производству пневмоподушек. Химическая промышленность представлена ООО «Чусовские минеральные удобрения», выпускающим гранулированные удобрения и использующим безотходную технологию производства. Представителями текстильной промышленности являются две швейные фабрики, которые выпускают инновационную рабочую и специальную одежду, в том числе и для силовых структур РФ.

Кроме того, в Чусовом в 2019 г. получил статус приоритетного инвестиционный проект по созданию тепличного комплекса с собственным энергоцентром. Пока в регионе нет промышленного производства овощной продукции, тепличный же комплекс позволит не только создать около 400 рабочих мест, но и укрепить агропромышленный комплекс региона.

ТОСЭР «Нытва» функционирует в рамках Нытвенского ГО всего год. Округ расположен в центральной части Пермского региона, в 68 км к юго-западу от г. Пермь. Промышленность Нытвы представлена предприятиями, относящимися к различным отраслям. Это металлургический завод, выпускающий стальной прокат и столовые приборы; механический завод «Парма» по производству инструментов; три лесоперерабатывающих комбината, которые занимаются выпуском пиломатериалов, шпал, фанеры и др.; два предприятия пищевой промышленности – маслозавод и мясокомбинат с разнообразным ассортиментом молочной и мясной продукции. С открытием ТОСЭР «Нытва» и обустройством 22 инвестиционных площадок ожидаются новые экономические импульсы развития.

Конкурентными преимуществами для развития Чусовского и Нытвенского ТОСЭР являются выгодное экономико-географическое и транспортное положение, а также вы-

сокий рекреационный потенциал, определяемый наличием сплавных рек, разнообразной культурной, туристической и спортивной инфраструктурой. Можно предположить, что введение ТОСЭР в Чусовском и Нытвенском округах будет способствовать увеличению производства товаров и услуг, что повлияет на рост налоговых поступлений в местные бюджеты.

Основной идеей трансформации ТОР в ТОСЭР для моногородов является не только создание благоприятного инвестиционного климата, но и появление «предприятий-локомотивов», формирование полюсов экономического роста и инноваций, сохранение и преумножение человеческого капитала, развитие социэкономике и повышения качества жизни населения. Следовательно, одним из индикаторов эффективности деятельности ТОСЭР являются показатели социально-демографической ситуации, в частности естественного и механического движения населения (табл. 2).

Таблица 2

Демографические показатели ТОСЭР Пермского края  
Table 2. Demographic indicators of TASED of the Perm Territory

	2010	2011 <sup>1</sup>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Миграционный прирост (убыль), в целом по Пермскому краю, чел.	-12037	-807	1910	22	-1058	-4014	-3201	-6029	-6508	-3763
Чусовской	-141	-255	-373	-267	-234	-237	-287	-390	-475	-303
Нытвенский	-130	-475	-500	-319	-291	-42	-141	-316	-289	-319
Коэффициент миграционного прироста (убыли), в целом по Пермскому краю, ‰	-46	-3	7	0.1	-4	-15	-12	-23	-25	-14
Чусовской	-20	-36	-53	-38	-34	-34	-42	-58	-71	-46
Нытвенский	-30	-105	-116	-75	-68	-10	-33	-75	-70	-78
Коэффициент естественного прироста (убыли), в целом по Пермскому краю, ‰	-1.2	-0.6	0.6	0.7	0.7	0.5	0.3	-1.2	-2.2	-3.0
Чусовской	-5.7	-4.0	-4.1	-1.5	-2.6	-3.1	-4.3	-4.9	-7.4	-7.2
Нытвенский	-2.2	0.3	2.0	1.7	2.6	-2.5	-2.8	-2.6	-4.9	-5.0

<sup>1</sup> С января 2011 г. внесены изменения в методологию учета миграции населения в части минимального критерия для выделения постоянных жителей, который был уменьшен до 9 месяцев.

Составлено по: [16].

Изучение территориальных особенностей социально-демографических процессов в Пермском крае показало, что ситуация в Чусовском и Нытвенском муниципалитетах является типичной для многих старопромышленных районов. Глубокий экономический кризис, повлекший за собой негативные демографические последствия, проявился, например, в районах Кизеловского угольного бассейна, где закрытие шахт и ликвидация градообразующих производств привели к оттоку трудоспособного населения и трансформации возрастной структуры населения. Негативный опыт показал, что на смену закрытым производствам «не приходят» новые, их необходимо создавать, опираясь на научно обоснованную региональную стратегию. Разработка такой парадигмы требует особого внимания краевых и федеральных властей. На фоне ряда территорий со сходными проблемами Чусовской и Нытвенский ГО не являются исключением, но на момент создания ТОСЭР «Чусовой» и «Нытва» они обладали реальным потенциалом для «спасения» территории от депрессии и затухания.

Однако, как показал анализ, их создание пока не преломило негативных тенденций в социально-демографической ситуации. В первом приближении очевидно, что отток трудоспособного населения и, как следствие, сокращение человеческого потенциала свидетельствуют о том, что современная практика формирования ТОСЭР в старопромышленных городах не всегда является действенным механизмом территориального управления. Несмотря на это, исследования в сфере поведенческой географии [17] показывают, что наблюдаемые миграционные процессы являются своего рода отложенным явлением, поскольку выезжает население, давно принявшее данное решение (пока не были созданы ТОСЭР). Наблюдается некий «лаг запаздывания», поскольку для проявления позитивных тенденций в поселениях с признаками социально-экономической депрессии дополнительно требуется сохранение благоприятных условий на более продолжительный срок и стабильность происходящих трансформаций (правило стабильности). Только в этом случае можно говорить о наличии эффективного плана действий у региональных органов власти.

### **Заключение и выводы**

Многие регионы России и особенно Урал остро нуждаются в персонифицированных, уникальных проектах развития старопромышленных территорий, где моногорода теряют градообразующие производства. ТОСЭР могут стать инструментом регионального развития. Этот инструмент может способствовать привлечению инвестиций в регионы, наделенные потенциальными условиями экономического роста (сырьевыми, трудовыми, научно-исследовательскими, транспортно-логистическими и др.). Смягчение налогового климата наряду с обязательствами региональной власти по организации функционирования ТОСЭР должны стимулировать прирост рабочих мест. Создание инновационных производств в ТОСЭР, образованных на базе моногородов, возможно при условии их принадлежности Росатому. Но чаще всего ТОСЭР формируются в старопромышленных территориях, конкурентными преимуществами которых являются развитая производственная и социальная инфраструктура, выгодное экономико-географическое положение, квалификация трудовых ресурсов, реже – наличие научных и образовательных учреждений.

В Пермском крае, как и во многих других регионах страны, организованы ТОСЭР. Однако динамика их развития и современное состояние вызывают тревогу. Подтверждение тому – наличие неблагоприятной демографической обстановки и миграционной убыли населения в муниципалитетах, где они расположены. Так, за 3 года существования ТОСЭР в г. Чусовой численность населения сократилась на 4 %.

Чтобы сформировать «полюса роста» в моногородах Пермского края на первом этапе необходимо решить проблему занятости населения, сделать приоритетными не экономические, а социальные задачи. Необходимо также создать условия для любых видов деятельности, чтобы предотвратить рост социальной напряженности и отток трудоспособного населения. Следующим этапом может быть эффективное использование преимуществ (материальных, финансовых, интеллектуальных, социальных, географического положения и т. д.) для перехода к новым технологиям, привлечению инновационных производств, формированию «экономики знаний», выстраиванию взаимодействия между акторами ТОСЭР в рамках модели «наука – бизнес – власть».

Формирование социэкономии на локальном уровне требует долговременных, кропотливых и целенаправленных усилий, координации действий региональной и муниципальной власти. У ТОСЭР есть перспективы стать действенным механизмом территориального управления, полюсом роста в старопромышленном регионе.

### **Литература**

1. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. 765 с.

2. Perroux F. Economic Space: Theory and Applications // *Quarterly Journal of Economics*. 1950. Vol. 64. No. 1. P. 89–104.
3. Шумпетер Й. Теория экономического развития: (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) / пер. с нем. В.С. Автономова и др. М.: Прогресс, 1982. 455 с.
4. Бабурин В.Л. Устойчивость экономики регионов России к конъюнктурным циклам // *Вестн. Московского университета. Серия 5: География*. 2019. № 1. С. 46–52.
5. Бабурин В.Л. Взаимосвязь природных и социально-экономических циклов: пространственная проекция // *Общественная география в меняющемся мире: фундаментальные и прикладные исследования: материалы междунар. науч. конф. Ассоциации российских географов-обществоведов (АРГО)*. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2019. С. 7–10.
6. Гладкий Ю.Н. Российские регионы в «эпоху стагфляции»: поиски импульсов для развития // *Социально-экономическая география. Вестник ассоциации российских географов-обществоведов (АРГО)*. 2016. № 5. С. 50–59.
7. Бакланов П.Я. Территории опережающего развития: понятие, структура, подходы к выделению // *Региональные исследования*. 2014. № 3. С. 12–19.
8. Мошков А.В. Формирование сетевых структур на территориях опережающего социально-экономического развития юга Дальнего Востока России // *География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам междунар. науч.-практ. конф., г. Санкт-Петербург, 20–23 апреля 2017 г.* / отв. ред. В.П. Соломин, В.А. Румянцев, Д.А. Субетто, Н.В. Ловелиус. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2017. С. 56–60.
9. Сафиуллин Р.Г. Сулейманова А.Б. Экономико-географические подходы к исследованию депрессивных территорий // *Вестн. Башкирского университета*. 2006. № 4. С. 67–69.
10. Кузнецова Э.Р., Киселева Л.Г., Меркушев С.А. Функциональная трансформация старопромышленных депрессивных территорий: опыт, проблемы, направления // *География и регион. Т 2: Социально-экономическая география*. Пермь, 2015. С. 276–282.
11. Постановление Правительства РФ №494 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 22 июня 2015 г. № 614» от 26 апреля 2017 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/UiN9obr0CdA0tBrR08OHvv43HRCYPGj.pdf> (дата обращения: 10.05.2020).
12. Постановление Правительства РФ № 614 «Об особенностях создания территорий опережающего социально-экономического развития на территориях монопрофильных муниципальных образований РФ (моногородов)» от 22 июня 2015 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_181759/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181759/) (дата обращения: 16.05.2020).
13. Официальный сайт Министерства экономического развития РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.economy.gov.ru> (дата обращения: 16.05.2020).
14. Федеральный закон ФЗ-№ 473 «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации» от 29 декабря 2014 г. (ред. от 26 июля 2019 г.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/39279> (дата обращения: 16.05.2020).
15. Пилипенко И.В. Конкурентоспособность стран и регионов в мировом хозяйстве: теория, опыт малых стран Западной и Северной Европы. Смоленск: Ойкумена, 2005. 496 с.
16. Муниципальные образования Пермского края. 2020: Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю (Пермьстат). Пермь, 2020. 147 с.
17. Столбов В.А., Шарыгин М.Д. Региональный капитал. Пермь: ПГНИУ, 2016. 530 с.

## References

1. Kondratyev, N.D. Great business cycles and the theory of foresight. *Ekonomika*: Moscow, Russia, 2002; 765 p. (In Russian)
2. Perroux, F. Economic Space: Theory and Applications. *Quarterly Journal of Economics*. 1950, 64 (1), 89–104.
3. Schumpeter, J. Theory of the economic development: (Study of entrepreneurial profit, capital, credit, interest and the market cycle). Translation from it. V. S. Avtonomova et al. Progress: Moscow, Russia, 1982; 455 p. (In Russian)
4. Baburin, V.L. The stability of the economy of the regions of Russia to conjunctural cycles. *Bulletin of the Moscow University. Series 5: Geography*. 2019, 1, 46–52. (In Russian)
5. Baburin, V.L. The relationship between natural and socio-economic cycles: spatial projection. *Social geography in a changing world: fundamental and applied research*. Materials of Int. scientific. conf. Association of Russian Social Geographers (ARGO). KFU publishing house: Kazan, Russia, 2019, 7–10. (In Russian)
6. Gladkiy, Yu.N. Russian regions in the “era of stagflation”: search for impulses for development. *Socio-economic geography. Bulletin of the Association of Russian Social Geographers (ARGO)*. 2016, 5, 50–59. (In Russian)
7. Baklanov, P.Ya. Territories of advanced development: concept, structure, approaches to definition. *Regional studies*. 2014, 3, 12–19. (In Russian)
8. Moshkov, A.V. Formation of the network structures in the territories of advanced social and economic development in the south of the Russian Far East. *Geography: development of science and education*. Part II. Collective monograph on materials of the annual International scientific and practical conference. St. Petersburg, on April 20–23,

2017 / by edition V.P. Solomin, V.A. Rummyantsev, D.A. Subetto, N.V. Lovelius. RSPU of name A.I. Herzen publishing house: St. Petersburg, Russia, 2017, 56–60. (In Russian)

9. Safullin, R.G.; Suleimanova, A.B. Economic and geographical approaches to the study of depressive territories. *Bulletin of the Bashkir University*. 2006, 4, 67–69. (In Russian)

10. Kuznetsova, E.R.; Kiseleva, L.G.; Merkushev, S.A. Functional transformation of old industrial depressed areas: experience, problems, and trends. *Geography and region: Conf. Proc.* 23–25 September 2015. Vol. II. Socio-economic geography. Perm State University: Perm, Russia, 2015, 276–282. (In Russian)

11. Government of the Russian Federation. Order No. 494 “On amendments to the decree of the Government of the Russian Federation No. 614 dated June 22, 2015” dated April 26, 2017. Available online: <http://static.government.ru/media/files/1UtN9o6r0CdAOtbRrO8OHvv43HRCYPGj.pdf> (accessed on 10 May 2020). (In Russian)

12. Government of the Russian Federation. Order No. 614 “On the peculiarities of creating territories of advanced social and economic development in the territories of single-industry municipalities of the Russian Federation (monocities)” dated June 22, 2015. Available online: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_181759/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181759/) (accessed on 16 May 2020). (In Russian)

13. Official website of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation. Available online: <https://www.economy.gov.ru> (accessed on 16 May 2020). (In Russian)

14. Federal law Ф3-№473 “On the territories of advanced social and economic development in the Russian Federation” dated December 29, 2014 (as amended on July 26, 2019). Available online: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/39279> (accessed on 16 May 2020). (In Russian)

15. Pilipenko, I.V. Competitiveness of countries and regions in the world economy: theory, experience of small countries in Western and Northern Europe. Ojkumena: Smolensk, Russia, 2005; 495 p. (In Russian)

16. Municipalities of the Perm Territory. 2020: Statistical Book / Territorial Body of the Federal State Statistics Service for the Perm Territory (Permstat). Perm, 2020. 147 p. (In Russian)

17. Stolbov, V.A.; Sharygin, M.D. Regional capital. PSU publishing house: Perm, Russia, 2016; 530 p. (In Russian)

## Биогеохимическая оценка изменения состава воды после крупного оползня в зимний период

КОНДРАТЬЕВА Л.М.<sup>1</sup>, ГОЛУБЕВА Е.М.<sup>2,3</sup>, ЛИТВИНЕНКО З.Н.<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, Хабаровск

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск

<sup>4</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Хабаровск

Адрес для переписки: evg8302@yandex.ru

**Аннотация.** Впервые в декабре 2018 г. при температуре  $-32$  °С произошел оползень с крутого берега Бурейского водохранилища (Дальний Восток России), на водосборе которого встречаются островная, прерывистая и сплошная многолетняя мерзлота. Оползень общим объемом 24.5 млн. м<sup>3</sup> полностью перекрыл бывшее русло реки Бурья, создав угрозу работе Бурейской ГЭС и затопления населенных пунктов. Для решения проблемы восстановления проточности были проведены крупномасштабные взрывные работы с использованием тротила, а также кумулятивных зарядов с гексогеном. Взрывные работы повлияли на спектр органических веществ и миграционную способность многих элементов в воде вокруг оползня. Методом газовой хроматографии в воде обнаружены метанол и метилированные производные бензола, их концентрация увеличивалась после дренажа воды сквозь тело оползня. Среди летучих органических веществ значительную долю составляли продукты трансформации высокомолекулярных природных соединений, которые принимают участие в процессах метаногенеза и метанотрофии (метанол, ацетаты, ксиллолы) и толуол, основной продукт деструкции тротила. Исследования элементного состава воды в зоне влияния оползня до и после проведения взрывных работ были проведены методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на ICP-MS ELAN-9000 (Perkin Elmer). Ниже тела оползня отмечено увеличение содержания Al, Fe, W, Cr и Pb. Наиболее существенные изменения качества воды произошли после проведения взрывных работ. В воде искусственного канала отмечено резкое снижение содержания элементов (Fe, Cu, Zn и Pb) и увеличение концентрации ртути.

**Ключевые слова:** оползень, многолетняя мерзлота, водохранилище, летучие органические вещества, тяжелые металлы.

## Biogeochemical assessment of changes in water composition after a large landslide in winter

KONDRATYEVA L.M.<sup>1</sup>, GOLUBEVA E.M.<sup>2,3</sup>, LITVINENKO Z.N.<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Institute of the Water and Ecology problems, FEB RAS, Khabarovsk

<sup>2</sup>Institute of Tectonics and Geophysics, FEB RAS, Khabarovsk

<sup>3</sup>Federal State Educational Institution "Pacific National University", Khabarovsk

<sup>4</sup>Far Eastern State Transport University, Khabarovsk

Correspondence paper: evg8302@yandex.ru

**Abstract.** For the first time in December 2018, at a temperature of 32°C below zero, on the steep bank of the Bureiskoe Reservoir (Far East, Russia) a landslide occurred. Insular, discontinuous, and continuous permafrost on the

catchment basin of the reservoir is recorded. A landslide with a total volume of 24.5 million m<sup>3</sup> completely blocked the former channel of the Bureya River. It created a threat to the operation of the Bureya Hydro-electric Power Station and flooding of settlements. Blasting operations with use of trinitrotoluene and shaped charges with hexogen were carried out for restoring the flow. Methanol and methylated benzene derivatives were detected in water by gas chromatography; its concentration increased after the water was drained through the landslide body. In the water of the artificial channel, decrease in the lithogenic elements (Fe, Cu, Zn, and Pb) content and an increase in the mercury concentration were recorded. Among the volatile organic substances, a significant portion belonged to the products of transformation of high molecular natural compounds that take part in the processes of methanogenesis and methanotrophy (methanol, acetates, and xylenes) and toluene, the main intermediate of trinitrotoluene. The studies of the elemental composition of water in the zone of influence of the landslide before and after the blasting operations were carried out by inductively coupled plasma mass spectrometry on an ICP-MS ELAN-9000 (Perkin Elmer). Below the landslide body, an increase in the content of Al, Fe, W, Cr and Pb is noted. The most significant changes in water quality occurred after the blasting operations. In the water of the artificial channel, a sharp decrease in the content of elements (Fe, Cu, Zn and Pb) and an increase in the concentration of mercury have been recorded.

**Keywords:** landslide, permafrost zone, reservoir, volatile organic compounds, heavy metals.

## Введение

К числу причин, вызывающих оползни, относят изменение климата, увеличение количества осадков, таяние многолетней мерзлоты [1] и землетрясения [2]. В китайской провинции Сычуань после землетрясения 8 августа 2017 г. были обнаружены 83 оползня [3]. Спустя два года в этой же провинции произошел гигантский оползень объемом 48 тыс. м<sup>3</sup> [4], который был вызван непрерывными ливнями. Криогенные оползни часто происходят на Аляске, севере Канады и Центральном Ямале [5]. Предполагают, что таяние многолетней мерзлоты сопровождается эмиссией метана [6]. Взрывное выделение газов за короткий период связывают с криогенными процессами и называют «криогенным вулканизмом», который также может вызывать оползни. Эффект усиливается за счет резкого замерзания воды в поровом пространстве горных пород [7]. Изучение механизмов разрушения горных пород в результате замерзания–оттаивания имеет важное значение для предотвращения разрушений инфраструктурных сооружений в холодных регионах [8]. Поступающий в водные объекты оползневый материал приводит к изменению качества воды.



**Рис. 1.** Общий вид бурейского оползня с беспилотного летательного аппарата (апрель 2019 г.). Фото А.В. Остроухова

**Fig. 1.** General view of the Bureya landslide from a drone (April 2019). Photo by A.V. Ostroukhov

Впервые на Дальнем Востоке России в декабре 2018 г. при минусовой температуре ( $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) произошел гигантский оползень с крутого берега Бурейского водохранилища (рис. 1). Оползень перекрыл бывшее русло р. Бурей выше плотины Бурейской ГЭС [9]. Возникла угроза режиму работы ГЭС и затопления поселений, расположенных выше по течению. Для решения проблемы восстановления проточности были проведены крупномасштабные взрывные работы. По данным Минобороны России для создания искусственного канала сквозь тело оползня было использовано около 260 т тротила (тринитротолуола) и подорвано около 520 комплектов кумулятивных зарядов, содержащих гексоген.

Предполагалось, что основные последствия в зоне влияния оползня на Бурейском водохранилище связаны с изменением химического состава воды за счет поступления почв, измельченных горных пород, остатков древесины после цунами, продуктов детонации во время взрывных работ и высокомолекулярных органических веществ (ОВ) из порового пространства пород, находящихся длительное время в состоянии регулярного замерзания/оттаивания.

В данной работе приводится сравнительный анализ изменения состава воды в Бурейском водохранилище в районе оползня до и после проведения взрывных работ по таким показателям, как состав летучих органических веществ (ЛОВ), содержание литогенных и токсичных элементов. Обсуждается генезис ЛОВ, образующихся в результате биогеохимических процессов.

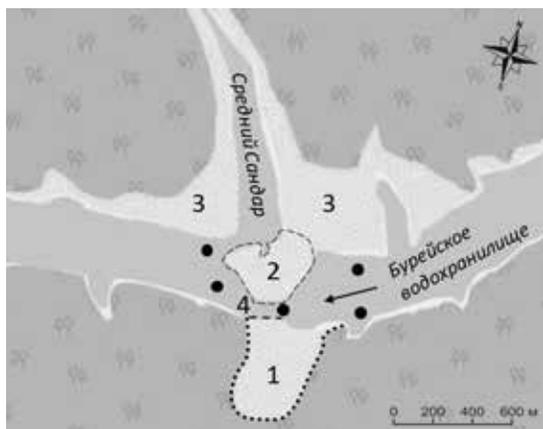
### **Объекты и методы исследования**

Водосборная площадь Бурейского водохранилища расположена на территории с очень сложными мерзлотно-гидрогеологическими условиями, развитой островной, прерывистой и сплошной многолетней мерзлотой [10]. Колебания уровней воды в водохранилище между максимальными отметками в начале осени и минимальными весной составляют 20 м. Оползень сошел с левого берега с крутизной  $30\text{--}35^{\circ}$ . Правый берег – пологий, представляет собой террасовидную поверхность эрозионного происхождения шириной более 1 км и высотой до 50 м над современным уровнем воды. Согласно геодезическим измерениям, объем сошедшего оползня составляет 24.5 млн  $\text{м}^3$ . Объем надводной части превышает 4.5 млн  $\text{м}^3$ , основная часть оползня находится под водой. Параметры оползня: длина 800 м, высота над урезом воды от 7.5 до 46 м, глубина водохранилища на месте схода оползня более 70 м. После оползня произошло уникальное событие – образование волны, по своему механизму представляющей небольшое «речное цунами», которая уничтожила лес на обоих берегах [11]. Водный поток ломал стволы деревьев, оставляя раздробленные пни высотой до 1 м. Значительная часть деревьев обратным потоком воды была снесена в водохранилище. Вода перешла на другой берег и по долине притока Средний Сандар поднялась на 3.6 км. Согласно анализу спутниковых данных [12] в районе оползня наблюдали повреждения лесного покрова на протяжении 7 км вверх и 4 км вниз по течению.

С использованием сейсмических записей были выделены три временных интервала активных деформаций склона во время оползня. Был сделан вывод, что уничтожение леса могло произойти на первом этапе не только во время прохождения водной волны, а также в результате воздействия предшествующей «воздушной волны» [13]. Ее происхождение можно связать с выбросом метана из горных пород, образующих основание склона.

В связи с труднодоступностью района схода оползня исследования в акватории водохранилища проводили во время краткосрочных вылетов вертолетов МЧС России. Пробы воды были отобраны 25.01.2019 г. до начала взрывных работ (выше и ниже тела оползня) и после их проведения из образованного канала в феврале, марте, апреле 2019 г.) (рис. 2). Ранее мониторинг качества воды на этом участке водохранилища не проводили.

Определение содержания летучих органических веществ (ЛОВ) в пробах воды проводили в Центре экологического мониторинга при ИВЭП ДВО РАН методом газовой



**Рис. 2.** Схема мест отбора проб воды: 1 – стенка срыва оползня; 2 – оползневое тело; 3 – нарушенный почвенно-растительный покров; 4 – канал после взрывных работ

**Fig. 2.** Water sampling points: 1 – landslide disruption wall; 2 – landslide body; 3 – disturbed soil and vegetation cover; 4 – channel after blasting

хроматографии (МУК 4.1.3171–14) с использованием колонки НР-FFAP (50 м; 0.320 мм; 0.50 мкм) при интервале температур 50–230 °С (Аналитик Г.М. Филиппова).

Для определения элементного состава пробы воды предварительно фильтровали через фильтр (синяя лента, диаметр пор 2–3 мкм); консервировали свежеприготовленной азотной кислотой (1 : 1). В качестве внутреннего стандарта использовали раствор азотно-кислого In (концентрация 20 ppm). Содержание элементов в воде определяли в Инновационном аналитическом центре при ИТИГ ДВО РАН на ICP-MS ELAN-9000 фирмы Perkin Elmer (США) (ГОСТ Р. 56219-2014 (ИСО 17294-2:2003) (аналитик А.В. Штарева).

## Результаты и их обсуждение

В результате взаимодействия воды с почвами и горными породами существенно изменяется химический состав воды за счет поступления ОБ и различных химических элементов. Согласно проведенным расчетам [11] в результате оползня и последующего цунами с поверхности вокруг оползня было смыто около  $10^5$  т тонкодисперсных органических ОБ и терригенных веществ. После их поступления в воду в результате смены окислительно-восстановительных условий складывались предпосылки для изменения механизмов трансформации ОБ, растворимости элементов и общего характера биогеохимических процессов. Согласно микробиологическим и спектральным исследованиям ниже тела оползня установлено увеличение общего содержания ОБ, включая ароматические соединения [14]. Состав ароматических соединений существенно изменялся в канале сразу после проведения взрывных работ в феврале 2019 г.

Качественный состав ЛОВ в воде водохранилища до начала взрывных работ существенно отличался у разных берегов выше и ниже тела оползня (табл. 1).

Это может быть связано с медленным дренажом воды сквозь тело оползня и поступлением ОБ из слагающих его почв и горных пород. Максимальное количество большинства компонентов было установлено ниже тела оползня у обоих берегов. В воде у левого берега повышенные концентрации были характерны для ацетона, метанола, *m*-ксилола и изопропилбензола; у правого берега, где скопились растительные остатки, было установлено максимальное содержание метанола (233 мкг/дм<sup>3</sup>), здесь же были обнаружены бутанол и гексан. Известно, что метан, этан, пропан и гексан широко распространены в осадочных породах, нефтяных месторождениях и угольных пластах. В результате их микробного окисления и гидролиза образуется широкий спектр метаболитов, включая ацетон, метанол, бутанол и др. [15]. Кроме того, бутанол является одним из продуктов микробной ферментации лигноцеллюлозных материалов при участии *Clostridium beijerinckii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* и др. [16].

Таблица 1

Состав летучих органических веществ в воде Бурейского водохранилища вокруг оползня (мкг/дм<sup>3</sup>)

Table 1. Composition of volatile organic matter in the water of the Bureya reservoir around the landslide ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ )

Компонент	Место отбора проб						
	ЛБ, выше т.о.	ЛБ, ниже т.о.	ПБ, выше т.о.	ПБ, ниже т.о.	Искусственный канал		
					14.02.19	1.03.19	17.04.19
Гексан	nd	nd	nd	7.7	58.8	5.4	7.2
Ацетальдегид	8.9	nd	9.3	nd	21.1	6.6	nd
Ацетон	9.6	30.2	141	40.2	33.2	5.2	24.3
Метанол	47.8	92.4	71.6	233	220	37.1	nd
Бензол	0.9	1.2	nd	1.1	nd	nd	nd
Толуол	1.4	0.8	1.3	0.9	428	1.8	1.4
p-ксилол	nd	2.5	nd	nd	nd	nd	nd
m-ксилол	nd	95.2	13.8	1.1	0.9	nd	1.5
o-ксилол	nd	2.5	nd	1.0	nd	1.1	1.8
Бутилацетат	nd	8.3	nd	1.4	nd	nd	nd
i-пропилбензол	nd	46.2	1.3	0.5	0.5	192	nd
Этилбензол	nd	2.5	nd	nd	nd	nd	nd
Бутанол	nd	nd	nd	4.2	nd	nd	nd

Примечание. ЛБ, ПБ – у левого и правого берега; т.о. – тело оползня; nd –  $<0.001$  мкг/дм<sup>3</sup>.

Пробы воды, отобранные из канала сразу после взрывных работ (14.02.2019 г.), отличались высокими концентрациями метанола и толуола. По своему генезису эти компоненты могут иметь природное происхождение, например, толуол часто встречается и в незагрязненных водных экосистемах, где образуется во время анаэробной деградации ароматических аминокислот. Концентрации бензола и этилбензола в донных отложениях регистрируют в диапазоне  $\mu\text{M}$ , в то время как для толуола и ксилолов они были на два порядка ниже [17].

Увеличение концентрации толуола в 400 раз после взрывных работ дает основание считать его антропогенным загрязнителем воды. Спустя две недели (1.03.2019 г.) в пробах воды, отобранных из канала, отмечено снижение концентраций многих компонентов. В середине апреля наблюдали дальнейшее снижение концентрации ЛОВ. Присутствие во многих пробах метанола можно связать с микробной трансформацией растительных остатков и циклом метана. В качестве основных субстратов метаногенных микроорганизмов используют смесь  $\text{H}^+\text{CO}_2$ , формиат, ацетат, метанол, метиламины, метилтиолы [18, 19].

**Элементный состав.** Миграционная способность многих металлов связана с процессами их растворения/осаждения и определяется окислительно-восстановительными условиями окружающей среды. На поведение элементов в поверхностных водах оказывают влияние различные лиганды (ОВ, коллоидные формы железа и алюминия). В твердой фазе взвешенных веществ металлы связываются с поверхностными функциональными группами, гидроксидами, карбонатными, сульфидными минералами (в аморфной или кристаллической форме) или ОВ, а также могут включаться в микробный метаболизм [20].

Ниже тела оползня у обоих берегов наблюдали увеличение концентрации литогенных элементов Fe, Al, Pb, возможно, за счет дренажа слагающих пород, взаимодействия воды с минералами и перехода их в растворенное состояние (табл. 2).

Однако концентрации Ca, Mg, Zn и Cd у обоих берегов снижались, вероятно, за счет их сорбции в поровом пространстве пород. Органические кислоты способствуют адсорбции меди, свинца и цинка на железосодержащем минерале гетите [21]. Поведение Mn и Ni различалось у разных берегов. По сравнению с выше расположенным участком у левого

Таблица 2

Изменение элементного состава воды вокруг тела оползня (январь 2019 г.) и после проведения взрывных работ в искусственном канале (февраль, март, апрель 2019 г.)

Table 2. Changes in the elemental composition of water near the landslide body (January 2019) and after blasting operations in an artificial channel (February, March, April 2019)

Место/дата отбора	Элементы, мкг/л										
	Fe	Mn	Al	Ca	Mg	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Hg
Выше и ниже тела оползня, 25.01. 2019											
ЛБ, выше	208	11.5	164	4102	1468	1.12	5.60	22.4	0.11	0.25	nd
ЛБ, ниже	344	9.9	182	3874	1351	0.75	5.67	17.0	0.03	1.32	nd
ПБ, выше	274	7.7	166	4160	1458	0.72	3.97	14.2	0.19	0.03	nd
ПБ, ниже	338	9.5	185	3908	1376	2.90	5.11	11.3	0.03	1.38	nd
Искусственный канал, после взрывных работ											
14.02.2019 г.	nd	8.7	97.3	2829	1027	5.24	nd	nd	0.16	nd	0.08
01.03.2019 г.	248	4.8	177	2636	1076	0.38	nd	nd	0.02	0.15	0.01
17.04.2019 г.	219	9.2	122	2131	919	0.13	0.71	0.62	nd	0.17	nd

Примечание. nd – <0.001 мкг/дм<sup>3</sup>.

берега ниже тела оползня концентрация Mn снижалась, а у правого берега увеличивалась. Ниже тела оползня у правого берега также увеличивалось содержание Ni, а у левого берега оно снижалось. Концентрация Cu у правого берега выше тела оползня была минимальной, у левого – сопоставимой выше и ниже тела оползня. Известно, что поведение никеля и меди зависит от образования металлоорганических комплексов [22], а трехвалентное железо, вступая в реакцию с гуминовыми кислотами, переходит в растворимое состояние [23]. Увеличение содержания отдельных металлов в воде после схода оползня может быть обусловлено поступлением гуминовых и фульвокислот. Считают, что доля органических форм для катионов Cu<sup>+2</sup>, Hg<sup>+2</sup>, Fe<sup>+3</sup>, Al<sup>+3</sup> в их общем содержании может достигать 95 % [24].

Наиболее существенные изменения в содержании многих элементов в воде произошли после проведения взрывных работ (см. табл. 2). Они привели к снижению концентраций Mg, Al и Ca в канале по сравнению с их содержанием в воде, отобранной вокруг тела оползня. Особый феномен был связан с резким снижением концентраций таких элементов как Fe, Cu, Zn и Pb. Постепенно содержание этих элементов увеличивалось, но не достигло прежних концентраций. Эффект снижения концентраций этих элементов связан с разнообразными биогеохимическими процессами, с их сорбцией на поверхности тонкодисперсных частиц, размельченных взрывами горных пород и/или образованием органоминеральных коллоидов.

В присутствии высоких концентраций кальция происходят коагуляция и седиментация крупных частиц, представленных металлоорганическими полимерами. В таком случае железо как сильный комплексообразователь может удаляться из водной среды [25]. По-видимому, после взрывных работ подобные процессы повлияли на удаление железа из воды, отобранной в канале. Снижение концентраций кальция также можно объяснить совместной с ионами железа коагуляцией и седиментацией. Кроме того, окисленные формы железа, обладая высокой плотностью заряда и значительной площадью поверхности частиц, способны сорбировать ряд тяжелых металлов в присутствии органических соединений. Наибольшим сродством к оксидным формам железа обладают свинец, медь и цинк. Вышесказанное позволяет объяснить одновременное снижение концентраций железа, свинца, меди и цинка.

Взрывные работы вызвали резкое увеличение содержания токсичной ртути. Риск ртутного загрязнения зависит от многих факторов, в том числе от формы нахождения этого металла в окружающей среде. Самая токсичная форма ртути метилртуть (CH<sub>3</sub>Hg<sup>+</sup>) об-

разуется в присутствии метилрадикалов в окружающей среде [26]. Канадскими учеными доказано, что оттаивание многолетней мерзлоты в арктических зонах сопровождалось увеличением концентрации ОВ и метилртути. Ими были установлены корреляционные связи между содержанием ОВ, Fe, Hg и микробной активностью, включая метаногенез [27]. Кроме того, известно, что эмиссия ртути из оголенных почв превышает в 2 раза такую из почвы, покрытой густой растительностью [28].

В нашем случае на подвижность ртути могли повлиять как природные метилсодержащие ЛОВ (метанол, толуол и ксилолы), так и продукты трансформации тринитротолуола. Проведенный корреляционный анализ показал, что непосредственно после оползня был установлен факт существования положительной корреляции между Fe, Al, Pb и широким спектром ЛОВ. Например, для железа были установлены положительные связи с метанолом ( $R = 0.70$ ), о-ксилолом ( $R = 0.75$ ) и изопропилбензолом ( $R = 0.82$ ) и достоверная отрицательная связь с ацетальдегидом ( $R = -0.77$ ).

После взрывных работ и поступления продуктов детонации отмечены положительные корреляционные связи между гексаном и токсичными элементами, ртутью и кадмием ( $R = 0.78$  и  $R = 0.93$  соответственно). Содержание ртути коррелировало с метанолом ( $R = 0.59$ ). Это еще раз подчеркивает высокую степень риска присутствия ртути в метилированной токсичной форме. До проведения взрывных работ ртуть в воде водохранилища вокруг оползня отсутствовала ( $<0.001$ ).

**Генезис ЛОВ и цикл метана.** Обнаруженный нами в воде широкий спектр органических соединений можно отнести к продуктам разложения лигноцеллюлозы. Они также могут служить маркерами взаимосвязанных процессов метаногенеза и метанотрофии (рис. 3).

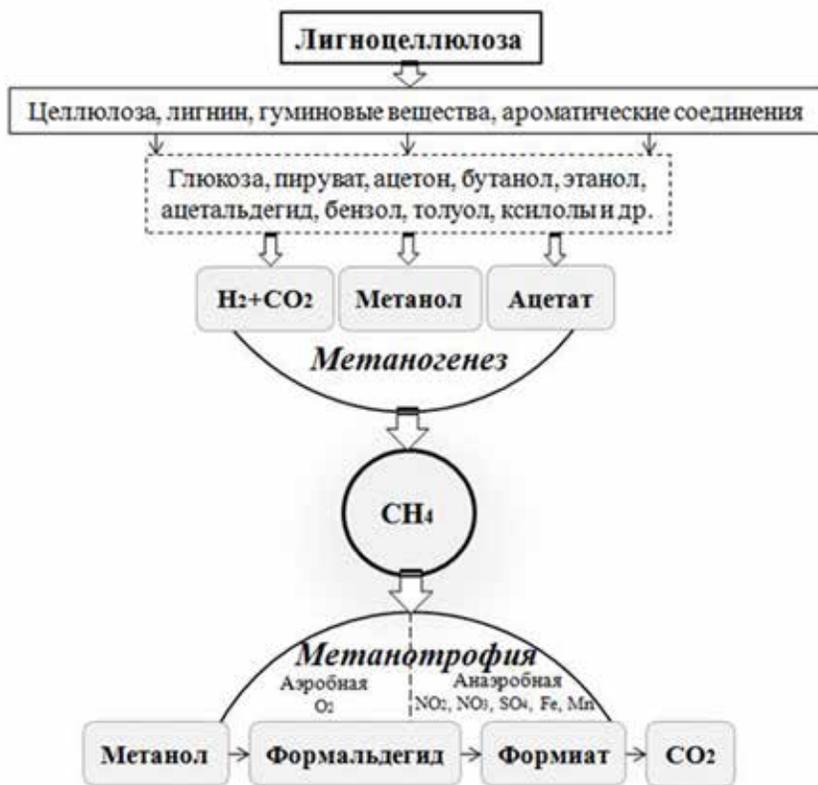


Рис. 3. Основные продукты процессов метаногенеза и метанотрофии  
 Fig. 3. The main products of methanogenesis and methanotrophy

Известны различные виды метаногенеза: гидрогенотрофный, ацетокластический и метилотрофный. Высвобождаемый метан быстро окисляется и утилизируется метанотрофными бактериями [29]. Эмиссия биогенного метана определяется балансом метанообразующих и метаноокисляющих микроорганизмов (30). Накопление метана часто связывают с «литологическими ловушками», блокирующими его выделение или окисление. Метаногенез обеспечивает 30–100 % концентрации метана в периодически оттаивающих горизонтах почв [31].

На участке схода бурейского оползня образование метана могло быть связано с таянием многолетней мерзлоты, его поступлением из угле-газоносных горизонтов подстилающих пород, трансформацией ОВ различного происхождения в поровом пространстве горных пород при участии метанообразующих микроорганизмов. Многие метилированные соединения – продукты метаногенеза и метанотрофии медленно поступали в водную среду в зоне осушки/обводнения берегов и подвергались дальнейшей биотрансформации. Однако основная масса метана продолжала накапливаться в поровом пространстве до критического объема и соответствующего температурного скачка.

Необходимо отметить важный факт: накануне оползня (с 3 по 9 декабря 2018 г.) было зарегистрировано резкое снижение температуры воздуха с  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$  [13]. Именно скачкообразное снижение температуры могло послужить важным фактором для выделения большого объема метана в результате повышения давления при замерзании поровых вод и «морозобойного» эффекта. При поступлении в водную среду горных пород из порового пространства поступали продукты трансформации метана, включая метилированные ароматические соединения.

### **Заключение и выводы**

После оползня на Бурейском водохранилище сформировался биогеохимический барьер, изменивший характер взаимодействия в системе вода–порода и внесший существенный вклад в изменение химического состава воды. Проведенные взрывные работы стали источником поступления антропогенных загрязнений. Эти два фактора (природный и антропогенный) оказали влияние на процессы миграции и трансформации ОВ, изменение состояния многих литогенных и биогенных элементов, участвующих в формировании качества воды.

В результате взаимодействия воды с размельченными почвами и горными породами, древесными остатками после цунами, продуктами детонации взрывчатых веществ произошло увеличение содержания не типичных для зимнего сезона органических веществ в водной среде. Несомненно, произошли коренные изменения в биогеохимических процессах, связанных с взаимодействием ОВ с многими элементами. Прежде всего, это обусловлено снижением содержания железа, участвующего в комплексообразовании и влияющего на поведение других элементов, включая медь, цинк и свинец. Одновременное увеличение концентрации метилсодержащих ОВ привело к росту содержания токсичной ртути, способной аккумулироваться в планктонных и бентосных организмах.

Слабая изученность процесса взрывной эмиссии метана при низких температурах в регионах с отступающей многолетней мерзлотой может привести к риску увеличения числа опасных геологических событий в зимний период в бассейне р. Бурей, включая такие неординарные события, как оползни на крутых берегах водохранилища в зоне влияния Бурейского гидроузла. Важным последствием оползня и проведения взрывных работ является риск дестабилизации экосистемы водохранилища за счет увеличения количества взвесей, поступления ОВ из почв, мерзлых пород, растительных остатков и фактический возврат к локальным биогеохимическим процессам, которые происходили в первые годы заполнения.

*Авторы выражают благодарность Комитету по гражданской защите Правительства Хабаровского края и ГУ МЧС Хабаровского края и коллегам из лаборатории гидрологии и гидрогеологии ИВЭП ДВО РАН А.Н. Махинову и В.И. Киму за содействие в проведении исследований и отборе проб.*

## Литература

1. Andres N., Badoux A. The Swiss flood and landslide damage database: normalization and trends // *Journal of Flood Risk Management*. 2018. e 12510.
2. Fan X., Xu Q., Scaringi G. Brief communication: Post-seismic landslides, the tough lesson of a catastrophe // *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2018. Vol. 18, No. 1. P. 397–403.
3. Hu X., Hu K., Tang J., You Y., Wu C. Assessment of debris-flow potential dangers in the Jiuzhaigou Valley following the August 8, 2017, Jiuzhaigou earthquake, western China // *Engineering Geology*. 2019. Vol. 256, No. 5. P. 57–66.
4. Zheng Q., Shen S.L., Zhou A.N., Cai H. Investigation of Landslides that Occurred in August on the Chengdu–Kunming Railway, Sichuan, China // *Geosciences*. 2019. Vol. 9, No. 12. e 497.
5. Leibman M.O., Kizyakov A.I., Plekhanov A.V., Streletskaya I.D. New permafrost feature — deep crater in central Yamal (West Siberia, Russia) as a response to local climate fluctuations // *Geography environment*. 2014. Vol. 7, No. 4. P. 68–80.
6. Shakova N., Semiletov I., Leifer I., Sergienko V., Salyuk A., Kosmach D., Chernykh D., Stubbs C., Nicolsky D., Tumskey D., Gustafsson Ö. Ebullition and storm-induced methane release from the East Siberian Arctic Shelf // *Nature Geoscience*. 2014. Vol. 7, No. 4. P. 68–80.
7. Buldovits S.N., Khilimonyuk V.Z., Bychkov A.Y., Ospennikov E.N., Vorobyev S.A., Gunar A.Y., Gorshkov E.I., Chuvilin E.M., Cherbunina M.Y., Kotov P.I., Lubnina N.V., Motenko R.G., Amanzhurov R.M. Cryovolcanism on the Earth: Origin of a Spectacular Crater in the Yamal Peninsula (Russia) // *Scientific reports*. 2018. Vol. 8. e:13534.
8. Patton A.I., Rathburn S.L., Capps D.M. Landslide response to climate change in permafrost regions // *Geomorphology*. 2019. Vol. 340. P. 116–128.
9. Махинов А.Н., Ким В.И., Остроухов А.В., Матвеев Д.В. Крупный оползень в долине реки Бурья и цунами в водохранилище Бурейской ГЭС // *Вестн. ДВО РАН*. 2019. № 2. С. 35–44.
10. Мордовин А.М., Шестеркин В.П., Антонов А.Л. Река Бурья: гидрология, гидрохимия, ихтиология. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2006. 149 с.
11. Махинов А.Н., Махинова А.Ф., Левшина С.И. Оценка смыва водно-ледяным цунами почвенного покрова и качество воды в районе оползня на Бурейском водохранилище // *Метеорология и гидрология*. 2020. № 11. С. 64–73.
12. Крамарева Л.С., Лупян Е.А., Амельченко Ю.А., Бурцев М.А., Крашенинникова Ю.С., Суханова В.В., Шамилова Ю.А. Наблюдение зоны обрушения сопки в районе реки Бурья 11 декабря 2018 года // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2018. Т. 15, № 7. С. 266–271.
13. Зеркаль О.В., Махинов А.Н., Кудымов А.В., Харитонов М.Е., Фоменко И.К., Барыкина О.С. Бурейский оползень 11 декабря 2018 г. Условия формирования и особенности механизма развития // *ГеоРиск*. 2019. Т. 13, № 4. С. 18–30.
14. Кондратьева Л.М., Махинов А.Н., Андреева Д.В., Башкурова А.С. Изменение качества воды в Бурейском водохранилище в результате крупного оползня // *Водные ресурсы*. 2020. Т. 47, № 2. С. 170–181.
15. Godwin C.M., McNamara P.J., Markfort C.D. Evening methane emission pulses from a boreal wetland correspond to convective mixing in hollows // *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. 2013. Vol. 118, No. 3. P. 994–1005.
16. Kumar M., Gayen K. Developments in biobutanol production: New insights // *Applied Energy*. 2011. Vol. 88, No. 6. P. 1999–2012.
17. Cazzarelli I.M., Bekins B.A., Eganhouse R.P., Warren E., Essaid H.I. In situ measurements of volatile aromatic hydrocarbon biodegradation rates in groundwater // *J. Contam Hydrol*. 2010. Vol. 111, No. 1–4. P. 48–64.
18. Rivkina E., Shcherbakova V., Laurinavichius K., Petrovskaya L., Krivushin K., Kraev G., Pecheritsina S., Gilichinsky D. Biogeochemistry of methane and methanogenic archaea in Permafrost // *FEMS Microbiol Ecol*. 2007. Vol. 61. P. 1–15.
19. Meslé M., Dromart G., Oger P. Microbial methanogenesis in subsurface oil and coal // *Res. Microbiol*. 2013. Vol. 164, No. 9. P. 959–972.
20. Vallero D. Metal and Metalloid Cycles // *Fundamentals of Air Pollution*. 2014. Ch. 23. P. 531–545.
21. Переломов Л. В., Пинский Д. Л., Виоланте А. Влияние органических кислот на адсорбцию меди, свинца и цинка гетитом // *Почвоведение*. 2011. № 1. С. 26–33.
22. Grybos M., Davranche M., Gruau G., Petitjean P. Is trace metal release in wetland soils controlled by organic matter mobility or Fe-oxhydroxides reduction? // *J. Colloid Interface Sci*. 2007. Vol. 314, No. 2. P. 490–501.
23. Wan X., Xiang W., Wan N., Yan S., Bao Z., Wang Y. . Complexation and reduction of iron by phenolic substances: Implications for transport of dissolved Fe from peatlands to aquatic ecosystems and global iron cycling // *Chemical Geology*. 2018. Vol. 498. P. 128–138.

24. Швец В.М. Водорастворенные органические вещества и оценка их влияния на качество питьевых подземных вод // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2016. № 1. С. 43–49.
25. Новикова С.П., Гаськова О.Л. Влияние природных фульвокислот на растворимость сульфидных руд (экспериментальное изучение) // Геология и геофизика. 2013. Т. 54, № 5. С. 665–675.
26. Frohne T., Rinklebe J., Langer U., Du Laing G., Mothes S., Wennrich R. Biogeochemical factors affecting mercury methylation rate in two contaminated floodplain soils // Biogeosciences. 2012. Vol. 9. P. 493–507.
27. MacMillan G.A., Girard C., Chételat J., Laurion I., Amyot M. High Methylmercury in Arctic and Subarctic Ponds is Related to Nutrient Levels in the Warming Eastern Canadian Arctic// Environ Sci. Technol. 2015. Vol. 49. No. 13. P. 7743–7753.
28. Gabriel M. C., Williamson D. Some insight into the influence of urban ground surface properties on the air–surface exchange of total gaseous mercury // Applied Geochemistry. 2008. Vol. 23, No. 4. P. 794–806.
29. Каллистова А.Ю., Меркель А.Ю., Тарновецкий И.Ю., Пименов Н.В. Образование и окисление метана прокариотами // Микробиология. 2017. Т. 86, № 6. С. 661–683.
30. Knief C. Diversity and habitat preferences of cultivated and uncultivated aerobic methanotrophic bacteria evaluated based on pmoA as molecular marker // Front. Microbiol. 2015. Vol. 6. Article 1346.
31. Краев Г.Н., Ривкина Е.М. Накопление метана в промерзающих и мерзлых почвах криолитозоны // Arctic Environmental Research. 2017. Т. 17, № 3. С. 173–184.

## Reference

1. Andres, N.; Badoux, A. The Swiss flood and landslide damage database: normalisation and trends. *Journal of Flood Risk Management*. 2018, e 12510.
2. Fan, X.; Xu, Q.; Scaringi, G. Brief communication: Post-seismic landslides, the tough lesson of a catastrophe. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2018, 18 (1), 397–403.
3. Hu, X.; Hu, K.; Tang, J.; You, Y.; Wu, C. Assessment of debris-flow potential dangers in the Jiuzhaigou Valley following the August 8, 2017, Jiuzhaigou earthquake, western China. *Engineering Geology*. 2019, 256(5), 57–66.
4. Zheng, Q.; Shen, S.-L.; Zhou, A.-N.; Cai, H. Investigation of Landslides that Occurred in August on the Chengdu–Kunming Railway, Sichuan, China. *Geosciences*. 2019, 9 (12), e 497.
5. Leibman, M.O.; Kizyakov, A.I.; Plekhanov, A.V.; Streletskaia, I.D. New permafrost feature — deep crater in central Yamal (West Siberia, Russia) as a response to local climate fluctuations. *Geography environment*. 2014, 7 (4), 68–80.
6. Shakova, N.; Semiletov, I.; Leifer, I.; Sergienko, V.; Salyuk, A.; Kosmach, D.; Chernykh, D.; Stubbs, C.; Nicolsky, D.; Tumskey, D.; Gustafsson, Ö. Ebullition and storm-induced methane release from the East Siberian Arctic Shelf. *Nature Geoscience*. 2014, 7, 64–70.
7. Buldovicz, S.N.; Khilimonyuk, V.Z.; Bychkov, A.Y.; Ospennikov, E.N.; Vorobyev, S.A.; Gunar, A.Y.; Gorshkov, E.I.; Chuvilin, E.M.; Cherbunina, M.Y.; Kotov, P.I.; Lubnina, N.V.; Motenko R.G.; Amanzhurov R.M. Cryovolcanism on the Earth: Origin of a Spectacular Crater in the Yamal Peninsula (Russia). *Scientific reports*. 2018, 8, e:13534
8. Patton, A.I.; Rathburn, S.L.; Capps, D.M. Landslide response to climate change in permafrost regions. *Geomorphology*. 2019, 340, 116–128.
9. Makhinov, A.N.; Kim, V.I.; Ostroukhov, A.V.; Matveyenko, D.V. Large landslide in the valley of the Bureya river and tsunami in the reservoir of the Bureya hydroelectric power station. *Vestnik DVO RAN*. 2019, 2, 35–44. (In Russian)
10. Mordovin, A.M.; Shesterkin, V.P.; Antonov, A.L. Bureya River: hydrology, hydrochemistry, and ichthyology. Khabarovsk, Russia, 2006; 149 p. (In Russian)
11. Makhinov, A.N.; Makhinova, A.F.; Levshina, S.I. Estimation of soil cover loss due to water-ice tsunami and water quality in the landslide area in the Bureya reservoir. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2020, 11, 64–73. (In Russian)
12. Kramareva, L.S.; Lupyan, E.A.; Amelchenko, Yu.A.; Burtsev, M.A.; Krashenninnikova, Yu.S.; Sukhanova, B.B.; Shamilova, Yu.A. Observation of the collapse zone of the hill in the area of the Bureya River on December 11, 2018. *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2018, 15 (7), 266–271. (In Russian)
13. Zerkal, O.V.; Makhinov, A.N.; Kudymov, A.V.; Kharitonov, M.E.; Fomenko, I.K.; Barykina, O.S. Bureya landslide on December 11, 2018. Conditions of formation and features of the development mechanism. *GeoRisk*. 2019, XIII(4), 18–30. (In Russian)
14. Kondratyeva, L.M.; Makhinov, A.N.; Andreeva, D.V.; Bashkurova, A.S. Changes in water quality in the Bureiskoe reservoir caused by a large landslide. *Water Resources*. 2020, 47 (2), 170–181. (In Russian)
15. Godwin, C.M.; McNamara, P.J.; Markfort, C.D. Evening methane emission pulses from a boreal wetland correspond to convective mixing in hollows. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. 2013, 118 (3), 994–1005.
16. Kumar, M.; Gayen, K. Developments in biobutanol production: New insights. *Applied Energy*. 2011, 88 (6), 1999–2012.
17. Cozzarelli, I.M.; Bekins, B.A.; Eganhouse, R.P.; Warren, E.; Essaid, H.I. In situ measurements of volatile aromatic hydrocarbon biodegradation rates in groundwater. *J. Contam Hydrol*. 2010, 111 (1–4), 48–64.

18. Rivkina, E.; Shcherbakova, V.; Laurinavichius, K.; Petrovskaya, L.; Krivushin, K.; Kraev, G.; Pecheritsina, S.; Gilichinsky, D. Biogeochemistry of methane and methanogenic archaea in Permafrost. *FEMS Microbiol Ecol.* 2007, 61, 1–15.
19. Meslé, M.; Dromart, G.; Oger, P. Microbial methanogenesis in subsurface oil and coal. *Res. Microbiol.* 2013, 164 (9), 959–972.
20. Vallerio, D. Metal and Metalloid Cycles. *Fundamentals of Air Pollution.* 2014, 23, 531–545.
21. Perelomov, L.V.; Pinsky, D.L.; Violante, A. Influence of organic acids on the adsorption of copper, lead and zinc by goethite. *Eurasian Soil Science.* 2011, 1, 26–33. (In Russian)
22. Grybos, M.; Davranche, M.; Gruau, G.; Petitjean, P. Is trace metal release in wetland soils controlled by organic matter mobility or Fe-oxyhydroxides reduction? *J. Colloid Interface Sci.* 2007, 314 (2), 490–501.
23. Wan, X.; Xiang, W.; Wan, N.; Yan, S.; Bao, Z.; Wang, Y. Complexation and reduction of iron by phenolic substances: Implications for transport of dissolved Fe from peatlands to aquatic ecosystems and global iron cycling. *Chemical Geology.* 2018, 498, 128–138.
24. Shvets, V.M. Water-dissolved organic substances and assessment of their impact on the quality of drinking groundwater. *Geokologiya. Inzhenernaya geologiya. Hidrogeologiya. Geokriologiya.* 2016, 1, 43–49. (In Russian)
25. Novikova, S.P.; Gas'kova, O.L. Influence of natural fulvic acids on the solubility of sulfide ores (experimental study). *Geology and geophysics.* 2013, 54 (5), 665–675 (In Russian)
26. Frohne, T.; Rinklebe, J.; Langer, U.; Du Laing, G.; Mothes, S.; Wennrich, R. Biogeochemical factors affecting mercury methylation rate in two contaminated floodplain soils. *Biogeosciences.* 2012, 9, 493–507.
27. MacMillan, G.A.; Girard, C.; Chételat, J.; Laurion, I.; Amyot, M. High methylmercury in arctic and subarctic ponds is related to nutrient levels in the warming Eastern Canadian arctic. *Environ. Sci. Technol.* 2015, 49 (13), 7743–7753.
28. Gabriel, M. C.; Williamson, D. Some insight into the influence of urban ground surface properties on the air–surface exchange of total gaseous mercury. *Applied Geochemistry.* 2008, 23 (4), 794–806.
29. Callistova, A.Yu.; Merkel, A.Yu.; Tarnovetskiy, I.Yu.; Pimenov, N.V. Formation and oxidation of methane by prokaryotes. *Microbiology.* 2017, 86 (6), 661–683. (In Russian)
30. Knief, C. Diversity and habitat preferences of cultivated and uncultivated aerobic methanotrophic bacteria evaluated based on pmoA as molecular marker. *Front. Microbiol.* 2015, 6, Article 1346.
31. Kraev, G.N.; Rivkina, E.M. Accumulation of methane in permafrost-affected soils of cryolithozone. *Arctic Environmental Research.* 2017, 17 (3), 173–184. (In Russian)

## **Возможности использования данных о стволовом сокодвижении в гидрологическом моделировании**

ЛУПАКОВ С.Ю.<sup>1,2</sup>, ГУБАРЕВА Т.С.<sup>2,1</sup>, ШАМОВ В.В.<sup>1</sup>, РУБЦОВ А.В.<sup>3</sup>,  
ГАРЦМАН Б.И.<sup>2,1</sup>, БУГАЕЦ А.Н.<sup>1,2</sup>, ОМЕЛЬКО А.М.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных проблем РАН, Москва

<sup>3</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», Красноярск

<sup>4</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН, Владивосток  
Адрес для переписки: rbir@mail.ru

**Аннотация.** Статья содержит результаты моделирования стока малого речного бассейна в верховьях р. Усури с использованием оригинальных данных о стволовом сокодвижении, пересчитанных в объем воды, транспирируемый древостоем. В теплый период 2019 г. на территории Верхнеуссурийского стационара ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН проведен комплекс наблюдений за компонентами влагооборота, позволивший накопить необходимый массив данных для гидрологического моделирования. В дополнение к традиционным водно-балансовым измерениям проводился мониторинг транспирации на основе системы датчиков регистрации водотока в стволах деревьев. Полученные данные точечных наблюдений распространены на масштаб водосбора (площадь около 3.1 км<sup>2</sup>). Показано, что в теплых и сухих условиях объем суточного суммарного испарения с малого речного бассейна может достигать 8.5 тыс. м<sup>3</sup>, что больше объема речного стока за тот же период в 5–6 раз, а во время выпадения дождей транспирация деревьев уменьшается практически до нуля. Для расчета водного баланса изучаемого объекта использована гидрологическая модель HBV (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning). Ряды суточной потенциальной эвапотранспирации, рассчитанные на основе широко используемых методов Пенмана-Монтейса и Одина, применены в HBV как входные данные. Расчетные суточные значения испарения, по сравнению с полученными на основе данных стволового сокодвижения, оказались выше в 1.5–2 раза, разница сумм испарения за весь теплый период года достигает слоя 100 мм и более. При этом надежной связи между расчетными значениями суточного испарения и измерениями не было обнаружено. Сделан вывод, что использование приборных данных о стволовом сокодвижении в составе входных переменных в гидрологическую модель повышает качество расчетов стока.

**Ключевые слова:** стволовое сокодвижение, водный баланс, модель HBV, эвапотранспирация, малый речной бассейн, экспериментальные данные.

# Applicability of sap flow data in hydrological modeling

LUPAKOV S.Yu.<sup>1,2</sup>, GUBAREVA T.S.<sup>2,1</sup>, SHAMOV V.V.<sup>1</sup>, RUBTSOV A.V.<sup>3</sup>,  
GARTSMAN B.I.<sup>2,1</sup>, BUGAETS A.N.<sup>1,2</sup>, OMELKO A.M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok

<sup>2</sup>Water Problems Institute RAS, Moscow

<sup>3</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk

<sup>4</sup>FSC of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok

Correspondence paper: rbir@mail.ru

**Abstract.** The article deals with the experience of applying an alternative method for quantifying evapotranspiration volume as input to the hydrological model to simulate runoff of a small catchment located in the upper reaches of the Ussuri River. In the warm period of 2019 at the territory of the Verkhneussuriyskiy station of the Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity (FEB RAS), a set of field measurements was carried out. The measured data were used to calibrate the HBV hydrological model (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning). In addition to traditional water-balance measurements, there was assessed the evapotranspiration rate based on sap flow measurements eliminating other parts of water losses. The Tissue Heat Balance technique was applied to measure a sap flow in some individual trees. After that, the obtained data were scaled up to the catchment area (3.1 km<sup>2</sup>). It is shown that in warm and dry weather conditions, the volume of daily total evaporation from a small catchment can reach 8.5 ths.m<sup>3</sup> that is 5-6 times more than the river runoff volume over the same period. During the rainfall events, the transpiration rate in trees decreases to almost zero. To compare the obtained results with the modelled ones, the potential evapotranspiration was also calculated based on well-known Penman-Monteith's and L. Oudin's methods that forced HBV model as input. Based on hydrological simulations, these methods overestimated the actual daily evaporation volume up to 2 times in comparison with the sap flow data, and the difference for the warm season reaches 100 mm and more. No reliable relationship was found between the calculated values of daily evaporation rate and the conventionally "measured" ones. Basically, runoff simulations quality was improved while using evapotranspiration volume assessed with the sap flow data. We conclude that water balance via HBV simulations is quite different depending on applied evapotranspiration method. In this case, overestimated volume of evapotranspiration by Penman-Monteith and L. Oudin methods leads to excessive water extraction from the HBV soil moisture storage. If it's actually not correct, long-term runoff simulations would result in wrong water balance and error accumulation.

**Keywords:** sap flow, water balance, HBV model, evapotranspiration, catchment, field measurements.

## Введение

В настоящее время математическое моделирование является методической основой для решения большинства научных задач и широкого спектра прикладных вопросов в гидрологии речных бассейнов [1–3]. Успешное применение модельных комплексов зависит от множества факторов: соответствия заложенных в модель процессов и параметров характеру природных условий; информационного описания территории, для которой проводятся исследования; климатических особенностей и характера взаимодействия в системе «атмосфера–подстилающая поверхность»; ландшафтных особенностей и многих других.

Водный баланс участка суши в основном определяется тремя переменными: атмосферными осадками как приходной частью, испарением (состоящим из транспирации, испарения с почвенного покрова, водной поверхности и сублимации) и речным стоком как расходными частями [4]. Для территории России из этих трех характеристик, являющихся базовыми для гидрологического моделирования, в относительно свободном доступе имеются систематические данные наблюдений за осадками и стоком, наблюдения же за испарением проводятся на очень небольшом количестве объектов, а получаемые при этом данные не всегда надежны. Стоит отметить, что по самым общим оценкам на суммарное испарение с суши приходится 50–70 % потерь влаги [5]. Таким образом, становится очевидным факт несоответствия роли эвапотранспирации в формировании водного режима

суши и имеющейся практикой гидрометеорологического мониторинга, а следовательно, и возможностями гидрологического моделирования. В первую очередь, это связано с недостаточной разработанностью современной целевой приборной базы, ее технической сложностью и высокой стоимостью, а также высокой трудоемкостью проведения подобных наблюдений [6].

Одним из решений сформулированной выше проблемы является применение расчетных методик, основанных на использовании характеристик, которые измерять существенно проще. Большое распространение получили формулы, связывающие интенсивность испарения и различные метеорологические характеристики [7]. С одной стороны, применение таких формул существенно облегчает задачу наполнения гидрологических моделей необходимыми данными, с другой стороны, встает вопрос оценки адекватности расчетных величин суммарного испарения локальным природным условиям, поскольку сами формулы могут быть основаны на обобщении информации, полученной для специфических физико-географических условий. Этот вопрос зачастую неявно игнорируется.

Отметим, что одной из основных задач любой гидрологической модели является определение количества воды, расходуемой на различного рода «потери» (испарение, заполнение бессточных понижений, пополнение емкости грунтовых вод, разгружающихся за пределами водосбора и т.п.) и формирование стока. Неправильный входной набор данных об испарении может существенным образом исказить рассчитываемый водный баланс, что влияет на качество расчетов.

В настоящей статье изложен опыт применения измеренных скоростей ствольного сокодвижения, пересчитанных затем в объем транспирации, при моделировании водного режима малого речного бассейна на основе гидрологической модели HBV. Объектом исследования является типичный среднегорный водосбор в пределах бассейна р. Уссури на территории Приморского края, в котором выполнен детальный комплекс измерений, необходимый для водобалансовых исследований и гидрологического моделирования. В статье приводится описание объекта, методики измерений и их обработки, самой модели, а также результаты расчета речного стока с учетом и без учета полученных новых данных, обсуждается их ценность и возможность продолжения и расширения подобных работ. Новизной исследования можно считать эксперимент по включению нового типа информации, а именно суммарного объема транспирируемой древостоями влаги, в качестве входных данных в гидрологическую модель HBV. Такая попытка для территории юга Дальнего Востока выполнена впервые.

## Материалы и методы

Основным объектом исследования является водосбор руч. Березовый (площадь 3.1 км<sup>2</sup>) – притока II порядка р. Правая Соколовка, входящей в систему верховьев р. Уссури. Данная территория относится к Верхнеуссурийскому научному стационару ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, где с 1970-х гг. XX в. велись биоценологические, гидрометеорологические и биогеохимические исследования. В настоящее время они продолжены на современном уровне инициативной группой исследователей при активном участии авторов.

Климат региона муссонный, что определяет особенности увлажнения и гидрологического режима. Среднегодовая температура воздуха 0.7 °С, максимальная 37–38 °С (июль–август), минимальная –43–45 °С (январь–февраль). Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 780 мм, из них большая часть выпадает в виде дождей в теплый период года (апрель–октябрь). Суточные максимумы осадков достигают 200 мм, что связано с активностью тропических тайфунов. Реки рассматриваемой территории по характеру питания относятся к дальневосточному типу с летними паводками. Суточные максимумы стока достигают 30 мм в сутки и более. Дождевые паводки летне-осеннего

периода вносят основной вклад в суммарный годовой объем стока. Высота снежного покрова 52–102 см, максимальная глубина промерзания почвы 53–125 см.

Бассейн руч. Березовый вытянут с юго-востока на северо-запад. Долина ручья узкая, глубокая с крутыми (до 35°) выпуклыми склонами. Средняя высота водосбора около 800 м, минимальные отметки в приустьевой зоне 560 м, наивысшие отметки приводораздельных участков около 1100 м. В нижней части водосбор покрыт хвойно-широколиственными лесами, в верхней – преимущественно темнохвойными [8].

С конца мая по начало октября 2019 г. на водосборе руч. Березовый был проведен цикл комплексных воднобалансовых наблюдений. Гидрологические наблюдения включали организацию сезонного гидрологического поста с установкой цифрового уровнемера Levellogger Junior Solinst (Канада) для мониторинга уровня воды с 15-минутным разрешением и измерениями расходов воды с помощью электромагнитного измерителя скорости потока FlowSens SEBA (Германия). По полученным данным строилась кривая связи «уровень–расход», позволившая получить ряд среднесуточных расходов воды на каждый день периода наблюдений. Метеорологические характеристики (температура и влажность воздуха, ветровой режим и освещенность, атмосферные осадки) измерялись двумя автоматическими метеостанциями WS-G1 Delta-T (Великобритания), одна из которых была установлена под пологом на склоне, вторая – на открытом месте с 10- и 15-минутным разрешением измерений соответственно.

Известно, что суммарное испарение участка суши в теплый период года [4] можно записать как

$$E = T + E_{soil} + E_{water}, \quad (1)$$

где  $E$  – суммарное испарение;  $T$  – транспирация (физиологическое испарение);  $E_{soil}$  – испарение с поверхности почвы;  $E_{water}$  – испарение с водной поверхности.

Далее оценки объемов транспирации принимаются в качестве «измеренного» суммарного испарения с водосбора, поскольку плотность покрытия исследуемого водосбора растениями близка к 100 %, открытые участки почвы практически отсутствуют, а площадь зеркала ручья на несколько порядков меньше площади самого водосбора (ширина русла в засушливые периоды может не превышать нескольких десятков сантиметров).

В настоящей работе для оценки суммарного объема транспирации была использована система мониторинга стволового сокодвижения производства EMS (г. Брно, Чешская Республика). Данная система реализована на основе энергобалансового метода ТНВ (Trunk Heat Balance) [9, 10]. Основой измерения является регистрация энергии, необходимой для поддержания разницы температур в ксилеме (водопроводящей части древесины) ствола дерева при ее внутреннем нагреве посредством подачи электрического тока по трем электродам из нержавеющей стали. При нагреве ксилемного пространства вокруг электродов часть энергии нагрева уносится потоком древесного сока (пасоки), остальная (малая) часть рассеивается в окружающую среду и относится к теплотерям. Расчет скорости потока влаги в стволе дерева основан на количестве энергии, необходимой для поддержания заданной разности температур между нагретой и контрольной (без нагрева) частями древесины. Выведенная из теплового баланса участка дерева формула расчета сокодвижения [9] имеет следующий вид:

$$V = \frac{P}{c_w * d * dT} - \frac{z}{c_w} [\text{кг/с} * \text{см}], \quad (2)$$

где  $V$  – скорость сокодвижения, кг/(с\*см);  $P$  – мощность нагрева электродов, Вт;  $d$  – ширина измеряемого участка (5.5 см);  $dT$  – разность температур в месте измерения (1, 2 или 3 К);  $c_w$  – удельная теплоемкость воды (Дж/(кг\*К));  $z$  – коэффициент тепловых потерь в измеряемой части ствола [Вт/К]. Первая часть уравнения описывает количество тепла, уносимого потоком влаги в стволе пропорционально скорости сокодвижения, вторая – тепловые потери, которые исключаются в процессе обработки исходных данных по рекомендован-

ной методике [9]. Так как измерения проводятся на ограниченной площади ствола, приведенная выше формула выражает объемное сокодвижение через 1 см окружности дерева. Умножение этого значения на длину окружности ствола измеряемого дерева позволяет оценить приблизительный суммарный объем влаги, прошедший по стволу дерева на высоте установки прибора (обычно  $\approx 1.3$  м от поверхности земли) с допущением, что скорость сокодвижения одинакова по всей окружности ствола.

Практически использованная система мониторинга стволового сокодвижения состоит из нескольких элементов: электронного блока EMS MicroSet 8X, который контролирует работу системы и записывает данные; четырех термодпар, выполненных в форме игл, которые измеряют температуру; электродов, проводящих ток к водопроводящей ткани дерева; защитных приспособлений, кабелей и т.п. Детальное описание измерительной системы и первичный анализ полученных данных за 2019 г. приведены в [11].

Измерения выполнялись на участке вблизи постоянной пробной площади в средней части склона (уклоны в пределах  $15\text{--}22^\circ$ ) западной и северо-западной экспозиции, на высоте около 650 м над уровнем моря, в поздне-сукцессионных сообществах кедрово-широколиственных лесов. Представленные в пределах изучаемого водосбора горнолесные бурые почвы характеризуются высокой пористостью, каменистостью и выраженным промывным режимом. В составе древостоя широко (20 % по запасу) представлена береза желтая (*Betula castata*), пять экземпляров которой отобраны для установки измерительных систем. Выбранные деревья входили в верхний ярус, имели высоты в диапазоне 18–23 м и DBH (diameter at breast height – диаметр на уровне груди) 14.6–25.5 см.

Для перехода от точечных измерений сокодвижения индивидуальных деревьев к объему влаги, затраченной на транспирацию с поверхности всего водосбора, использовались данные детальных геоботанических описаний с геодезической привязкой, полученные сотрудниками ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. С учетом доступной информации и цели исследования для выполнения подобного масштабирования было принято несколько допущений:

- объем воды, прошедшей по стволам измеряемых экземпляров берез, принимается равным для всех видов лиственных деревьев; согласно оценкам, приведенным в [12], для хвойных видов он на 20 % ниже;
- преимущественный объем транспируемой деревьями влаги сосредоточен во взрослых особях, таким образом, исключается необходимость учета кустарников и трав;
- показатели древесного покрова (видовой состав, плотность насаждений, высота деревьев, обхват ствола на DBH и некоторые другие) пробной площади, расположенной на правом борту долины руч. Березовый, репрезентативны для площади всего водосбора.

Специфика и детальный учет биотических аспектов водопотребления остаются за рамками данной статьи, поскольку задачей настоящей статьи является демонстрация возможности определения суммарного объема влаги на транспирацию или объем «потерь» воды из почвы с удовлетворительной точностью. Для моделирования водного режима руч. Березовый была применена гидрологическая модель HBV, широко используемая в научных исследованиях и практических приложениях [13]. HBV представляет собой воднобалансовую емкостную модель с сосредоточенными параметрами, в которой предусмотрено три основных модуля: расчет снега, расчет почвенной влажности и эвапотранспирации, блок стокоформирования и его трансформации. Входными данными являются атмосферные осадки, температура воздуха и потенциальная эвапотранспирация.

Модель разделяет подающиеся на вход измеренные осадки на твердые и жидкие, исходя из температуры воздуха. Для расчета снеготаяния используется метод «градусо-дней» [14]. Жидкая влага пополняет блок почвенной влажности в зависимости от текущего влагосодержания почвы (SM, мм), его максимального значения (FC, мм), а также параметра *BETA*:

$$\frac{recharge}{P(t)} = \left( \frac{SM(t)}{FC} \right)^{BETA}, \quad (3)$$

где  $P(t)$  – осадки;  $recharge$  – пополнение емкостей, мм/сут. Испарение из  $SM$  определяется базовым соотношением  $SM/FC$ : если оно выше параметра  $LP$ , то действительное испарение ( $E_{act}$ , мм/сут) равно потенциальному ( $E_{pot}$ , мм/сут.), в обратном случае расчет идет по следующей формуле:

$$E_{act} = E_{pot} \cdot \min\left(\frac{SM(t)}{FC \cdot LP}, 1\right). \quad (4)$$

В используемой версии HBV предусмотрено две емкости для формирования стока, расположенные одна над другой. Разделение приходящей влаги между емкостями определяет параметр Part, а параметр Delay – время добегания воды до нижней емкости. Отток из нижней описывается моделью единичной линейной емкости, из верхней в соответствии с

$$Q_1(t) = \min\left(K_1 * S_1(t)^{1+\alpha}\right), \quad (5)$$

где  $t$  – время, сут;  $Q_1$  – отток из емкости, мм/сут;  $K_1$  – коэффициент истощения;  $S(t)$  – текущая величина влагозапаса в емкости, мм;  $\alpha$  – калибруемый параметр. Отток из верхней емкости может быть рассмотрен как сумма почвенного и поверхностного стока, из нижней – как глубокий грунтовый сток. Сумма всех оттоков на каждом расчетном шаге трансформируется в сток замыкающего створа согласно

$$Q_{sim}(t) = \sum_{i=1}^{MAXBAS} c(i) * Q_{sum}(t-i+1), \quad (6)$$

$$c(i) = \int_{i-1}^i \frac{2}{MAXBAS} - \left| i - \frac{MAXBAS}{2} \right| \frac{4}{MAXBAS^2} di, \quad (7)$$

где  $Q_{sim}$  – расчетный сток в замыкающем створе;  $Q_{sum}$  – суммарный сток за время  $(t-i+1)$ ;  $i$  – расчетный шаг;  $c(i)$  – функция бассейновой трансформации [13]; MAXBAS – параметр добегания, сут.

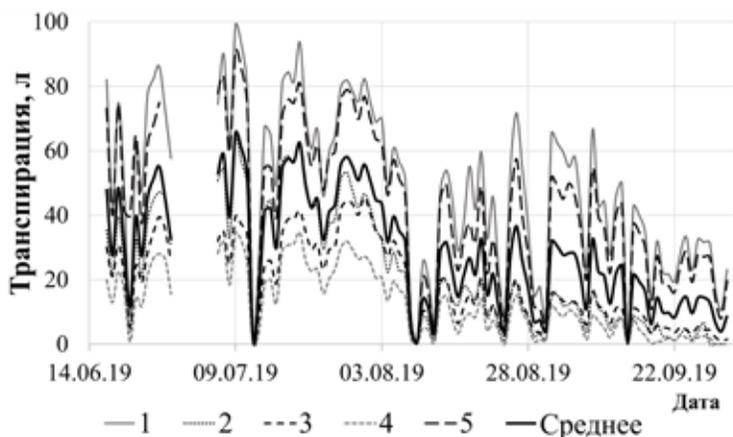
## Результаты и их обсуждение

Примеры полученных графиков стволового сокодвигания приведены на рис. 1. Видно, что объемы воды, прошедшей по водопроводящей ткани ствола, у рассматриваемых экземпляров деревьев разные. В первую очередь, это связано с особенностями строения деревьев, локальными условиями увлажнения и инсоляции. Высокая вариабельность транспирации относительно осредненной может снижать качество масштабирования данных на площадь водосбора. В то же время покрытие деревьев разного размера и условий произрастания измерениями является необходимым для учета влияния структуры лесного покрова на суммарную транспирацию.

Обращает внимание на себя факт, что в отдельные дни транспирации практически не было. Это связано с погодными условиями. Дожди и в целом повышенная влажность воздуха угнетают процессы транспирации.

Масштабирование данных точечных измерений показало, что за сутки с водосбора площадью около 3.1 км<sup>2</sup> испаряется до 8578 м<sup>3</sup> (это чуть более 2 мм слоя за сутки), во время выпадения значительных дождей эта цифра стремится к 0, а в среднем за сутки суммарное бассейновое испарение нами оценено около 3500 м<sup>3</sup>. Полученные значения в единицах слоя близки к приведенным в [15].

Интересным выглядит сравнение оцененных величин эвапотранспирации (на основе данных стволового сокодвигания) и измеренного в достаточно засушливый день (9 июля) стока: за сутки с водосбора испарилось 8578 м<sup>3</sup> воды, в то время как суточная сумма сто-

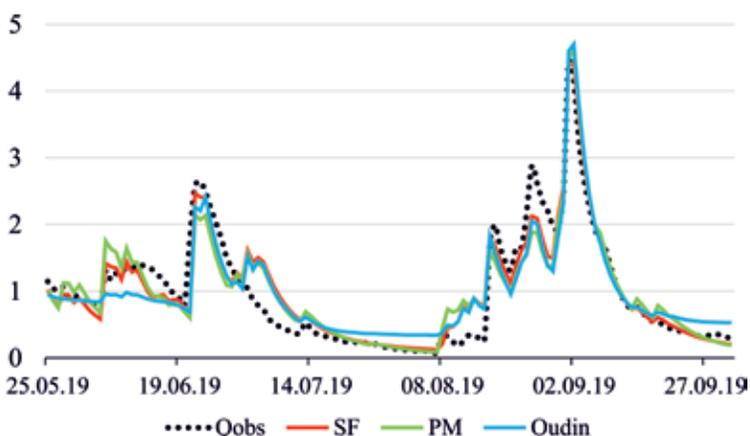


**Рис. 1.** Суммарные суточные объемы транспирации измеренных деревьев (1–5) и их среднее за 2019 г.

**Fig. 1.** Total daily transpiration volume in sap flow equivalent of measured trees (1–5) and seasonal average, 2019 year

ка составила около  $1500 \text{ м}^3$ , т.е. суточные объемы испарения могут превышать сток до 5–6 раз. В целом по имеющимся наблюдениям за исследуемый сезон слой стока составил 98 мм, испарение около 135 мм.

Калибровка параметров гидрологической модели выполнена вручную, с суточным шагом, по данным за 2019 г. (на рис. 2 приводятся гидрографы за период имеющихся фактических гидрометрических наблюдений). Потенциальное испарение как часть входного потока данных в модель рассчитано отдельно комплексным методом Пенмана-Монтейса [16] и достаточно простым, основанным только на температуре воздуха, методом Одина [17]. Суммарное испарение, полученное с помощью оценки объемов стволового сокодвигения, было также введено в модель, причем параметры модели были назначены таким образом, чтобы этот поток данных являлся фактическим («измеренным»), а не потенциальным испарением, которое затем трансформируется моделью в фактическое.



**Рис. 2.** Примеры измеренного (Qobs) и рассчитанных с помощью различных источников испарения (SF – данные стволового сокодвигения, PM – формула Пенмана-Монтейса, Oudin – формула Одина) гидрографов, 2019 г., мм/сут

**Fig. 2.** The measured (Qobs) and simulated hydrographs using different evapotranspiration calculation methods (SF – sap flow data, PM – Penman-Monteith method, Oudin – Oudin method), 2019 year, mm/day

Коэффициент Нэша-Сатклиффа, традиционно использующийся в гидрологии для оценки эффективности моделирования, при использовании разных методов определения испарения составил: 0.83 (Пенман-Монтейс), 0.84 (Один) и 0.90 (данные ствольного сокодвижения). Согласно классификации [18], все результаты относятся к категории «очень хорошо». Однако при рассмотрении некоторых деталей можно заметить, что речной сток, рассчитываемый с помощью испарения, полученного на основе данных ствольного сокодвижения, по динамике ближе к измеренному во время устойчивой межени (начало июня) и во время предпаводочного повышения расходов (середина августа); пик основного паводка также рассчитан немного лучше.

Анализ связи суточных значений эвапотранспирации, полученных на основе различных методик, показал, что, во-первых, их корреляция слаба ( $R^2 < 0.3$ ), а, во-вторых, динамика и суммарные значения сильно различаются. Расчетные методы в целом завышают объемы эвапотранспирации (до 2 раз и более) по сравнению с данными ствольного сокодвижения, распространенными на всю площадь экспериментального водосбора. В первую очередь, это связано с завышением значений потенциального испарения как величины, отражающей максимально возможное испарение при отсутствии лимитирующих факторов. Стоит также отметить, что комплексный метод расчета потенциального испарения по методу Пенмана-Монтейса не улучшил качества расчетов стока по сравнению с более простой альтернативной формулой.

Применение различных методов определения испарения сказалось на результатах расчета водного баланса (см. табл.) за период наблюдений (июнь–сентябрь 2019 г.). Значения калибруемых параметров гидрологической модели также оказались отличными друг от друга.

Заметно, что «измеренное» на основе регистрации сокодвижения сезонное испарение (транспирация) более чем на 100 мм меньше оцененного расчетными методами. Разница остается в стокоформирующих емкостях модели и переходит на следующий расчетный год. При недоучете этого момента при долгосрочном моделировании это вызовет совершенно иную компоновку водного баланса в дальнейшем, поскольку условия на водосборе, например при начале половодья следующего года, будут разными при использовании различных техник определения испарения.

## Заключение

В настоящей работе выполнена интеграция данных ствольного сокодвижения в процедуру моделирования стока экспериментального малого речного бассейна с помощью гидрологической модели HBV. Несмотря на все ограничения, по сравнению с двумя расчетными методами определения испарения – методами Пенмана-Монтейса и Одина – качество моделирования стока оказалось выше. При этом модель HBV использовалась в том числе и как способ перехода от потенциального испарения, которое рассчитывается по подобным формулам, к фактическому. Подчеркнем, что на данный момент не существует методов инструментальной оценки потерь влаги на испарение в масштабе водосбора, поэтому гидрологическое моделирование может рассматриваться как доступный способ решения этой проблемы.

**Таблица**  
Сезонный водный баланс руч. Березового при использовании модели HBV и различных методов определения испарения, мм

Table. Water balance components obtained by HBV model and different evapotranspiration calculation methods (mm)

Компонент	Метод расчета		
	SF	Oudin	PM
Осадки	348	348	348
Сток	98	102	100
Испарение	135	245	253
Разность	115	1	-5

Примечание. SF – по данным ствольного сокодвижения, Oudin – метод расчета Одина, PM – метод Пенмана-Монтейса, Разность – остаточный член водного баланса.

Несмотря на в целом успешный опыт проведенного исследования, остается ряд вопросов, которые необходимо решить для полноценного ввода обсуждаемых данных в практику моделирования.

Во-первых, существенным источником неопределенности при расчете суммарного бассейнового испарения является процедура масштабирования точечных данных – данных измерений, полученных для отдельных деревьев. В текущей работе распространение точечных данных на площадь всего малого водосбора выполнено в наиболее простой форме. Это связано как с наличием ограниченного количества датчиков регистрации стволового сокодвижения и, как следствие, практической невозможностью охватить наблюдениями все репрезентативные участки водосбора и их микроклиматические особенности, так и с недостаточной разработанностью самой процедуры масштабирования. Решение данной проблемы включает в себя расширение видового состава измеряемых деревьев, а также поиск функциональных связей между метеорологическими параметрами и интенсивностью транспирации, что позволит построить стохастическую модель транспирации на основе данных метеофорсинга.

Во-вторых, транспирация на облесенных водосборах является ведущим звеном приземного влагооборота, но не единственным. Поэтому для повышения точности определения объемов эвапотранспирации целесообразно определение испарения с поверхности почвы, транспирации с травяного покрова и подлеска.

В-третьих, применение концептуальной модели HBV с сосредоточенными параметрами может быть недостаточным для изучения тонких механизмов стокоформирования и взаимодействия различных элементов приземного влагооборота. Однако учитывая информационное обеспечение территории и высокую пространственно-временную динамику элементов водного баланса изучаемого региона, на первом этапе исследований подобного рода разумным будет тестирование наиболее простых модельных комплексов для отработки методики и общей оценки водного баланса речных водосборов. Основными ограничениями модели HBV в рамках решаемой задачи являются простота определения фактического испарения, основанная на доступности влаги и двух константах, а также базовое предположение о замыкании водного баланса в пределах водосбора, которое для малых речных бассейнов может и не выполняться. Последнее означает невозможность при использовании модели «сбросить» часть приходящей воды в подземные водоносные горизонты, разгрузка которых происходит в основном за пределами данного бассейна. Это может быть решено с помощью данных о стволовом сокодвижении (т.е. определением потерь «вверх»), а сведение баланса позволит определить потери «вниз» при дальнейшей работе в обсуждаемом направлении.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты № 19-05-00326, 18-04-00120 и 18-04-00278, а также согласно плану НИР (ГЗ) АААА-А19-119102290002-3 (ТИГ ДВО РАН) и АААА-А18-118022090056-0 (ИВП РАН).*

#### **Литература**

1. Kirchner J.W. Getting the right answers for the right reasons: Linking measurements, analyses, and models to advance the science of hydrology // Water Resour. Res. 2006. Vol. 42. W03S04.
2. Мотовилов Ю.Г., Гельфан А.Н. Модели формирования стока в задачах гидрологии речных бассейнов. М.: Изд-во РАН, 2018. 300 с.
3. Beven K. Rainfall-runoff modelling. The Primer. Ltd. John Wiley & Sons: Chichester, United Kingdom, 2001. 356 p.
4. Булавко А.Г. Водный баланс речных водосборов. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 304 с.
5. Клиге Р.К., Данилов И.Д., Конищев В.Н. История гидросферы. М.: Научный мир, 1998. 370 с.
6. Тихова Г.П., Придача В.Б., Сазонова Т.А., Павлов А.Г. Новый гибридный метод для измерения транспирационных потоков влаги у деревьев // Сибирский лесной журнал. 2017. № 4. С. 78–90.
7. Brutsaert W. Evaporation into the Atmosphere: Theory, History, and Applications. Springer: Dordrecht, Netherlands, 1982. 299 p.

8. Губарева Т.С., Гарцман Б.И., Шамов В.В., Луценко Т.Н., Болдескул А.Г., Кожевникова Н.К., Лупаков С.Ю. Компоненты стока малых водосборов Сихотэ-Алиня: обобщение результатов полевых измерений и трассерного моделирования // Известия РАН. Сер. геогр. 2019. № 6. С. 126–140.
9. Cermak J., Kucera J., Nadezhkina N. Sap flow measurements with some thermodynamic methods, flow integration within trees and scaling up from sample trees to entire forest stands // *Trees*. 2004. Vol. 18. P. 529–546.
10. Tatarinov F.A., Kucera J., Cienciala E. The analysis of physical background of tree sap flow measurement based on thermal methods // *Meas. Sci. Technol.* 2005. Vol. 16. P. 1157–1169.
11. Губарева Т.С., Лупаков С.Ю., Гарцман Б.И., Шамов В.В., Рубцов А.В., Кожевникова Н.К. Возможности оценивания бассейновой транспирации на основе измерения стволового сокодвижения: постановка задачи // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2019. Т. 1, № 4. С. 504–532.
12. Oltchev A., Cermak J., Nadezhkina, N., Tatarinov, F., Tishenko, A., Ibrom, A., Gravenhorst G. Transpiration of a mixed forest stand: field measurements and simulation using SVAT models // *Boreal Environ. Res.* 2002. Vol. 7. P. 389–397.
13. Seibert J., Vis M. Teaching hydrological modelling with a user-friendly catchment-runoff-model software package // *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2012. Vol. 16. P. 3315–3325.
14. Rango A., Martinec J. Revisiting the degree-day method for snowmelt computations // *Water Resour. Bull.* 1995. Vol. 31. P. 657–669.
15. Arneth A., Kelliher F.M., Bauer G., Hollinger D.Y., Byers J.N., Hunt J.E., McSeveny T.M., Ziegler W., Vygodskaya N.N., Milukova I., Sogachov A., Varlagin A., Schulze E.-D. Environmental regulation of xylem sap flow and total conductance of Larix gmelinii trees in eastern Siberia // *Tree Physiology*. 1996. Vol. 16. P. 247–255.
16. Penman H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass // *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*. 1948. Vol. 193. P. 120–145.
17. Oudin L., Hervieu F., Michel C., Perrin C., Andreassian V., Anctil F., Loumagne C. Which potential evapotranspiration input for a lumped rainfall-runoff model? Part 2: Towards a simple and efficient potential evapotranspiration model for rainfall-runoff modelling // *J. Hydrol.* 2005. Vol. 303. P. 290–306.
18. Moriasi D.N., Arnold J.G., Van Liew M.W., Bingner R.L., Harmel R.D., Veith T.L. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations // *Trans. ASABE*. 2007. Vol. 50. P. 885–900

## References

1. Kirchner, J.W. Getting the right answers for the right reasons: Linking measurements, analyses, and models to advance the science of hydrology. *Water Resour. Res.* 2006, 42, W03S04.
2. Motovilov, Yu.G.; Gelfan, A.N. Runoff formation models in practice of river basins hydrology. Russian Academy of Sciences Publ.: Moscow, Russia, 2019; 300 p. (In Russian)
3. Beven, K. Rainfall-runoff modelling. The Primer. Ltd. John Wiley & Sons: Chichester, United Kingdom, 2001; 356 p.
4. Bulavko, A.G. Water balance of river basins. Gidrometeoizdat: Leningrad, Russia, 1971; 304 p. (In Russian)
5. Klige, R.K.; Danilov, I.D.; Konishev, V.N. History of hydrosphere. Scientific World Publishing House: Moscow, Russia, 1998; 370 p. (In Russian)
6. Tikhova, G.P.; Pavlov, A.G.; Pridacha, V.B.; Sazonova, T.A. The new hybrid method for measuring transpiration sap flows in trees. *Siberian Journal of Forest Science*. 2017, 4, 78–90. (in Russian with English abstract)
7. Brutsaert, W. Evaporation into the Atmosphere: Theory, History, and Applications. Springer: Dordrecht, Netherlands, 1982; 299 p.
8. Gubareva, T.S.; Gartsman, B.I.; Shamov, V.V.; Lutsenko, T.N.; Boldeskul, A.G.; Kozhevnikova, N.K.; Lupakov, S.Yu. Runoff components of small catchments in Sikhote-Alin: summarizing the results of field measurements and tracer modeling. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya*. 2019, 6, 126–140. (in Russian with English abstract)
9. Cermak, J.; Kucera, J.; Nadezhkina, N. Sap flow measurements with some thermodynamic methods, flow integration within trees and scaling up from sample trees to entire forest stands. *Trees*. 2004, 8, 529–546.
10. Tatarinov, F.A.; Kucera J.; Cienciala, E. The analysis of physical background of tree sap flow measurement based on thermal methods. *Meas. Sci. Technol.* 2005, 16, 1157–1169.
11. Gubareva, T.S.; Lupakov, S.Yu.; Gartsman, B.I.; Shamov, V.V.; Rubtsov, A.V.; Kozhevnikova, N.K. Possibilities of catchment's transpiration assessment based on sap flow measurements: the problem statement. *Hydrosphere. Hazard processes and phenomena*. 2019. Т. 1, № 4. С. 504–532. (in Russian with English abstract)
12. Oltchev, A.; Cermak, J.; Nadezhkina, N.; Tatarinov, F.; Tishenko, A.; Ibrom, A.; Gravenhorst, G. Transpiration of a mixed forest stand: field measurements and simulation using SVAT models. *Boreal Environ. Res.* 2002, 7, 389–397.
13. Seibert, J.; Vis, M. Teaching hydrological modelling with a user-friendly catchment-runoff-model software package. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2012, 16, 3315–3325.
14. Rango, A.; Martinec, J. Revisiting the degree-day method for snowmelt computations. *Water Resour. Bull.* 1995, 31, 657–669.
15. Arneth, A.; Kelliher, F.M.; Bauer, G.; Hollinger, D.Y.; Byers, J.N.; Hunt, J.E.; McSeveny, T.M.; Ziegler, W.; Vygodskaya, N.N.; Milukova, I.; Sogachov, A.; Varlagin, A.; Schulze, E.-D. Environmental regulation of xylem sap flow and total conductance of Larix gmelinii trees in eastern Siberia. *Tree Physiology*. 1996, 16, 247–255.

16. Penman, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*. 1948, 193, 120–145.
17. Oudin, L.; Hervieu, F.; Michel, C.; Perrin, C.; Andreassian, V.; Anctil, F.; Loumagne, C. Which potential evapotranspiration input for a lumped rainfall–runoff model? Part 2: Towards a simple and efficient potential evapotranspiration model for rainfall–runoff modelling. *J. Hydrol.* 2005, 303, 290–306.
18. Moriasi, D.N.; Arnold, J.G.; Van Liew, M.W.; Bingner, R.L.; Harmel, R.D.; Veith, T.L. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Trans. ASABE*. 2007, 50, 885–900.

## Техногенные и природные факторы, контролирующие состав донных отложений оз. Васьковское, восточный Сихотэ-Алинь, Приморский край

ШУЛЬКИН В.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток  
Адрес для переписки: shulkin@tigdvo.ru

**Аннотация.** Изучено вертикальное распределение Pb, Cd, Zn, Hg, Cu, Ni, Fe, Mn,  $C_{\text{орг}}$ , а также скорость осадконакопления, определенная по снижению  $^{210}\text{Pb}$ , в верхнем 50-сантиметровом слое донных отложений оз. Васьковского, расположенного на восточном макросклоне хр. Сихотэ-Алинь и находящегося под влиянием аэральные выбросов горно-рудных предприятий долины р. Рудная. Установлена скорость осадконакопления в центральной части озера  $2.7 \pm 0.26$  мм/год, что позволяет оценить изменение химического состава донных отложений за последние 160–180 лет. Верхний 8-сантиметровый слой, накопленный после 1983 г., обогащен Pb, Cd в 4.8–8.1 раза, а Zn, Cu, Mn и Hg – в 1.8–2.5 раза по сравнению с нижележащими отложениями, накопленными до 1960 г. В сочетании с данными по динамике добычи и переработки полиметаллических руд в долине р. Рудная это указывает на аэральное поступление техногенного газопылевого материала как на главный источник загрязнения верхнего слоя озерных донных отложений. Обнаружено, что даже при значительном, 2-кратном снижении объемов производства и выбросов в 90-х годах XX в., уровень загрязнения осадочного материала, накапливающегося в донных отложениях, остается высоким, и требуется дальнейший мониторинг для характеристики способности геосистем нижней части долины р. Рудная к самоочищению. Показано, что нормирование концентрации тяжелых металлов относительно Fe, учитывающее вариации гранулометрического состава и содержания гидроксидов Fe, позволяет отследить не только интенсификацию горнорудного производства в 70–80-х годах XX в., но и начало хозяйственной деятельности в конце XIX в. Установлено, что в отличие от тяжелых металлов, концентрация органического вещества ( $C_{\text{орг}}$ ) в верхнем слое отложений отражает изменение природно-климатических условий на водосборе, соотношение автохтонных и аллохтонных источников  $C_{\text{орг}}$  и изменения трофического статуса водоема.

**Ключевые слова:** озерные донные отложения, горно-рудный техногенез, тяжелые металлы, загрязнение, скорость осадконакопления по  $^{210}\text{Pb}$ .

## Anthropogenic and natural factors controlling the composition of bottom sediments of the Vaskovskoe Lake, Eastern Sihote-Alin, Primorye

SHULKIN V.M.

Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok  
Correspondence paper: shulkin@tigdvo.ru

**Abstract.** The vertical distribution of Pb, Cd, Zn, Hg, Cu, Ni, Fe, Mn,  $C_{\text{org}}$  and the rate of sedimentation by  $^{210}\text{Pb}$  in the upper 50 cm layer of bottom sediments of the Vaskovskoe Lake has been studied. Vaskovskoe Lake is located

on the eastern slope of Sihote-Alin range. It existed under the influence of the mining industry at the Rudnaya River Valley. The rate of sedimentation in the central part of the lake is set at  $2.7 \pm 0.26$  mm/year, which allows estimating the change in the chemical composition of bottom sediments over the last 160-180 years. The top 8 cm layer, accumulated after 1983, is enriched by Pb, Cd in 4.8-8.1 times. In the combination with data on the production and processing of polymetallic ores, it indicates the atmospheric deposition of technogenic dust material as the main source of pollution of the lake sediments. It has been found that even with a significant two-fold reduction in production and emissions in the 1990s, pollution levels of sediments remain high, and further monitoring is required to characterize the geosystem's ability to self-purification. It is shown that the heavy metal concentration normalized by Fe, taking into account variations in the grain size composition and content of Fe hydroxides, allows us to track not only the intense mining production in the 70s and 80s of the twentieth century, but also the early beginning of economic activity at the Rudnaya R. valley at the end of the nineteenth century. It has been revealed that unlike heavy metals the concentration of organic matter ( $C_{org}$ ) in the bottom sediments reflects the change in natural and climatic conditions at the catchment, the ratio of autochthonous and allochthonous sources of  $C_{org}$  and changes in the trophic status of the lake.

**Keywords:** mining influence, heavy metals, lake sediments, pollution,  $^{210}\text{Pb}$  dating.

## Введение

Озерные геосистемы являются важными источниками текущей и ретроспективной информации о состоянии среды [1, 2]. В составе компонентов озерных геосистем отражаются как процессы, происходящие в водах озера и на его водосборной площади, так и процессы регионального и глобального переноса загрязняющих веществ, по отношению к которым озера являются седиментационными ловушками и накопителями. При этом состав водной толщи отражает текущее состояние, а донные отложения позволяют оценить ситуацию в прошлом [2]. Долина р. Рудная, расположенная на восточном макросклоне центрального Сихотэ-Алиня, является одним из наиболее неблагоприятных районов Дальнего Востока с точки зрения качества среды. Это обусловлено сосредоточением здесь горно-рудных и горно-химических предприятий г. Дальнегорск, деятельность которых сопровождается выбросами в атмосферу и сбросом в речную сеть значительного количества тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu, Hg) и сернистых соединений ( $\text{SO}_2$ ) [3, 4]. Соответственно концентрация металлов во многих компонентах ландшафтов долины р. Рудная, включая почвы, растительность, речную воду и взвесь, повышена [5]. Загрязнение обнаружено также в донных отложениях и гидробионтах прибрежной морской акватории, куда впадает р. Рудная [4, 6]. При этом не всегда удается дифференцировать пути и механизмы, а также определить динамику техногенной нагрузки на различные компоненты геосистем, что необходимо для оптимизации ремедиационных мер. Озеро Васьковское, расположенное в правом ответвлении нижней части долины р. Рудная (рис. 1) и отчасти защищенное грядой холмов от прямого влияния предприятий горно-рудного комплекса, представляет собой удобный модельный объект для характеристики существующего уровня аэрозольного загрязнения и ретроспективного анализа техногенной нагрузки. Целью данной статьи является анализ вертикального распределения концентрации тяжелых металлов и  $C_{org}$  в верхнем 50-сантиметровом слое донных отложений оз. Васьковское для характеристики связи геохимических данных с динамикой хозяйственной активности и природно-климатическими условиями за последние 160–180 лет, а в дальнейшем – оценки способности геосистем к самоочищению.

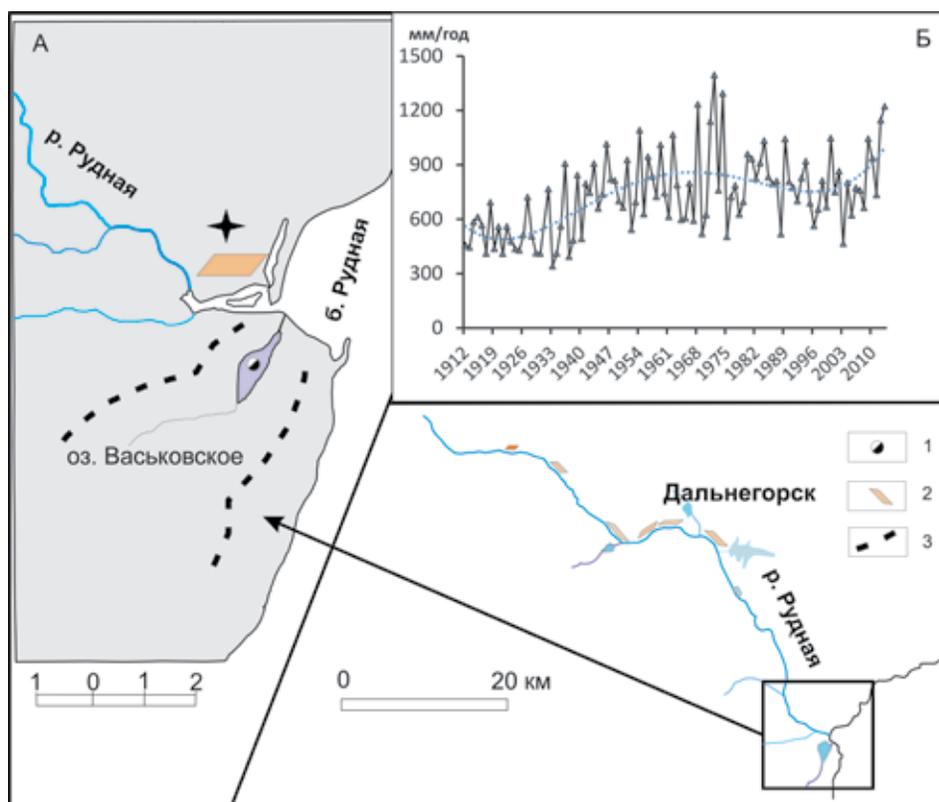
## Материалы и методы

Колонка донных отложений была отобрана в июле 2012 г. в наиболее глубокой части ( $h = 9$  м) котловины озера в точке с координатами (44,34357 С, 135,81729 В). Отбор производился прямоточной трубкой Kadjak с верхним клапаном, обеспечивающим отбор придонного слоя воды и предотвращение размывания верхнего слоя. Корректная работа трубки контролировалась по ненарушенному состоянию обводненного наилка. Цвет отложений буровато-серый в верхних 5–10 см и более темный, но все равно буровато-серый,

т. е. без интенсивных восстановительных сульфат-редуцирующих процессов в нижележащих осадках. Влажность отложений значительна по всей колонке и постепенно уменьшается от 80 % в верхних 5 см до 72 % в слое 45–50 см.

После отбора колонка была разделена на слои толщиной 2 см, которые анализировались как отдельные пробы после высушивания, определения влажности и гомогенизации. Содержание  $C_{\text{орг}}$  определяли методом каталитического окисления на анализаторе Shimadzu TOCСурп. Распределение концентрации металлов (Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Ni) по колонкам современных отложений определяли атомно-абсорбционным методом на приборе Shimadzu 6800 F/G после полного кислотного разложения проб смесью кислот  $\text{HF}-\text{HClO}_4$ . Концентрацию Hg определяли на приборе РА-915+ из отдельной навески материала, высушенного при комнатной температуре. Все анализы проводились на оборудовании ЦКП ЦЛЭДГИС ТИГ ДВО РАН. Правильность определения концентрации металлов контролировали анализом стандартных образцов BCSS-1 и MESS-4. Расхождение с паспортными данными не превышало 8–10 %.

Кроме того, в слоях 0–1, 3–5, 7–9, 10–11, 15–17, 19–21, 23–25, 29–31, 39–41, 49–50 см определяли концентрацию  $^{210}\text{Pb}$  по удельной альфа-активности дочернего  $^{210}\text{Pb}$  по стандартной методике [7] в лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана (СПБГУ). Концентрация  $^{210}\text{Pb}$  в нижних слоях колонок рассматривалась как обусловленная естественным распадом  $^{238}\text{U}$ , а концентрация «избыточного»  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  в верхних слоях колонок рассчитывалась как разница кон-



**Рис. 1.** (А) Схема района работ. 1 – точка отбора колонки донных осадков; 2 – селитебные территории; 3 – направление низгорных хребтов, ограничивающих водосбор оз. Васьковское. (Б) Изменение годового количества атмосферных осадков в п. Рудная Пристань за 1912–2013 гг.

**Fig. 1.** (А) Study area. 1 – sampling point of sediment core; 2 – settlement areas; 3 – axis of the hills range bordering watershed of the Vaskovskoye Lake. (Б) Multiyear changes of annual amount of atmospheric precipitation at the Rudnaya Pristan station for the 1912–2013 period

центрации общего  $^{210}\text{Pb}$  в каждом отдельном слое и равновесного содержания  $^{210}\text{Pb}$  в нижних слоях. Расчет скорости осадконакопления проводился по вертикальному распределению содержания избыточного  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  и модели постоянной начальной концентрации [8].

В качестве показателей масштаба горно-рудной активности в г. Дальнегорске использовали объем добычи полиметаллических руд, которая активно идет с 1914 г., и производства серной и борной кислот, которое началось в 1966 г. [9].

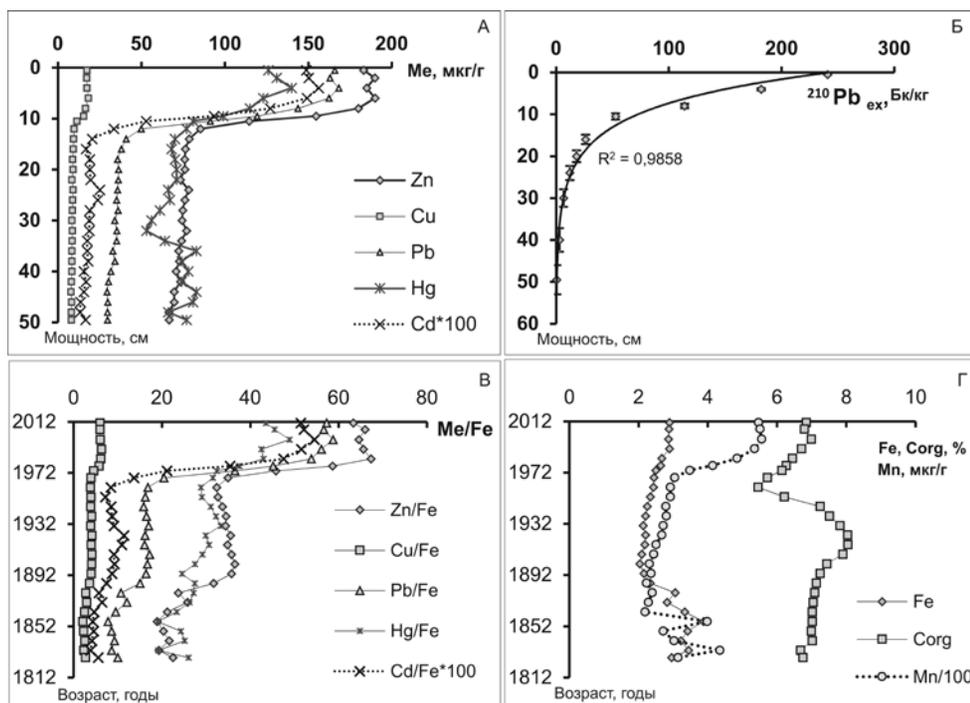
Изменение природно-климатических условий в долине р. Рудная оценивалось по количеству атмосферных выпадений за год, которые являются одним из главных факторов, контролирующих водный режим водотоков и водоемов. Для метеостанции Рудная Пристань (Тетюхе Пристань) имеются наблюдения с 1936 г. [10]. Более ранние наблюдения для данного района отсутствуют, поэтому использовались наблюдения с 1912 по 1935 г. за атмосферными осадками на метеостанции м. Низменный, расположенной в 80 км южнее [11]. Регулярные наблюдения до 1912 г. практически не проводились.

## Результаты и их обсуждение

Расположение оз. Васьковское в боковой долине (рис. 1А) защищает озеро от прямого техногенного воздействия, что подтверждается малой минерализацией вод и низким содержанием растворенных форм металлов, хотя концентрации Pb, Zn, Cd во взвеси и планктоне оз. Васьковское в 2012 г. были в 2–5 раз выше, чем в других озерах восточного Сихотэ-Алиня [12].

Наиболее явно техногенное влияние сказывается на распределении ряда металлов по колонке донных отложений. Концентрация Cd, Pb, Zn в верхнем 10-сантиметровом слое отложений в 5–7 раз выше, чем в осадках нижней части колонки. По Hg, Cu, Mn обогащение верхнего слоя также очевидно, но не столь значительно (в 2–3 раза) (рис. 2А). Вертикальное распределение «избыточного»  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  характеризуется убыванием вниз по колонке по экспоненте (рис. 2Б), соответствующей скорости радиоактивного распада  $^{210}\text{Pb}$ , поступающего в донные отложения с атмосферными осадками. Зная динамику радиоактивного распада  $^{210}\text{Pb}$  и принимая постоянство атмосферного поступления, можно рассчитать скорость накопления донных отложений [8]. Для оз. Васьковское скорость осадконакопления составляет  $2.67 \pm 0.26$  мм/год. Хорошее соответствие распределения  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  экспоненциальному закону свидетельствует о равномерном осадконакоплении со слабой биотурбацией и отсутствием значительного механического перемешивания донных отложений. Это согласуется с особенностями озера – небольшими размерами и слабой волновой активностью. Данные по скорости осадконакопления позволяют соотнести слои колонки с определенным возрастом (рис. 2В, 2Г). Это позволяет констатировать, что наиболее значительное обогащение донных отложений халькофильными тяжелыми металлами началось после 1960 г. После 1983–1990 гг. накопление металлов продолжалось, но с значительно меньшей скоростью, и достигало максимума в осадках, соответствующих 1998 г. В более молодых отложениях, слагающих верхний 3-сантиметровый слой, концентрация Zn, Pb, Cu оставалась на одном уровне, а Hg и Cd даже уменьшалась на 5–8 % относительно максимума (рис. 2В).

Очевидно, что изменчивость концентрации Pb, Cd, Zn, Hg, Cu в донных отложениях оз. Васьковское контролируется прежде всего вариациями их аэрального поступления из техногенных источников. Однако существуют и природные факторы, влияющие на концентрацию металлов в осадках. Наиболее важными из них является гранулометрический состав вследствие тяготения металлов к тонкозернистым пелитовым фракциям, что можно учесть нормализацией относительно Fe [13]. На необходимость учета вариаций гранулометрического состава и других природных факторов указывает заметная и закономерная изменчивость концентрации Fe и  $S_{\text{орг}}$  по колонке (рис. 2Г). Вертикальное распределение по колонке отношений  $\text{Me}/\text{Fe}$  подтверждает значительное загрязнение материала, отлагав-



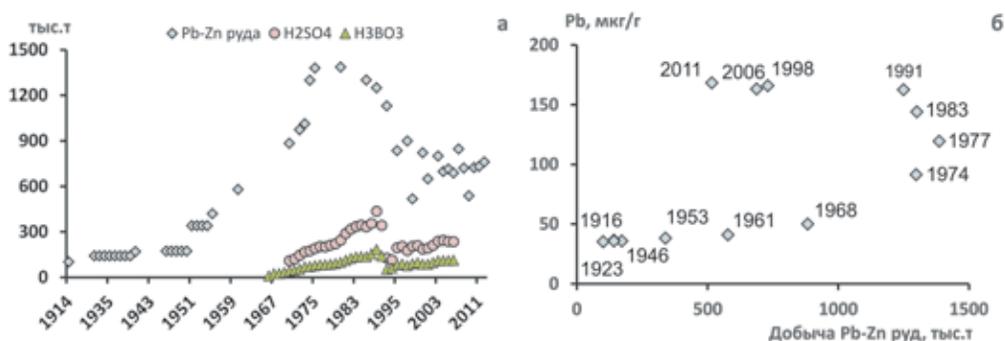
**Рис. 2.** Вертикальное распределение по 50-сантиметровой колонке донных отложений оз. Васьковское: (А) концентрации тяжелых металлов; (Б) «избыточной» концентрации  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ ; (В) концентрации тяжелых металлов, нормированных по содержанию Fe; (Г) концентрации Fe, Mn и  $C_{\text{орг}}$  после датирования слоев по уменьшению  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$

**Fig. 2.** Distribution along the 50 cm sediment core at the Vaskovskoe Lake: (a) concentration of the heavy metals; (b) “excessive” concentration of  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ ; (v) concentration of heavy metals normalized by Fe content; (г) concentration of Fe, Mn and  $C_{\text{org}}$  along the core after evaluation of the age of sediment layers

шегося после 1970 г. (рис. 2В). Однако наряду с этим по отношениям Pb/Fe, Zn/Fe и отчасти Cu/Fe выделяется еще один временной рубеж в конце XIX в., до которого величина этих отношений в осадках минимальна, а после несколько повышается (рис. 2В). Именно в этот период началось освоение долины р. Рудная переселенцами из европейской части России, сопровождаемое, вероятно, некоторой эмиссией металлов (Pb, Zn, Cu), которую можно косвенно зарегистрировать по химическому составу озерных донных отложений, несмотря на практическое отсутствие горно-рудной деятельности в это время.

Данные по добыче Pb-Zn руд в долине р. Рудная могут рассматриваться как интегральный показатель техногенного пресса, поскольку добыча руды определяет и интенсивность работы обогатительных фабрик – источников сбросов в речную сеть, и работу плавильного завода – источника аэральных выбросов. Еще одним источником загрязнения атмосферы является деятельность горно-химического комбината «Бор», вырабатывающего серную кислоту и боропродукты. Динамика добычи полиметаллических руд характеризуется ускоренным ростом после 1950 и, особенно, после 1970 г. (рис. 3а). Максимальная добыча в 1975–1985 гг. сменилась почти 2-кратным падением в 90-х годах XX в. и стабилизацией ежегодной добычи на уровне 700–800 тыс. т в настоящее время. Период максимальной добычи, а значит, и максимального выброса металлов в атмосферу совпадает со временем резкого повышения концентрации металлов в верхнем слое озерных отложений (рис. 2А). В то же время падение добычи в 1990-е гг. не сопровождается синхронным снижением концентрации халькофильных металлов, в частности Pb (рис. 3б). Аналогичный характер зависимости концентрации в донных отложениях оз. Васьковское от добычи по-

лиметаллических руд в долине р. Рудная обнаружен для Zn, Hg, Cd, Cu. Это указывает на достаточно высокую инерционность геосистемы озера и его водосбора по отношению к аэральному поступлению металлов. То есть избыточное количество металлов, выпавших и накопившихся в ландшафтах водосбора оз. Васьковское в период максимальной техногенной нагрузки 40 лет назад, продолжало поступать в озеро в составе осадочного материала, даже когда аэральные выпадения значительно сократились. В настоящее время можно констатировать, что за 20 лет снижения масштабов техногенного пресса в долине р. Рудная (с 1991 по 2011 г.) концентрация халькофильных металлов в донных отложениях оз. Васьковское практически не уменьшилась (рис. 3б) или уменьшилась очень незначительно (рис. 2А). Очевидно, что необходимо продолжение мониторинга состава озерных донных отложений для характеристики возможности самоочищения лесных ландшафтов от халькофильных металлов.



**Рис. 3.** Динамика добычи Pb-Zn руды и производства серной и борной кислот (тыс. т) на предприятиях в долине р. Рудная (а) и соотношение между добычей руды в отдельные годы и концентрацией Pb в синхронных им слоях колонки донных отложений оз. Васьковское (б)

**Fig. 3.** Dynamics of Pb-Zn ores production and sulfuric and boron acids manufacture (thousand tons) at the enterprises within the Rudnaya R. valley (a), and relationship between Pb-Zn ores production in some years and Pb concentration in the synchronic layers of sediment core of the Vaskovskoye Lake

Распределение Mn в верхних 10–12 см колонки донных отложений оз. Васьковское схоже с таковым для халькофильных металлов (рис. 2А, Г). На первый взгляд это кажется странным, поскольку Mn не является типоморфным элементом полиметаллических руд. Однако в боросиликатных рудах, добываемых карьерным способом в среднем течении долины р. Рудная, концентрация Mn достигает 2–3 % [5], поэтому добыча и переработка боросиликатных руд, вероятно, является причиной относительного повышения концентрации этого металла до 500–550 мкг/г в верхнем слое озерных донных отложений. Это предположение подтверждается тем, что увеличение концентрации Mn в отложениях начинается только с 1973 г. (рис. 2Г), т.е. при выходе комбината «Бор» на плановые показатели в 1972–1974 гг. (рис. 3а). До этого периода концентрация Mn в озерных отложениях составляла около 300 мкг/г, что значительно уступает средней концентрации в речной взвеси 1150 мкг/г [14], и далее уменьшалась до 220–240 мкг/г в нижележащих слоях, накопившихся во второй половине XIX в. (рис. 2Г). Однако, далее вниз по колонке концентрация Mn вновь возрастала до 300–435 мкг/г синхронно с концентрацией Fe, что указывает на определяющую роль вариаций гранулометрического состава в отложениях этого периода.

Концентрация Fe и  $C_{орг}$  в верхних 5–6 см донных отложений оз. Васьковское, накопившихся после 1990 г., постоянна и составляет 2.9 и 6.8–7.0 % соответственно. В отложениях 1990–1960 гг. наблюдалось закономерное снижение концентрации  $C_{орг}$  от 7.0 до 5.45 % с увеличением возраста, однако концентрация Fe при этом уменьшилось лишь с 2.89 до 2.43 % (рис. 2Г), что исключает влияние вариаций гранулометрического состава. В более ранних отложениях 1923–1960 гг., напротив, имело место закономерное повы-

шение концентрации  $C_{\text{орг}}$  с увеличением возраста – от 5.45 до 8.05 % (рис. 2Г). В отложениях начала XX в. концентрация  $C_{\text{орг}}$  оставалась на этом достаточно высоком уровне (7.9–8.05 %), а затем быстро снижалась до 7.44 % на рубеже веков и постепенно до 7.02 % в течение XIX в. (рис. 2Г). Таким образом, изменение концентрации  $C_{\text{орг}}$  по колонке озерных отложений за последние 180 лет характеризуется четкими периодами повышения и снижения. Отсутствие при этом какой-либо корреляции с вариациями содержания Fe не позволяет обосновать это изменением гранулометрического состава. Процесс деструкции органического вещества может быть ответственен за снижение  $C_{\text{орг}}$  в верхних 10–12 см отложений. Схожий характер распределения  $C_{\text{орг}}$  в верхнем слое донных осадков Онежского озера [15] подтверждает возможность такого механизма. Однако характер изменения концентрации  $C_{\text{орг}}$  в нижележащих отложениях, накопленных до 1960 г. (рис. 2Г), указывает на другие факторы, контролирующие содержание и накопление органического вещества в донных осадках оз. Васьковское. Изменения степени эвтрофирования озера за счет сукцессионных изменений и/или вариаций стока с водосбора кажутся наиболее вероятными причинами столь значительных изменений концентрации органического вещества в накапливаемом осадочном материале. Данные по межгодовой изменчивости атмосферных осадков в низовьях р. Рудная начиная с 1912 г. (см. рис. 1Б) не обнаруживают прямой связи с минимумом  $C_{\text{орг}}$  в донных отложениях конца 50–начала 60-х годов XX в. (рис. 2Г). Дополнительные исследования, такие как диатомовый анализ и определение особенностей состава органического вещества отложений, необходимы для детализации причин изменчивости концентрации  $C_{\text{орг}}$  в осадках оз. Васьковское, накапливавшихся во второй половине XIX – начале XX в. В нижней части колонки отложений наблюдается повышенная и изменчивая концентрация Fe (рис. 2Г), обусловленная вариациями гранулометрического состава, которые, в свою очередь, контролируются водным режимом. Таким образом, в отличие от халькофильных металлов и Mn концентрация  $C_{\text{орг}}$  и Fe в донных отложениях оз. Васьковское контролируется, вероятно, природными факторами.

### Заклучение и выводы

Изучение вертикального распределения концентрации Pb, Cd, Zn, Hg, Cu, Ni, Fe, Mn, а также  $C_{\text{орг}}$  в 50-сантиметровой колонке донных отложений оз. Васьковское выявило обогащение верхнего 8–10-сантиметрового слоя по сравнению с нижележащим рядом металлов. Максимальное увеличение в 4.8–8.1 раза наблюдалось для Pb, Cd. Для Zn, Cu, Mn и Hg обогащение составляло 1.8–2.5 раза. Учитывая активную горно-рудную деятельность в долине р. Рудная, связанную с добычей и переработкой Pb-Zn руд, единственно возможной причиной аномально повышенной концентрации халькофильных металлов в озерных донных отложениях может быть аэральное поступление техногенного газопылевого материала прямо на зеркало озера или через мобилизацию на водосборе и поверхностный сток.

Распределение  $^{210}\text{Pb}$  по той же колонке донных отложений свидетельствует об отсутствии заметного механического перемешивания, что позволило определить скорость осадконакопления за последние 160–180 лет в  $2.7 \pm 0.26$  мм/год. В таком случае слою с повышенной концентрацией Pb и других металлов соответствует период после 1983 г. с предшествующим ему периодом ускоренного роста с 1968 до 1983 г. Это совпадает с динамикой роста добычи и переработки Pb-Zn руд на предприятиях долины р. Рудная, что является косвенным свидетельством правильности определения скорости осадконакопления в оз. Васьковское и подтверждает техногенный характер повышенной концентрации ряда халькофильных металлов в озерных отложениях.

Постоянно высокая концентрация халькофильных металлов наблюдается по всему верхнему 8–10-сантиметровому слою осадков, включая материал, отложившийся в последние 20 лет, когда масштабы добычи и переработки снизились в 2 раза, а плавильное

производство как важный источник азральных выбросов Pb прекратилось. Это указывает на пролонгированное техногенное воздействие на химический состав донных осадков и необходимость продолжения мониторинга состава отложений оз. Васьковское для оценки динамики самоочищения компонентов ландшафтов.

В осадках, накопившихся в начале и середине XX в., когда масштабы горно-рудной деятельности значительно уступали настоящим, абсолютные величины концентрации халькофильных металлов были повышены незначительно. Однако нормирование относительно Fe, учитывающее вариации гранулометрического состава и содержание гидроксидов Fe, позволило разделить осадки, накопившиеся в конце XIX–начале XX в., когда началось хозяйственное освоение долины р. Рудная, от более ранних отложений, где величины концентраций халькофильных металлов, нормированных относительно Fe, были минимальны.

В отличие от халькофильных металлов, концентрация  $C_{орг}$  в верхнем 10–15-сантиметровом слое донных отложений определяется сочетанием деструкционных процессов, ведущих к снижению количества  $C_{орг}$ , и природно-климатических факторов, контролирующих сток с водосбора, соотношением автохтонных и аллохтонных источников органического вещества. Нельзя исключать и долговременные изменения трофического статуса водоема. Дополнительные исследования (диатомовый анализ) необходимы для конкретизации природных факторов, контролирующих вертикальное распределение содержания  $C_{орг}$  в донных отложениях оз. Васьковское, накопившихся за последние 160–180 лет.

### Литература

1. Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А. Формирование химического состава вод озер в условиях изменения окружающей среды. М: Наука, 2010. 268 с.
2. Субетто Д.А., Севастьянов Д.В., Сапелко Т.В., Бойнагряз В.Р., Греков И.М. Озера как накопительные информационные системы и индикаторы климата // Астраханский вестн. экол. образования. 2017. № 4 (42). С. 414.
3. Аржанова В.С. Влияние горнопромышленного техногенеза на речные воды // География и природные ресурсы. 2010. № 1. С. 39–44.
4. Шулькин В. М., Чернова Е. Н., Христофорова . К., Коженкова с. И. Влияние горнорудной деятельности на изменение химического состава компонентов водных экосистем // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. 2014. № 6. С. 483–494.
5. Елпатьевский П.В. Геохимия миграционных потоков в природных и природно-техногенных геосистемах. М.: Наука, 1993. 253 с.
6. 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.
7. Blanchard R. L. Rapid determination of Lead – 210 and Polonium – 210 in Environmental samples by deposition on Nickel // Anal. Chem. 1966. Vol. 38. P. 189–192.
8. Купцов В. М. Абсолютная геохронология донных осадков океанов и морей. М.: Наука, 1986. 271 с.
9. Колесников Н.В. Тетюхе-Дальнегорск: материалы из истории поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, развития горнорудной промышленности и металлургического производства, социальных вопросов в Дальнегорском районе. Дальнегорск, 2017. 646 с.
10. Единый государственный фонд данных Росгидромета. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://aisori-m.meteo.ru/waisori> (Дата обращения: 01.12.2020).
11. Климатический справочник СССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Вып. 26, ч. 2. Л.: Гидрометеиздат, 1958. 345 с.
12. Чернова Е.Н., Шулькин В.М., Лысенко Е.В., Луценко Т.Н., Болдескул А.Г. Гидрохимические и биогеохимические особенности пресных и солоноватоводных озер восточного Сихотэ-Алиня // Изв. ТИПРО. 2014. Т. 178. С. 157–172.
13. Jung, H.S., Lim D., Xu Z., Kang J.H. Quantitative compensation of grain-size effects in elemental concentration: A Korean coastal sediments case study // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2014. 151. P. 69–77.
14. Савенко В.С. Химический состав взвешенных наносов рек мира. М.: ГЕОС, 2006. 175 с.
15. Белкина Н.А. Количественный и качественный состав органического вещества и его трансформация в поверхностном слое донных отложений Онежского озера // Тр. Карельского научного центра РАН. 2017. № 10. С. 64–72.

## Reference

1. Moiseenko, T.I.; Gashkina, N.A. Chemical composition of lake waters at the environmental changes. Nauka: Moscow, Russia, 2010; 268 p. (In Russian)
2. Subetto, D.A.; Sevastyanov, D.V.; Sapelko, T.V.; Boynagryan, V.Z.; Grekov, I.M. Lake as accumulative information systems and climate indicators. *Astrahanskyi Vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*. 2017, 4, 4-14. (In Russian)
3. Arzhanova, V.S. Influence of mining industry on the river waters. *Geography and natural resources*. 2010, 1, 39-44. (In Russian)
4. Shulkin, V.M.; Chernova, E.N.; Khristoforova, N.K.; Kozhenkova, S.I. Influence of mining activity on the chemical composition of water ecosystems. *Geoecology, Engineering geology, hydrogeology, geocriology*. 2014, 6, 483-494. (In Russian)
5. Elpatyevsky, P.V. Geochemical fluxes in the natural and natural-technogenic geosystems. Nauka: Moscow, Russia, 1993; 253. (In Russian)
6. Shulkin, V.M. Pollution of the coastal bottom sediments at the Middle Primorie (Russia) due to mining activity. *Environmental Pollution*. 1998, 101, 401-404.
7. Blanchard, R.L. Rapid determination of Lead - 210 and Polonium - 210 in Environmental samples by deposition on Nickel. *Anal. Chem.* 1966, 38, 189-192.
8. Kuptsov, V.M. Geochronology of the marine bottom sediments. Nauka: Moscow, Russia, 1986; 271 p. (In Russian)
9. Kolesnikov, N.V. Tetue-Dalnegorsk: Data from the history of the prospecting of mineral resources, development of mining and smelting industry, and social progress in the Dalnegorsk area. Dalnegorsk. 2017; 646. (In Russian)
10. Unified State Data Fund of Roshydromet. Available online: <https://aisori-m.meteo.ru/waisori> (accessed on 1 Desember 2020) (In Russian)
11. Klimaticheskyy spravochnik USSR. Meteorological data for some years. Vol 26. Part II. Leningrad. Hydrometeoizdat. 1958; 345 p. (In Russian)
12. Chernova, E.N.; Shulkin, V.M.; Lysenko, E.V.; Lutsenko, T.N.; Boldeskul, A.G. Hydrochemical and biogeochemical features of freshwater and brackish lakes in eastern Sikhote-Alin. *Izv. TINRO*. 2014, 178, 157-172. (In Russian)
13. Jung, H.S.; Lim, D.; Xu, Z.; Kang, J.H. Quantitative compensation of grain-size effects in elemental concentration: A Korean coastal sediments case study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2014, 151, 69-77.
14. Savenko, V.S. Chemical composition of world river's suspended matter. GEOS: Moscow, Russia, 2006; 175 p. (In Russian)
15. Belkina, N.A. Quantitative and qualitative composition of organic matter and its transformation in a surface layer of the Lake Onego sediments. *Trudy KarNTs RAN [Trans. KarRC of RAS]*. 2017, 10, 64-72. (In Russian)

## Круглый стол научной конференции «Геосистемы Северо-Восточной Азии: природа, население, хозяйство территорий»

### The Round Table of the Scientific Conference «Geosystems of Northeast Asia: nature, population, territorial economies»

В Тихоокеанском институте географии Дальневосточного отделения Российской академии наук проводятся ежегодные научные конференции, посвященные изучению геосистем Северо-Восточной Азии.

В 2021 г. были определены следующие направления работы конференции:

- вопросы теории и методологии исследований геосистем разных рангов и типов;
- природные геосистемы: типы, современное состояние и динамика;
- природно-ресурсные геосистемы: типы, современное состояние и динамика;
- проблемы рационального природопользования в геосистемах разных типов, в том числе в приморских, трансграничных, арктических;
- территориальные социально-экономические геосистемы: типы, современное состояние и тенденции развития;
- геополитические аспекты устойчивого развития интегральных геосистем и безопасности в регионах Северо-Восточной Азии;
- методы географических исследований, геоинформационные технологии и модели;
- круглый стол: «Теория и методы изучения геосистем Северо-Восточной Азии: природы, населения, хозяйства территорий».

К большому сожалению, научная конференция в этом году в заявленном формате по причине пандемии не состоялась. Оргкомитет конференции принял решение о проведении 22 апреля 2021 г. только круглого стола: «Теория и методы изучения геосистем Северо-Восточной Азии: природы, населения, хозяйства территорий».

В заседании круглого стола приняли участие следующие ученые:

Ведущий заседания – Бакланов П.Я., академик РАН, д.г.н., профессор (ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток).

Докладчики: Блиновская Я.Ю., д.т.н., профессор (ДВФУ, г. Владивосток); Бочарников В.Н., д.б.н. (ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток); Бровко П.Фе., д.г.н., профессор (ДВФУ, г. Владивосток); Суховеева А.Б., к.г.н.

(ИКАРП ДВО РАН, г. Биробиджан); Шведов В.Г., д.г.н. (ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток).

Участники дискуссии: Ганзей К.С., к.г.н. (директор ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток), Гатауллина С.Ю., ст. преподаватель кафедры сервиса и туризма (ШЭМ ДВФУ, г. Владивосток); Жариков В.В., к.г.н. (зам. директора ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток); Ивакина Е.В., к.б.н. (ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток); Лозовская С.А., к.б.н. (ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток); Мошков А.В., д.г.н. (ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток); Степанько Н.Г., к.г.н. (ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток); Ткаченко Г.Г., к.г.н. (ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток); Ушаков Е.А., н.с. (ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток).

В начале работы круглого стола с приветственным словом к участникам заседания выступил директор ТИГ ДВО РАН К.С. Ганзей. Он отметил актуальность проводимых в Тихоокеанском институте географии ежегодных конференций «Геосистемы Северо-Восточной Азии».

На заседании круглого стола были заслушаны следующие доклады:

Методология постнеклассического научного познания в контексте решения фундаментальных эколого-географических задач (В.Н. Бочарников);

Восточная Арктика России – некоторые аспекты межгосударственной проблематики (В.Г. Шведов);

Берега залива Креста (Берингово море) (П.Ф. Бровко);

Требования к информационным ресурсам при формировании системы морского пространственного планирования (Я.Ю. Блиновская, В.В. Жариков, Е.Г. Егидарев, А.А. Мурзин, Э.Э. Ахмаева);

Дальний Восток России: человеческий потенциал и качество жизни населения (А.Б. Суховеева).

После выступления участников круглого стола прошло обсуждение представленных докладов. Ведущий, академик РАН, профессор, д.г.н. П.Я. Бакланов в своем выступлении отметил важность проведенных исследований, их научную новизну и практическую значимость. По результатам обсуждения круглого стола Оргкомитетом конференции было принято следующее решение.

## Решение

**круглого стола: «Теория и методы изучения геосистем Северо-Восточной Азии: природы, населения, хозяйства территорий», 22 апреля 2021 года, г. Владивосток**

В материалах конференции, в т.ч. изложенных во время проведения круглого стола, большое внимание уделено проблемам развития прибрежных морских регионов и структур, развитию Восточной Арктики.

В последние годы устойчивое развитие Дальнего Востока стало одной из приоритетных стратегических задач России на XXI в. Дальневосточный федеральный округ обладает особой спецификой, связанной с его географическим и геополитическим положением, процессами его освоения и заселения, дифференциацией хозяйства и плотности населения, демографических процессов, характером транспортных коммуникаций. В этой связи высокую актуальность приобретают исследования уже накопленного материального и человеческого потенциала территории, качества жизни населения с целью выявления потенциальных возможностей и ограничений для их развития. Методологическая оценка изучения территориальных структур хозяйства и качества жизни населения должна основываться на системном анализе количественных и качественных показателей с учетом взаимоотношений локальных социально-экономических систем с региональными (на разных территориальных иерархических уровнях). Для наращивания человеческого потенциала необходимо проводить более эффективную политику в социальной сфере, с акцентом на увеличение бюджетных и привлечение частных инвестиций в экономику регионов, внедрение технологий, берегающих здоровье населения, обеспечивающих доступность медицинских и образовательных услуг.

Для дальневосточных районов важны проблемы рационального использования прибрежно-морских ресурсов, включая соответствующие территории и акватории. Такие проблемы в последние десятилетия проявились практически во всех приморских регионах Северо-Восточной Азии. С каждым годом все сложнее найти районы, так или иначе не затронутые антропогенной деятельностью. Все это определяет необходимость разработки методологии комплексного управления прибрежно-морскими зонами, основанной на экономико-правовых механизмах, оценке ландшафтных ресурсов территорий и акваторий, их экологического состояния. Важнейшая роль в решении этой задачи должна принадлежать различным моделям морского природопользования, реализуемым через пространственное планирование. При этом информационная основа морского природопользования должна способствовать разработке рекомендаций и прогнозов, необходимых для осуществления процедур планирования на разных административных уровнях для лиц, принимающих решения в сфере природопользования и устойчивого развития региона.

Восточная Арктика имеет большие и разнообразные перспективы для устойчивого развития и международного сотрудничества в сфере природопользования, в т.ч. в экономике, экологии, сохранении культурно-исторического наследия и др. Этот регион входит в состав макрорегиона Северная Пацифика, что открывает дополнительные возможности для его развития в рамках межгосударственной интеграции.

Тем не менее данные возможности в реальности оказываются ограничены рядом существующих проблем геополитического характера. В числе таковых следует назвать сложную геополитическую ситуацию в отношениях между Россией и США и их разногласия по региональному акваториальному разграничению, нерешенность проблемы по международному статусу акватории Северного Ледовитого океана. В сложившейся ситуации Россия демонстрирует твердую позицию в отстаивании своих суверенных прав и одновременно готовность к конструктивному международному сотрудничеству в Восточной Арктике и во всем прилегающем к ней обширном акваториальном пространстве.

Организационный комитет конференции при финансовой поддержке ФГБУН ТИГ ДВО РАН издал сборник трудов участников научной конференции «Геосистемы Северо-Восточной Азии: природа, население, хозяйство территорий»\*. Сборник состоит из Предисловия и четырех частей: 1. Вопросы теории и методологии исследований территориальной организации и динамики геосистем; 2. Актуальные проблемы и методы изучения природных геосистем. Современные проблемы и методы изучения природно-ресурсных геосистем; 3. Подходы и методы изучения территориальных социально-экономических геосистем; 4. Проблемы рационального природопользования в геосистемах разных типов, в том числе в приморских, трансграничных, арктических.

В Предисловии сборника (авторы П.Я. Бакланов, К.С. Ганзей, А.В. Мошков) отмечена важная дата в истории Тихоокеанского института географии – 50 лет со дня основания института и 90 лет со дня рождения Андрея Петровича Капицы (9 июля 1931 г., Кембридж – 2 августа 2011 г., Москва) – выдающегося советского и российского ученого-географа, доктора географических наук, члена-корреспондента АН СССР, лауреата государственной премии, председателя Президиума Дальневосточного научного центра АН СССР (1971–1979 гг.), директора-организатора Тихоокеанского института географии.

В этом сборнике опубликованы материалы уже девятой по счету конференции, которая посвящена обсуждению важнейших результатов современных географических исследований, проводимых в Северо-Восточной Азии. Его материалы заинтересуют научных работников, представителей государственной и муниципальной власти, преподавателей вузов, аспирантов, магистрантов и студентов.

*БАКЛАНОВ П.Я., д.г.н., академик РАН,  
научный руководитель ФГБУН Тихоокеанский  
институт географии ДВО РАН (г. Владивосток)  
E-mail: pbaklanov@tigdvo.ru*

*МОШКОВ А.В., д.г.н., г.н.с.,  
ФГБУН Тихоокеанский институт географии  
ДВО РАН (г. Владивосток)  
E-mail: mavr@tigdvo.ru*

*ТКАЧЕНКО Г.Г., к.г.н., старший научный сотрудник,  
ФГБУН Тихоокеанский институт географии  
ДВО РАН (г. Владивосток)  
E-mail: tkatchenko-gri@mail.ru*

\* Геосистемы Северо-Восточной Азии: природа, население, хозяйство территорий. Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2021. 294 с.

## Тихоокеанской научной ассоциации – 100 лет

### Pacific Science Association – 100th Anniversary



Тихоокеанская научная ассоциация (ТНА) основана в 1920 г. и является региональной неправительственной научной организацией. В августе 2020 г. в Гонолулу (США) была организована Первая Пан-Тихоокеанская научная конференция.

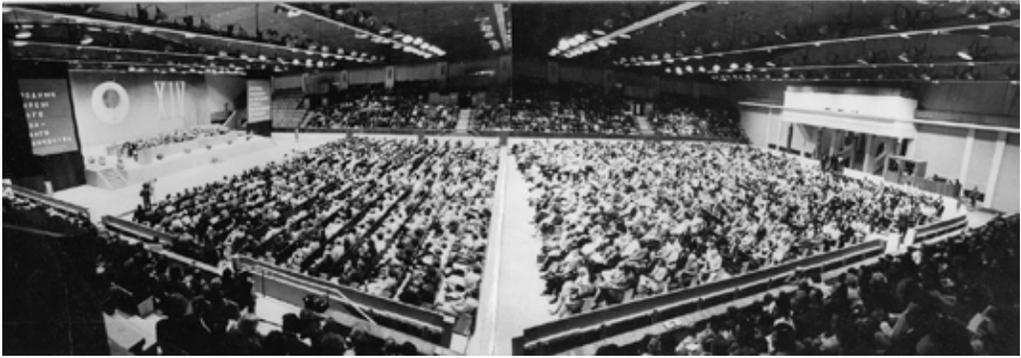
В 1926 г. к организации присоединился СССР, на III Пан-Тихоокеанский конгресс в Японию прибыла делегация АН СССР во главе с ее президентом академиком В.Л. Комаровым.

7 мая 1927 г. на Общем собрании АН СССР был создан постоянный Тихоокеанский комитет АН СССР, председателем которого стал В.Л. Комаров. В комитете работали 4 секции: океанографическая, геологическая, этнографическая и владивостокская. Комитет занялся организацией экспедиций, выставок и докладов, начал выпуск изданий научного характера.

После Второй мировой войны делегации советских ученых участвовали в IX и X конгрессах. После этого в Академии наук был воссоздан Советский национальный комитет Тихоокеанской научной ассоциации под председательством академика А.А. Губера. В задачу комитета входила организация и содействие



Комаров В.Л. с группой ученых Японского ботанического общества. III Тихоокеанский научный конгресс, Токио, 07.11.1926 (из архива РАН).



XIV Тихоокеанский научный конгресс, г. Хабаровск, август 1979 г. Фото Н. Назарова

сотрудничеству в изучении научных проблем Тихоокеанского региона.

С 1972 г. председателем Советского национального комитета до 1977 г. был академик Б.Г. Гафуров. В состав комитета также входили три заместителя председателя: чл.-корр. АН СССР А.П. Капица, д.и.н. К.В. Малаховский из Института востоковедения АН СССР и к.г.н. Е.М. Сузюмов из Отдела морских экспедиционных работ Президиума АН СССР. Кроме того, в комитет вошли еще 50 членов из различных институтов Академии и научных организаций страны, в том числе академики М.С. Гиляров, А.А. Воронов, Ю.А. Косыгин, А.П. Окладников, Н.А. Шило, члены-корреспонденты АН СССР Г.Б. Еляков, А.В. Жирмунский, Л.И. Красный, А.И. Крушанов, В.Л. Контримавичус, А.П. Лисицын, Е.А. Радкевич, С.Л. Соловьев, С.А. Федотов и действительный член АМН СССР В.М. Жданов.

С 1977 г. председателем Советского национального комитета стал академик Н.А. Шило, председатель Президиума Дальневосточного научного центра АН СССР. Он возглавлял комитет до 1995 г. Президентом ассоциации и председателем Тихоокеанского научного совета с 1979 по 1983 г. являлся вице-президент АН СССР академик А.В. Сидоренко.

На территории России Тихоокеанский научный конгресс (ТНК) был проведен единственный раз, в 1979 г. в г. Хабаровск. XIV Тихоокеанский научный конгресс проходил под девизом «Природные ресурсы Тихого океана — на благо человечества». Он привлек 1685 делегатов (517 иностранных) из 46 стран и около 400 гостей. На нем присутствовали представители не только ТНА, но и ряда других международных организаций, в том числе ЮНЕСКО, ЮНЕП, ВОЗ, Международной метеорологической организации, Международного фонда по народонаселению, Комитета научных союзов. Самая представительная делегация была из Советского Союза, в нее входили видные советские ученые из Академии наук СССР и других организаций и научных учреждений страны, в т.ч.: 14 академиков, 35 членов-корреспондентов АН СССР, 92 доктора наук и 360 кандидатов наук. От Дальневосточного центра присутствовало 126 делегатов, от Сибирского отделения — 25 делегатов. В числе иностранных ученых находились такие выдающиеся деятели мировой науки, как президент Академии наук Канады Р. Фолинсби,

президент Академии наук Франции М. Фонтен, лауреат Нобелевской премии, крупнейший вирусолог мира К. Гайдюшек и многие другие.

В рамках 14 научных комитетов на конгрессе было проведено 17 секций и 68 симпозиумов. Научным комитетом «Охрана и защита окружающей среды» для работы и обсуждения докладов было организовано 2 секции и 4 симпозиума; комитетом «Твердая оболочка Земли» — 7 секций и 10 симпозиумов; комитетами «География» и «Экосистемы островов», работавшими совместно, — 7 симпозиумов; комитетом «Коралловые рифы» — 2 симпозиума; комитетом «Ботаника» — 2 симпозиума; комитетом «Лесоводство» были проведены пленарные заседания; комитетом «Науки о пресной воде» — 3 симпозиума; комитетом «Энтомология» — 3 симпозиума; комитетом «Социальные и гуманитарные науки» — 4 секции и 6 симпозиумов; комитетом «Здравоохранение и медицинские науки» — 10 симпозиумов; комитетом «Питание» — 6 симпозиумов; комитетом «Научные связи и образование» — 2 симпозиума; комитетом «Морские науки» — 4 секции и 30 симпозиумов.

Кроме того, было проведено 3 специальных симпозиума: «Советско-американский симпозиум по физиологии и биохимии адаптаций морских животных» (г. Находка, до конгресса), «Происхождение, лимнология, флора и фауна озера Байкал» (о. Байкал, после конгресса), генеральный симпозиум «Научные основы рационального использования и охраны природной среды Тихоокеанского региона» (г. Хабаровск).

В ходе общих дискуссий во всех комитетах было заслушано 760 докладов, из которых 364 были сделаны советскими учеными и 396 — зарубежными.

Накануне конгресса были проведены научные экскурсии на Алдан в Якутию по тематике кайнозоя; в низовья р. Колыма по перигляциальному литогенезу; на р. Омолон по проблеме «Граница девона и карбона»; в верховья р. Омулевка по проблеме «Граница ордовика и силура»; в верховья р. Колыма по петрологической тематике и охране окружающей среды. После конгресса были организованы экскурсии на о. Сахалин, в Приморском крае — в Кавалеровский район, Сихотэ-Алинский заповедник и г. Находка, а также на озеро Байкал.

В соответствии с программой конгресса в г. Хабаровск функционировал дамский комитет, объеди-

нивший более 60 женщин, сопровождавших делегатов конгресса. Этот комитет провел 19 экскурсий в школы, детские сады, музеи, театры и на предприятия города.

Дальневосточными институтами с помощью выставочного комитета АН СССР была организована выставка, которая представила экспонаты о достижениях дальневосточной науки.

Участники конгресса приняли четыре резолюции: «Советскому правительству от участников XIV Тихоокеанского научного конгресса», «Хабаровскому городскому Совету народных депутатов и жителям города Хабаровска», «За сотрудничество в Тихоокеанском регионе в использовании природных ресурсов на благо человека» и «Основные направления исследований по комитетам Тихоокеанской научной ассоциации. Резолюции и рекомендации, вытекающие из этих направлений».

После академика Н.А. Шилов председателем Советского национального комитета с 1995 по 2005 г. был академик Г.Б. Еляков. По его инициативе в 1998 г. была организована морская экспедиция на борту НИС «Академик Опарин» с заходом на Тайвань, где в Тайбэе состоялась Девятая межконгрессная конференция ТНА. ДВО РАН представляли 16 ученых из ТИБОХ, ИБМ, ТОИ, ТИГ, БПИ и Ботанического сада-института. Делегацию возглавлял председатель ДВО РАН, вице-президент РАН академик Г.Б. Еляков, который на тот момент был членом Исполкома Тихоокеанской научной ассоциации. Участники экспедиции представили 14 устных докладов и 4 стендовых сообщения. В свободное время делегация посетила институты Академии Синика, а тайваньские ученые стали гостями на борту российского научного судна.

На данный момент Российский национальный комитет возглавляет председатель ДВО РАН академик В.И. Сергиенко. С 2007 г. он член Исполнительного комитета ТНА. Заместителем председателя Нацио-

нального комитета является академик П.Я. Бакланов.

Сегодня ТНА – это региональная неправительственная научная организация, продвигающая науку и технологии в целях устойчивого развития Азиатско-Тихоокеанского региона и объединяющая десятки тихоокеанских стран и территорий. Основная задача ассоциации – способствовать сотрудничеству в решении научных проблем, связанных с Тихоокеанским регионом, особенно касающихся благосостояния его населения и укрепления мира и дружбы между его народами. Работой Тихоокеанской научной ассоциации руководит Исполнительный комитет ассоциации, секретариат ТНА находится в Гонолулу, исполнительный секретарь с 2004 г. Берк Бурне.

Членами ассоциации в настоящее время являются научные организации, представляющие страны Тихоокеанского бассейна или примыкающие к нему географические области: Форум национальных академий Австралии, Китайская научно-техническая ассоциация, Университет Гонконга (КНР), Академия Синика (Тайвань), Академия наук Франции, Университет Гуама, Индонезийский институт науки, Научный совет Японии, Национальная академия наук Республики Корея, Министерство науки, технологии и инноваций Малайзии, Королевское общество Новой Зеландии, Университет Рюкю (Окинава, Япония), Национальный исследовательский совет Филиппин, Российская академия наук, Национальная академия наук Сингапура, Южнотихоокеанский университет (Фиджи), Национальный исследовательский совет Таиланда, Национальная академия наук США, Вьетнамская академия наук и технологий. Ассоциация поддерживает связь с Академией наук Малайзии, Региональным отделением Азиатско-Тихоокеанского региона Международного научного совета.

Ассоциация ежеквартально выпускает международный научный журнал «Pacific Science», где публикуются оригинальные исследования и обзорные ста-



Члены Исполнительного комитета ТНА на встрече в г. Пекин, январь 2017 г.

ты, посвященные изучению биологических, физических и социальных проблем Тихоокеанского региона.

В настоящее время Исполнительный совет ТНА состоит из девяти членов: Юн Лун Лу (КНР) – президент, Сан-Дай Пак (Республика Корея) – вице-президент, Кевин Джонсон (США) – генеральный секретарь, Макото Цутия (Япония) – казначей, Нэнси Льюис (США) – бывший президент, члены Исполнительного комитета: Эрик Клуа (Франция), Исао Накадзима (Япония), Валентин Сергиенко (Россия), Шу-Мин Хуан (Китайский Тайбэй).

В Тихоокеанский научный совет, который является высшим органом управления ТНА, входят представители от национальных комитетов (НК) – членов ассоциации. С 2016 г. Россию в нем представляют академик В.И. Сергиенко и секретарь НК ТНА М.Б. Штец. Заседания совета проходят каждые два года во время проведения научных конгрессов и межконгрессных конференций.

Очередной XXIV Тихоокеанский научный конгресс запланирован к проведению в июле 2022 г. в Университете Шаньтоу провинции Гуандун (КНР). Главная тема конгресса – «Формулируя концепции устойчивого развития в Азиатско-Тихоокеанском регионе». Конгресс должен охватить широкий круг проблем в области климата и систем Земли, биоразнообразия и экосистем, продуктов питания, воды, энергии, здоровья и благополучия, будущего науки и техники, науки для общества и здоровья океана.

Официальный сайт мероприятия:

<https://psc2020.net/>

Предложения по организации симпозиумов и семинаров в рамках конгресса принимаются по адресу [psc2020@stu.edu.cn](mailto:psc2020@stu.edu.cn):

Необходимо предоставить следующую информацию на английском языке:

1. Тип сессии (симпозиум или семинар).
2. Название.
3. Организаторы (симпозиума) или модераторы (семинара).
4. Подтема Конгресса, которой наиболее близко соответствует предложенная сессия (см. ниже).
5. Обоснование и описание.
6. Продолжительность.
7. Предполагаемый(-ые) приглашенный(-ые) докладчик(и).
8. Предполагаемые участники.
9. Ожидаемые результаты симпозиума или семинара.

*ШТЕЦ Марина Борисовна,  
заведующая сектором международных отношений  
Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток,  
секретарь Национального комитета Тихоокеанской  
научной ассоциации.  
E-mail: [uvs@hq.febras.ru](mailto:uvs@hq.febras.ru)*

*M.B. SHTETS (Far Eastern Branch of the Russian  
Academy of Sciences, Vladivostok)*

## 60 лет Сергею Владимировичу Осипову

### 60 years to Sergey Vladimirovich Osipov



23 мая 2021 г. отметил свой юбилей доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории биогеографии и экологии ТИГ ДВО РАН Сергей Владимирович Осипов.

Сергей Владимирович родился 23 мая 1961 г. в г. Владивосток. После окончания в 1983 г. биолого-почвенного факультета Дальневосточного государственного университета Сергей Владимирович был зачислен на должность стажера-исследователя Биолого-почвенного института ДВНЦ АН СССР (БПИ ДВО РАН), затем учился в очной аспирантуре института. После окончания аспирантуры в 1983–2007 гг. работал в должности стажера-исследователя, младшего научного, научного, старшего научного и ведущего научного сотрудника лаборатории геоботаники Биолого-почвенного института ДВО РАН (ДВНЦ АН

СССР). Параллельно в 2003–2007 гг. он работал в должности ведущего научного сотрудника лаборатории экспериментальной фитоценологии и ботанических технологий Ботанического сада-института ДВО РАН. С 1991 по 1997 г. руководил группой геоботаники БПИ ДВО РАН. В январе 2007 г. был избран по конкурсу на должность заведующего лабораторией биогеографии и экологии Тихоокеанского института географии ДВО РАН, а с июня 2017 г. он главный научный сотрудник и руководитель лаборатории биогеографии и экологии ТИГ ДВО РАН.

В 1990 г. Сергей Владимирович защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук, а в 2002 г. – докторскую диссертацию на тему «Структура растительного покрова таежно-гольцового ландшафта (на примере Буреинского нагорья)».

С 2002 г. по настоящее время С.В. Осипов – старший научный сотрудник Государственного природного заповедника «Буреинский».

Основные научные интересы С.В. Осипова – наука о растительности (геоботаника, ботаническая география, фитоценология), биоценология (синэкология), ландшафтная экология, ландшафтоведение, биогеография, геоэкология, природопользование.

Сергей Владимирович автор 150 научных работ, в том числе 2 монографий и около 100 статей (более 50 статей опубликовано в журналах из списка ВАК). По результатам своих исследований он неоднократно выступал с докладами на международных, всероссийских и региональных конференциях и съездах. Много лет С.В. Осипов руководил проектами Российского фонда фундаментальных исследований, Отделения наук о Земле РАН, Президиума Дальневосточного отделения РАН, являлся исполнителем ряда научных проектов. С.В. Осипов является экспертом РАН, членом редакционного совета продолжающегося издания «Геоботаническое картографирование», сериального издания «Комаровские чтения» и членом редакционных коллегий журналов «Сибирский лесной журнал» и «Тихоокеанская география».

Последние годы в качестве руководителя лаборатории он руководил рядом проектов и программ, касающихся проблем геоботаники. Это позволило ему стать ведущим специ-

алистом в области исследования растительного покрова и его использования на Дальнем Востоке.

С.В. Осипов входил в состав пяти советов по защите докторских диссертаций, выступает в качестве официального оппонента докторских и кандидатских диссертаций. В 2005 г. ему было присвоено звание доцента по специальности «ботаника». В должности профессора он преподавал на кафедре общей экологии (кластер биологических кафедр школы естественных наук) Дальневосточного федерального университета. Под его руководством студентами подготовлено и защищено 17 дипломных работ, он руководит аспирантами в ТИГ ДВО РАН, является научным руководителем 2 кандидатских диссертаций и 2 диссертационных тем по специальностям экология и геоэкология.

В 2017 г. С.В. Осипов стал Лауреатом премии имени выдающихся ученых Дальнего Востока России, за цикл работ «Экологическая структура гольцово-таежных ландшафтов» ему присуждена премия имени академика И.П. Дружинина в области географии и геоэкологии.

*МОИСЕЕВСКАЯ Елена Борисовна,  
зав. отделом Центральной научной библиотеки ДВО РАН  
при ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток  
E-mail: library@tigdvo.ru*

## 65 лет Владимиру Николаевичу Невскому

### 65 years to Vladimir Nikolaevich Nevsky

12 мая 2021 г. исполнилось 65 лет ученому, кандидату географических наук, старшему научному сотруднику лаборатории геоморфологии и палеогеографии ТИГ ДВО РАН Невскому Владимиру Николаевичу (1956 г.р.).

Родился Владимир Николаевич в г. Челябинске, где окончил среднюю школу и поступил на приборостроительный факультет Челябинского политехнического института. Во время учебы Владимир Николаевич работал на Челябинском тракторном заводе и в НИИ открытых горных пород. Однако, изменив первоначальную оценку о будущей профессии, в 1977 г. Владимир Николаевич поступает на географический факультет Симферопольского государственного университета. Во время обучения В.Н. Невский выполнял научную работу и производственные задания в Крыму, на Кавказе и в Восточной Якутии. С отличием закончив в 1982 г. университет, до 1985 г. Владимир Николаевич работал инженером-геоморфологом в Буландинской партии Алтайской геолого-геофизической экспедиции. С августа 1985 г. и по настоящее время В.Н. Невский работает в лаборатории геоморфологии ТИГ ДВО РАН, пройдя путь от инженера до старшего научного сотрудника. Все эти годы Владимир Николаевич занимается изучением экзогенных геоморфологических процессов, геоморфологическим картографированием, его волнует настоящее и будущее геоморфологии.



В 2002 г. Владимир Николаевич защитил кандидатскую диссертацию по теме: «Принципы и методы построения геоморфологической классификации (на примере горных районов юга Дальнего Востока России)». Он автор и соавтор 2 монографий: «Геоморфологическая фация и перспективы построения общей индуктивной классификации рельефа» (2006), «Рельеф и человек» (2007, кол. авт.) и около 40 научных статей.

В 2014 г. Владимир Николаевич Невский был награжден Почетной грамотой РАН и Профсоюза работников РАН.

Желаем юбиляру крепкого здоровья и больших творческих успехов!

*МОИСЕЕВСКАЯ Елена Борисовна,  
зав. отделом Центральной научной библиотеки ДВО РАН  
при ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток  
E-mail: library@tigdvo.ru*

## 80 лет Римме Васильевне Вахненко

### 80 years to Rimma Vasilyevna Vakchnenko

Вахненко Римма Васильевна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории социальной и медицинской географии ТИГ ДВО РАН.

Римма Васильевна родилась 20 мая 1941 г. в семье железнодорожника в Забайкалье на станции Зилово Чернышевского района Читинской области. В 1966 г. окончила геофизический факультет Дальневосточного государственного университета по специальности «физическая география». С 1965 по 1972 г. работала техником, инженером, ст. инженером Картоиздательского производства ТОФ. С апреля 1972 г. по август 2020 г. работала в ТИГ ДВО РАН, пройдя путь от старшего инженера до старшего научного сотрудника. В 1986 г. защитила кандидатскую диссертацию по теме «Пассажирские связи и их роль в формировании систем расселения юга Дальнего Востока».



Основные научные интересы Р.В. Вахненко связаны с оценкой пространственной трансформации транспортной подвижности населения в условиях модернизации и глобализации. Еще одно направление исследований – изучение АТР как важного инструмента для сравнительной оценки не только образа жизни, но и инфраструктурного обустройства территории. В условиях новых общественных отношений исследование проблем транспортного взаимодействия дает возможность не только определить реальную картину происходящих процессов, но и прогнозировать развитие в будущем.

Статьи Р.В. Вахненко публикуются в периодических журналах «Таможенная политика на Дальнем Востоке», «Ойкумена», «Окно в АТР», «География и экология в школе» и др. Круг ее интересов и знаний весьма обширен. Она много путешествует по Юго-Восточной Азии – это Вьетнам и Китай, Гонконг и Макао. Имя Р.В. Вахненко хорошо известно читателям газеты «Дальневосточный ученый». Ее статьи регулярно появляются в газете, восхищает способность Риммы Васильевны рассказывать в доступной форме, без излишнего академизма, о своей работе и своих впечатлениях.

Римма Васильевна много лет консультировала и оказывала помощь студентам при написании курсовых и дипломных работ по «Морскому судоходству на Дальнем Востоке», «Особенностям и перспективам развития транспортного комплекса» и т.д.

По инициативе и при личном участии Р.В. Вахненко для китайских студентов (изучающих русский язык) Института Международных отношений города Муданьцзянь КНР была подготовлена презентация и проведена географическая викторина «Знаете ли вы Россию?». Викторина, как форма интеллектуального соревнования, является актом народной дипломатии, обмена знаниями ученых и студентов. Турнир знатоков по сравнительной оценке уникальности России и Китая (географические аспекты: природные социальные составляющие) показал широкие возможности взаимного педагогического обмена. У нас единые общие цели – воспитывать подрастающее поколение широко эрудированными людьми, и мы хотим больше знать друг о друге. Р.В. Вахненко являлась участником много-

численных международных, всероссийских, региональных конференций и совещаний по актуальным транспортным проблемам Дальнего Востока.

Римма Васильевна автор и соавтор 10 монографий и более 130 статей. Основные монографии: «Транспорт и подвижность населения юга Дальнего Востока» (1990), «Морские порты Япономорского региона (экономико-географическая характеристика)» (1998), «Морские порты и портовые пункты Хабаровского края» (1999), «Сахалин и Курильские острова (Тихоокеанское побережье)» (1999), «География морских портов Дальнего Востока России» (2002). Монографии Р.В. Вахненко используются в качестве учебных пособий на мореходном факультете Дальрыбвтуза, кафедре тактики ВМФ ТОВВМИ им. С.О. Макарова и судоводительском факультете морского колледжа рыбаков. Она – соавтор научно-популярного издания «Колорит страны дракона» (2015), в котором предлагается знакомство с Поднебесной через частности и контрасты природных, историко-культурных, социально-бытовых факторов соседней страны – Китая. В 2013 г. Римма Васильевна издала книгу мемуаров «В плену воспоминаний (Мгновенья, мгновенья, мгновенья...)».

Р.В. Вахненко награждена Почетной грамотой РАН и Профсоюза работников РАН, а в 1988 г. ей было присвоено звание «Заслуженный Ветеран Дальневосточного отделения РАН».

Р.В. Вахненко является самым активным членом Китайского клуба, созданным в нашем институте в 2002 г. За большой вклад в развитие российско-китайской дружбы между Приморским краем и приграничными провинциями Северо-Восточного Китая в 2013 г. она была награждена Почетной грамотой в честь 55-летия Приморского Общества российско-китайской дружбы.

*МОИСЕЕВСКАЯ Елена Борисовна,  
зав. отделом Центральной научной библиотеки ДВО РАН  
при ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток  
E-mail: library@tigdvo.ru*

## Глеб Иванович Худяков

Gleb Ivanovich Khudyakov

(20.11.1928 г. – 13.06.2011 г.)



В июне 2021 г. 10 лет со дня смерти Глеба Ивановича Худякова, а в мае текущего года 30 лет, как он покинул пост директора Тихоокеанского института географии.

Глеб Иванович Худяков родился 20.11.1928 г. в г. Саратов в семье служащих. В 1946 г. он окончил 19-ю мужскую среднюю школу. Во время войны Г.И. Худяков работал в подсобном хозяйстве Саратовского сельскохозяйственного государственного университета, в бригаде лесорубов. После окончания в 1951 г. геологического факультета Саратовского государственного университета работал геологом, старшим инженером НИИ геологии при СТУ, а затем начальником геолого-съёмочных и тематических партий в Западном Казахстане и других регионах. В 1951 г. поступил в аспирантуру на кафедру общей геологии геологического факультета СТУ. После

окончания аспирантуры в 1957 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию. С 1958 по 1961 г. Г.И. Худяков занимал должность старшего научного сотрудника в Сибирском научно-исследовательском институте геологии, геофизики и минерального сырья – СНИИГГиМС (г. Новосибирск).

В 1961 г. Г.И. Худяков был назначен заведующим лабораторией геоморфологии и морфотектоники Дальневосточного геологического института ДВНЦ АН СССР, а в 1978 г. он становится заместителем его директора по науке. Диссертацию на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук на тему «Принципиальные основы морфотектонических исследований» Глеб Иванович защитил в 1974 г. В 1979 г. член-корреспондент АН СССР А.П. Капица, первый председатель Президиума ДВНЦ АН СССР, а также создатель и первый директор Тихоокеанского института географии в составе этого научного центра в связи с вынужденным отъездом в г. Москва обратился к Глебу Ивановичу Худякову с просьбой возглавить Тихоокеанский институт географии. Глеб Иванович согласился и в должности директора нашего института проработал 14 лет, вплоть до своего переезда на жительство в г. Саратов в 1991 г.

Период 1978–1991 гг. для Глеба Ивановича был одним из весьма продуктивных в его рабочей биографии. В ТИГе им был создан отдел геоморфологии, в который входили 4 лаборатории: структурной и исторической геоморфологии (зав. Г.И. Худяков); динамической геоморфологии (зав. Г.П. Скрыльник); экспериментальной геоморфологии (зав. С.М. Тащи), лаборатория дистанционных методов исследования (зав. А.П. Кулаков), а также лаборатория палеогеографии (зав. А.М. Короткий), в которых работали 16 высококвалифицированных специалистов геоморфологов. Среди них А.П. Кулаков, д.г.-м.н., А.М. Короткий, д.г.-м.н., В.С. Пушкарь, д.г.-м.н., Б.В. Ежов, д.г.-м.н., И.И. Крылов, к.г.н., С.М. Тащи, к.г.-м.н., Р.И. Никонова, к.г.-м.н., Г.П. Скрыльник, к.г.н., А.А. Гаврилов, к.г.-м.н., В.В. Ермошин, к.г.н., А.А. Ищенко, к.г.-м.н., Е.А. Мясников, к.г.н., В.Н. Невский, к.г.н., Е.И. Шамрай, В.Б. Примак и Л.И. Ищенко. Большинство из них перешло в Тихоокеанский институт

географии из Дальневосточного геологического института вслед за своим руководителем. В ТИГе под руководством директора Г.И. Худякова начинается плодотворный этап теоретических исследований в области структурной и экзогенной геоморфологии, морфотектоники, четвертичной геологии и палеогеографии кайнозоя на территории Дальневосточного региона.

С 1991 до 1998 г. Г.И. Худяков заведовал кафедрой геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета. Одновременно он был назначен директором НИИ геологии при СГУ. В 1991–2003 гг. Г.И. Худяковым создан ряд крупных программ для бассейна Каспия, касающихся основ рационального природопользования. В последние годы Глеб Иванович со своими учениками участвовал в выполнении научных проектов Министерства образования России: «Энергоопасные зоны и территории г. Саратов и Саратовской области», «Комплексные социально-экологические исследования городских территорий на примере крупных и крупнейших городов Нижнего Поволжья», в реализации ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы».

Г.И. Худяков автор и соавтор 14 монографий и более 270 научных работ, являлся действительным членом ряда общественных академий и научно-общественных организаций, в т.ч. Геологического общества, Русского географического общества и др. Заслуги Г.И. Худякова неоднократно были отмечены наградами. В их числе Государственная премия СССР (1978 г.) за труд «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока» (в 15 томах); орден Дружбы народов (1983 г.); медаль «За строительство Байкало-Амурской магистрали» (1984 г.); почетный знак «За охрану природы России» (1984 г.). Признание Г.И. Худякова как крупного ученого, обладающего организаторскими способностями, наиболее показательно отражено в избрании его членом-корреспондентом АН СССР (1987 г.).

*ГАВРИЛОВ А.А., в.н.с., к.г.-м.н.,  
Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН  
E-mail: gavrilov@poi.dvo.ru*

*МОИСЕЕВСКАЯ Е.Б.,  
зав. отделом ЦНБ ДВО РАН при ТИГ ДВО РАН  
E-mail: library@tigdvo.ru*

## Алексей Михайлович Короткий

**Aleksey Mikhailovich Korotky**

(12 октября 1935 г. – 6 июня 2011 г.)

6 июня 2021 г. 10 лет со дня смерти Алексея Михайловича Короткого, доктора географических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, главного научного сотрудника ТИГ ДВО РАН, который многие годы возглавлял лабораторию палеогеографии. Алексей Михайлович работал в институте с 1979 г., с 1973 г. начал преподавать в ДВГУ–ДВФУ. Он обладал энциклопедическими знаниями в области наук о Земле, был очень разносторонним человеком, в своей научной работе охватывал широкий круг проблем палеогеографии, геоморфологии и четвертичной геологии. В 1985 г. была блестяще защищена докторская диссертация «Основные проблемы палеогеоморфологического анализа рельефа и осадков горных стран». Основное внимание Алексей Михайлович уделял изучению климатических изменений в неоплейстоцене–голоцене и связанных с ними



колебаний уровня моря. Выявленные им закономерности развития природной среды в позднем кайнозое для переходной зоны континент–океан широко используются для целей географического прогноза и оценки устойчивого развития территорий. Под руководством Алексея Михайловича была создана серия палеогеографических карт на различные временные срезы неоплейстоцена для юга Дальнего Востока, им были разработаны прогнозные сценарии развития ландшафтов на ближайшее будущее. Одним из направлений деятельности Алексея Михайловича было изучение проявления катастрофических и аномальных процессов разной природы, обуславливавших перестройку геосистем. Большое внимание Алексей Михайлович уделял изучению условий обитания древнего человека и факторов, влияющих на его расселение и хозяйственную деятельность. Он выполнял крупные международные проекты и участвовал в многочисленных экспедициях в разные районы мира. Многие его работы активно цитируются. Он был награжден медалями «За трудовую доблесть» и «Ветеран труда».

Алексеем Михайловичем создана школа палеогеографических исследований. Под его руководством защищено 8 кандидатских диссертаций. Сотрудники лаборатории продолжают развивать его идеи и активно занимаются изучением разных аспектов развития природой среды.

*РАЗЖИГАЕВА Н.Г., д.г.н., зав. лабораторией  
палеогеографии и геоморфологии,  
E-mail: nadyar@tigdvo.ru*

*ГАНЗЕЙ Л.А., к.г.н., в.н.с.,  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН*

## Сергей Степанович Ганзей

Sergey Stepanovich Ganzey

(13 июля 1954 г., г. Арсеньев Приморского края – 25 мая 2011 г., г. Владивосток)



25 мая 2021 г. исполнилось 10 лет, как ушел из жизни доктор географических наук Сергей Степанович Ганзей, вся трудовая и научная деятельность которого была неразрывно связана с Тихоокеанским институтом географии ДВО РАН.

Сергей Степанович родился в г. Арсеньев Приморского края, здесь же окончил среднюю школу. Однако поскольку его отец был военным, в детстве ему довелось пожить в разных частях Советского Союза – на островах Итуруп и Сахалин, в Узбекистане.

После окончания школы в 1971 г. Сергей Степанович поступил на отделение географии геофизического факультета Дальневосточного государственного университета. Два года спустя он перевелся на кафедру геоморфологии, организованную на факультете председателем Президиума ДВНЦ АН СССР членом-корреспондентом АН СССР А.П. Капицей. В 1976 г. Сергей Степанович в составе пер-

вого выпуска кафедры геоморфологии окончил университет с красным дипломом и выбрал распределение в Тихоокеанский институт географии ДВНЦ АН СССР, где до 1981 г. работал сначала стажером-исследователем, а затем младшим научным сотрудником. Свою научную деятельность он начинал как специалист в области радиометрического датирования неоген-четвертичных отложений методом треков деления урана.

В 1981–1984 гг. Сергей Степанович обучался в очной целевой аспирантуре Московского университета им. М.В. Ломоносова под руководством члена-корреспондента АН СССР А.П. Капицы. По окончании аспирантуры защитил диссертацию по теме «Хронология палеогеографических событий позднего кайнозоя Понто-Каспия (по данным метода треков)» на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности «геоморфология и палеогеография». С 1984 г. С.С. Ганзей продолжил успешную научную деятельность в Тихоокеанском институте географии ДВНЦ АН СССР, развивая тематику определения абсолютного возраста отложений в разных регионах Дальнего Востока, бассейнах Каспийского и Черного морей с помощью метода треков деления урана. С 1984 по 1991 г. Сергей Степанович работал ученым секретарем института, старшим научным сотрудником. С 1992 г. до последних дней своей жизни был заместителем директора по научной работе Тихоокеанского института географии ДВО РАН.

Несмотря на большой объем административной и организаторской работы на должности заместителя директора института, Сергей Степанович успешно продолжал свою научную деятельность. С середины 1990-х гг. его работы были связаны с проведением трансграничного диагностического анализа экологического состояния территории соседних государств, с разработкой стратегических программ действий по снижению небла-

гоприятных последствий хозяйственной деятельности. При его активном участии была разработана Программа устойчивого землепользования и рационального распределения земель в бассейне р. Усури и сопредельных территориях (Северо-Восточный Китай и российский Дальний Восток) (1996 г.), проведен трансграничный диагностический анализ бассейна озера Ханка (1997–2000 гг.), выполнен комплекс работ по научному обеспечению проекта TumenNet (бассейн р. Туманная) (1993–1999 гг.).

Активное погружение в изучение трансграничных речных бассейнов привело Сергея Степановича к формированию нового для географии Дальнего Востока научного направления – исследования трансграничных геосистем и территорий. Им были даны определения понятий «приграничная территория» и «международная трансграничная территория», обоснованы подходы к определению их границ и разработана методика проведения геоэкологических исследований. Трансграничную территорию было предложено рассматривать не только как социально-экономическую систему, но и как комплексную географическую систему, состоящую из трех взаимосвязанных подсистем: трансграничной геосистемы регионального или верхнего топологического уровня, присущего ей природно-ресурсного потенциала, и видов хозяйственного использования природно-ресурсного потенциала. С.С. Ганзеем впервые на приграничных территориях юга российского Дальнего Востока и Северо-Востока Китая были выделены 10 трансграничных геосистем ранга физико-географических провинций, являющихся природной основой международных трансграничных территорий. Были получены оригинальные материалы по специфике хозяйственного освоения и динамике использования различных видов ресурсов трансграничных территорий, проведен сравнительный анализ основных социально-экономических и экологических показателей приграничных территорий двух стран, дана оценка геоэкологического состояния трансграничных территорий. В своих работах Сергей Степанович активно применял современные методы исследований, связанные с дешифрированием космических снимков и созданием баз геоданных, что позволило изучить состояние природной среды в приграничных районах России и Китая.

Результаты проведенных работ легли в основу его диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук по теме «Международные трансграничные территории как объект геоэкологических исследований (на примере юга Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая)», которую Сергей Степанович блестяще защитил в 2005 г. в Институте водных и экологических проблем ДВО РАН (г. Хабаровск). В последующие годы тематика трансграничных исследований получила развитие в серии работ по изучению и картографированию использования земель трансграничного бассейна р. Амур. Фундаментальным результатом этих работ стало создание 2 карт в масштабе 1 : 2 000 000, отражающих состояние использования земель в бассейне на 2000 г. (по данным дешифрирования космических снимков) и на 1930–1940 гг. (по историческим картографическим материалам). Сопряженный анализ данных карт позволил провести количественный анализ изменений в использовании земель бассейна и его отдельных частей за 70-летний период, выявить особенности пространственной трансформации структуры землепользования, охарактеризовать связанные с этими процессами геоэкологические проблемы. Несколько статей, написанных по результатам данных исследований, вышли в свет уже после ухода из жизни Сергея Степановича.

В должности заместителя директора Тихоокеанского института географии ДВО РАН Сергей Степанович много внимания уделял работе с молодежью и одной из своих важных задач считал привлечение и выращивание молодых кадров для института. Он читал спецкурсы на географическом факультете Дальневосточного государственного университета, был председателем ГАК, руководил дипломными работами студентов, был научным руководителем аспирантов в институте. В 2004 г. ему было присвоено ученое звание доцента по специальности «Геоэкология». При значительной поддержке Сергея Степановича в институте в 2002 г. возобновилась деятельность Совета молодых ученых и была проведена первая конференция-конкурс молодых ученых, теперь уже ставшая традиционной и

регулярной. В первые годы по итогам конференций издавались сборники полнотекстовых статей молодых ученых, ответственным редактором которых также являлся Сергей Степанович.

Весомый вклад внес Сергей Степанович в развитие международного сотрудничества института с организациями и научными учреждениями Китая, Японии, Республики Корея, Монголии, США. В качестве научного руководителя, координатора и исполнителя С.С. Ганзей участвовал во многих международных проектах ТИГ ДВО РАН. Последним большим проектом, в реализации которого он принимал участие, стал Амуро-Охотский проект (2005–2010 гг.), объединивший усилия научных учреждений Японии, России, Китая и Монголии в изучении влияния изменений природной среды в бассейне р. Амур в результате хозяйственной деятельности на биологическую продуктивность Охотского моря.

На протяжении многих лет С.С. Ганзей принимал самое активное участие в организации и проведении в ТИГ ДВО РАН конференций разного ранга, в т.ч. международных, и сам неоднократно представлял результаты исследований, полученные в институте, на зарубежных научных совещаниях. С 2004 г. Сергей Степанович активно работал в Комиссии по состоянию/использованию земель Международного Географического союза (IGU LUCC), а с 2007 г. являлся заместителем председателя Комиссии.

С. С. Ганзей является автором и соавтором более 150 научных работ, в том числе 2 авторских и 5 коллективных монографий, изданных на разных языках. Основные из них:

- Ганзей С.С. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и Северо-Востока КНР. Владивосток: Дальнаука, 2004. 230 с.;
- Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования. Владивосток: Дальнаука, 2008. 215 с.;
- Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков: в 3 т. / колл. авторов; под общ. ред. академика П.Я. Бакланова. Т. 1. Природные геосистемы и их компоненты / колл. авторов; отв. ред. С.С. Ганзей. Владивосток: Дальнаука, 2008. 428 с.

Сергей Степанович очень серьезно и ответственно относился к своей работе, прилагая максимум усилий для организации географических исследований в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН, обеспечения роста качества получаемых результатов. В то же время он также был очень открытым и доброжелательным человеком, искренне увлеченным научным поиском, горящий своими идеями и целями. В памяти знавших его людей он остался не только замечательным руководителем и ученым, но и прекрасным семьянином, другом, учителем, жизнь которого окончилась несправедливо рано.

*Н.В. МИШИНА, к.г.н.,  
н.с. информационно-картографического  
центра ТИГ ДВО РАН  
E-mail: mishina@tigdvo.ru*

*В.В. ЕРМОШИН, к.г.н.,  
в.н.с. информационно-картографического  
центра ТИГ ДВО РАН  
E-mail: yermoshin@tigdvo.ru*

**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 25.06.2021 г.  
Формат 70 × 108/16  
Усл. печ. л. 7,9  
Уч.-изд. л. 6,31  
Тираж 100 экз. Заказ 4  
Распространяется бесплатно

Отпечатано:  
ИП Мироманова И.В.  
690106 г. Владивосток, ул. Нерчинская, 42-102

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