

МЕЖДУНАРОДНЫЙ



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

# УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ISSN 1998-4502  
e-ISSN 2499-975X

Sustainable Development of Mountain Territories

*"Земля - планета не простая".  
А. де Сент-Экзюпери*



**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**

EARTH AND PLANETARY SCIENCES  
ENVIRONMENTAL SCIENCES  
**273**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

ENGINEERING  
**341**

**РОЛЬ КУЛЬТУРЫ В ОБЛАСТИ  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ГОРАХ**

THE ROLE OF CULTURE IN TRANSFORMATION TOWARDS  
SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN MOUNTAINS  
**361**

**ХРОНИКА**

CHRONICLE  
**413**

**T.11  
№3(41)  
2019**



## НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ "УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ"

Журнал входит в Перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (ВАК)

Журнал включен в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus

### Адрес редакции, учредителя, издателя:

362021, РСО-Алания,  
г. Владикавказ, ул. Николаева, 44,  
Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет),  
редакция журнала «Устойчивое развитие горных территорий».  
Тел.: 8(8672) 40-73-60,  
8(918) 707-39-25,  
8(8672) 40-72-28.

Адрес в Интернете:  
<http://www.naukagor.ru>  
E-mail: [editor@naukagor.ru](mailto:editor@naukagor.ru)

Ответственность за содержание статей несут авторы.

Редакция не имеет возможности возвращать присылаемые материалы. За сведения в рекламных материалах редакция ответственности не несет. Перепечатка допускается только с разрешения редакции и с обязательной ссылкой на журнал «Устойчивое развитие горных территорий».

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охраны культурного наследия.

Свидетельство о регистрации  
ПИ №ФС77-27831 от 19.04.2007 г.

Издается с 2009 г.

Редактор МИСИКОВА И.А.  
Технический перевод ПЕЙКАРОВА Н.И.  
Компьютерный дизайн  
и верстка ПРОВОТОВА Н.М.

Тираж 150 экз. Заказ №206  
Подписано в печать: 23.09.2019 г.  
Дата фактического выхода:  
30.09.2019 г.

Отпечатано в типографии  
ИП Могилевский Е.С.  
344064, г. Ростов-на-Дону,  
ул. 2-й Пятилетки 23У.

**УЧРЕДИТЕЛЬ:**  
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор – Дмитрак Юрий Витальевич** – доктор технических наук, профессор, ректор Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

### ПЕРВЫЙ ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**Хадзарагова Е.А.** – доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе и инновационной деятельности Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

### ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**Клюев Р.В.** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий» Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), ответственный за выпуск номеров журнала, (Владикавказ, Россия).

**Гуля А.Н.** – доктор географических наук, профессор, руководитель горной группы МАВ-6 программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» в Институте географии Российской Академии наук, старший научный сотрудник ИГ РАН, (Москва, Россия).

**Хетагуров В.Н.** – доктор технических наук, профессор, руководитель рабочей группы по подготовке журнала к изданию, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

### ОТВЕТСТВЕННЫЕ СЕКРЕТАРИ (по направлениям):

**Науки о Земле – Хацаева Ф.М.** – кандидат географических наук, доцент, декан факультета географии и геоэкологии, заведующий кафедрой «Геоэкология и землеустройство» Северо-Осетинского государственного университета им. К.Л. Хетагурова, Председатель отделения Русского географического общества в Республике Северная Осетия-Алания, (Владикавказ, Россия).

**Технические науки – Лапаев А.Б.** – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Автомобильные дороги и аэродромы» Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

### РЕДАКТОРЫ:

**Караев Ю.И.** – директор Международного инновационного научно-технологического центра «Устойчивое развитие горных территорий» (МИНТЦ «Горы») Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

**Мисикова И.А.** – начальник редакционно-издательского отдела Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

#### Председатель редакционного совета:

**Котляков В.М.** – доктор географических наук, академик РАН, Почётный президент Русского географического общества, председатель экспертного совета Национальной премии «Хрустальный компас», член Межправительственной группы экспертов по проблеме изменения климата, (Москва, Россия).

#### СОПРЕДСЕДАТЕЛИ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

**Вейнгартнер Р.** – доктор наук, профессор Университета г. Берн (Швейцария), заведующий кафедрой гидрологии Географического института Университета г. Берн. Руководитель Международной Исследовательской Инициативы (MRI), (г. Берн, Швейцария).

**Дзасохов А.С.** – доктор политических наук, заместитель председателя Комиссии Российской Федерации по делам ЮНЕСКО, (Москва, Россия).

**Кавалла Р.** – кандидат технических наук, профессор, директор института обработки металлов давлением Фрайбергской Горной Академии, (Фрайберг, Германия).

**Пучков Л.А.** – доктор технических наук, профессор, член корр. РАН, профессор кафедры «Безопасность и экология горного производства» Горного института Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», (Москва, Россия).

#### СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

**Айдаралиев А.А.** – доктор медицинских наук, академик Национальной Академии наук Республики Кыргызстан, Председатель попечительского Совета УНПК «Международный университет Кыргызстана», (Бишкек, Кыргызская Республика).

**Бабаян Г.А.** – кандидат физико-математических наук, заведующий отделом мониторинга и инноваций Института геологических наук Национальной Академии наук Армении, (Ереван, Республика Армения).

**Баденков Ю.П.** – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН, научный руководитель горной группы МАВ-6 программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» в Институте географии РАН, (Москва, Россия).

**Большаков В.Н.** – доктор биологических наук, профессор, академик Российской академии наук, Советник РАН, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией эволюционной экологии Института экологии растений и животных УрО РАН, (Москва-Екатеринбург, Россия).

**Вагин В.С.** – доктор экономических наук, профессор, директор Института международного образования Южно-Российского государственного политехнического университета (Новочеркасского политехнического института), (Новочеркасск, Россия).

**Викторов С.Д.** – доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе Института проблем комплексного освоения недр РАН, (Москва, Россия).

**Винчигуэрра С.** – доцент кафедры наук о Земле Университета Турина, (Турин, Италия).

**Глазырина И.П.** – доктор экономических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, заведующая кафедрой «Прикладная информатика и математика» Забайкальского государственного университета, (Чита, Россия).

**Голки В.И.** – доктор технических наук, профессор; профессор кафедры «Технология разработки месторождений» Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

**Гроппен В.О.** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизированная обработка информации» Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

**Дребенштетт К.** – профессор, декан Фрайбергской горной Академии, (Фрайберг, Германия).

**Заксенхофер Р.** – заведующий кафедрой нефтегазовой геологии, профессор Горного университета в Леобене, (Леобен, Австрия).

**Залиханов М.Ч.** – доктор географических наук, профессор, академик РАН, Главный научный сотрудник Высокогорного геофизического института Росгидромета, (Нальчик, Россия).

**Кондратьев Ю.И.** – доктор технических наук, профессор Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

**Лурье П.М.** – доктор географических наук, профессор, ведущий метеоролог Северо-Кавказского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, (Ростов-на-Дону, Россия).

**Матвеева Л.Г.** – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой «Информационная экономика» экономического факультета Южного федерального университета, (Ростов-на-Дону, Россия).

**Минцаев М.Ш.** – доктор технических наук, профессор, ректор Грозненского государственного нефтяного технического университета им. акад. М.Д. Миллионщикова, (Грозный, Россия).

**Прхалова М.** – программный специалист отдела «Экология и науки о Земле» Секретариата ЮНЕСКО, (Париж, Франция).

**Ревякин В.С.** – доктор географических наук, профессор кафедры «Общая география» Национального исследовательского Томского государственного университета, руководитель региональной группы «Алтай-Саяны» в составе сети горных центров мира, (Алтай, Россия).

**Сысоев Н.И.** – доктор технических наук, профессор кафедры «Нефтегазовая техника и технологии» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова, (Новочеркасск, Россия).

**Темираев Р.Б.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология продуктов общественного питания» Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

**Хосаев Х.С.** – доктор технических наук, профессор кафедры «Теоретическая и прикладная механика» Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), (Владикавказ, Россия).

**Штадельбауэр Й.** – доктор философских наук, профессор Фрайбургского университета, (Фрайберг, Германия).

**FOUNDER:**

NORTH CAUCASIAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGY (STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY).

**EDITORIAL TEAM:**

**Chief Editor – Yuri V. Dmitrak** – Professor, Rector of the North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Vladikavkaz, Russia).

**FIRST DEPUTY OF DITOR-IN-CHIEF:**

**Elena A. Khadzaragova** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector on Research and Innovation North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), (Vladikavkaz, Russia).

**DEPUTY CHIEF EDITORS:**

**Roman V. Klyuev** – Doctor of Technical Science, Professor, Head of Department of Power Supply of Industrial Enterprises, North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Vladikavkaz, Russia).

**Alexey N. Gunya** – Dr. Sci. in Geography, Professor, Head of Mountain Group MAB-6 aided by UNESCO "Man and Biosphere" Program, Institute of Geography, Russian Academy of Science, Senior Research Associate of IG RAS (Moscow, Russia).

**Valery N. Khetagurov** – Doctor of Technical Science, Professor of Department of Technological Science and Equipment, North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Vladikavkaz, Russia).

**EXECUTIVE EDITORS (by areas of activity):**

**Earth Sciences – Fatima M. Khatsaeva** – Cand. Sc. in Geography, Associate Professor, Dean of Faculty of Geography and Geoecology, Head of Department Geoecology and Land Management Department of North Ossetian State University, Chairman of North Ossetian Department of Russian Geographical Society (Vladikavkaz, Russia).

**Engineering Sciences – Alan B. Lolaev** – Doctor in Technical Science, Professor, Head of Department of Automobile Roads and Aerodromes, North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Vladikavkaz, Russia).

**EDITORS:**

**Yuri I. Karaev** – Director of International Innovation Scientific Technological Centre Sustainable Development of Mountain Territories, North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Vladikavkaz, Russia).

**Indira A. Misikova** – Head of Editorial Department, North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Vladikavkaz, Russia).

**EDITORIAL BOARD:****Chairman:**

**Vladimir M. Kotlyakov** – Dr. Sci. in Geography, Member of Russian Academy of Science, Honorary President of Russian Geographical Society, Chairman of Expert Board of Crystal Compass National Award, Member of Intergovernmental Panel on Climate Change (Moscow, Russia).

**CO-CHAIRS:**

**Rolf Weingartner** – Doctor of Science, Professor of University of Bern (Switzerland), Head of Department of Hydrology, Institute of Geography, University of Bern. Supervisor of International Research Initiative (MRI) (Bern, Switzerland).

**Alexander S. Dzasokhov** – Doctor of Political Science, Deputy Chairman of Russian Commission for UNESCO (Moscow, Russia).

**Rudolf Kawalla** – Doctor of Technical Science, Professor, Director of Institute of Metal Processing Pressure, Freiberg University of Mining and Technology (Freiberg, Germany).

**Lev A. Puchkov** – Doctor in Technical Science, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Science, Member of Academy of Natural Sciences, Member of International Academy of Higher Education, Professor of Department of Safety and Ecology of Mining Industry, College of Mining, National University of Science and Technology MISIS (Moscow, Russia).

**MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:**

**Asylbek A. Aidaraliev** – Dr. habil. in Medicine, Member of National Academy of Science of Kyrgyz Republic, Head of UNESCO Department of Sustainable Mountain Development and Chairman of Supervisory Board of Educational Research and Production Complex «International University of Kyrgyzstan» (Bishkek, Kyrgyz Republic).

**Hector A. Babayan** – Cand. Sc. (Physics and Mathematics), Head of Department of Monitoring and Innovation, Institute of Geological Sciences, National Academy of Science, Republic of Armenia (Yerevan, Republic of Armenia).

**Yuri P. Badenkov** – Cand. Sc. in Geology and Mineralogy, Leading Research Associate of Institute of Geography of Russian Academy of Science, Scientific Supervisor of Mountain Group MAB-6, Man and Biosphere Program by UNESCO, Institute of Geography of RAS (Moscow, Russia).

**Yuri N. Bolshakov** – Dr. Sci. in Biology, Professor, Member of Russian Academy of Science, Adviser to RAS, Senior Research Associate, Head of Laboratory of Evolutionary Ecology, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Department of Russian Academy of Science (Moscow-Yekaterinburg, Russia).

**Vladimir S. Vagin** – Doctor of Economics, Professor, Director of Institute of International Education, South Russian State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute) (Novocherkassk, Russia).

**Sergey D. Viktorov** – Doctor in Technical Science, Professor, Deputy Director for Research Institute of Comprehensive Exploitation of Subsoil, Russian Academy of Science (Moscow, Russia).

**Serjio Vinciguerra** – Associate Professor of the Department "Earth Sciences" University of Turin (Turin, Italy).

**Irina P. Glazyrina** – Doctor in Economics, Cand. Sc. in Physics and Mathematics, Head of Department of Applied Mathematics and Informatics, Trans-Baikal State University (Chita, Russia).

**Vladimir I. Golik** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department "Development of mineral deposits", North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Vladikavkaz, Russia).

**Vitaly O. Groppen** – Doctor in Technical Science, Professor, Head of Department of Automated Processing of Information, North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Vladikavkaz, Russia).

**Carsten Drebenstedt** – Dean of the Freiberg Mining Academy, Professor (Freiberg, Germany).

**Rainhad Sachsenhofer** – Head of the Department "Petroleum Geology", Professor of Leoben Mining University (Leoben, Austria)

**Mikhail Ch. Zalikhhanov** – Dr. Sci. in Geography, Professor, Member of Russian Academy of Science, Senior Research Associate, High-Mountain Geophysical Institute of Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring of Russia (Nalchik, Russia).

**Yuri I. Kondratyev** – Doctor Technical Science, Professor, North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Vladikavkaz, Russia).

**Pyotr M. Lur'e** – Dr. Sci. in Geography, Professor, Leading Meteorologist, North Caucasian Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Rostov-on-Don, Russia).

**Lyudmila G. Matveeva** – Doctor in Economics, Head of Department of Information Economy, Faculty of Economics, South Federal University (Rostov-on-Don, Russia).

**Magomed Sh. Mintsaev** – Doctor in Technical Science, Professor, Rector of the Acad. M. D. Millionshchikov Grozny State Oil Technical University (Grozny, Russia).

**Marie Prchalova** – Programme Specialist, Division of Ecological and Earth Sciences, UNESCO Secretariat.

**Viktor S. Revyakin** – Dr. Sci. in Geography, Professor of Department of General Geography, National Research Tomsk State University, Head of Altai-Sayans Regional Group of World Mountain Centers Network, Member of Russian Academy of Natural Sciences and Russian Ecological Academy (Barnaul, Russia).

**Nikolay I. Sysoev** – Doctor in Technical Science, Professor of Department of Petroleum Engineering and Technology, South Russian State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute) (Novocherkassk, Russia).

**Rustem B. Temiraev** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department "Food technology" North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), (Vladikavkaz, Russia).

**Khazbi S. Khosaev** – Doctor of Technical Science, Professor, Deputy Director of Centre for International Cooperation, External Relations and Sustainable Development, North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Vladikavkaz, Russia).

**Jorg Stadelbauer** – Dr. Phil., Professor of University of Freiburg (Germany).

INTERNATIONAL



SCIENTIFIC JOURNAL  
"SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT OF  
MOUNTAIN TERRITORIES"

The journal is included in the List of publications recommended by Supreme Attestation Commission (VAK)

The journal is included in the International Reference Database and Scopus citation System

**Address of the editorial office, founder, publisher:**

44 Nikolaev Street, Vladikavkaz,  
RNO-Alania, 362021,  
NORTH CAUCASIAN INSTITUTE  
OF MINING AND METALLURGY  
(STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY)  
Editorial Office of the journal "Sustainable  
Development of Mountain Territories".  
Tel.: +7 (8672) 40-73-60,  
+7(918) 707-39-25,  
+7 (8672) 40-72-28.

Internet address:

<http://www.naukagor.ru>

E-mail: [editor@naukagor.ru](mailto:editor@naukagor.ru)

Authors are responsible for the content of the articles.

Editorial staff is not in the position

to return the submitted materials.

Editorial staff is not responsible for the information in promotional materials.

Reprinting is allowed

only with the permission of the editorial office

and reference to the journal

«Sustainable Development of Mountain Territories» is required.

The journal is registered in the Federal Service for Media Law Compliance and Cultural Heritage Protection.

Registration Certificate

PI No FS 77-27831 From April, 19 2007

Published since 2009 Is free

**Editor MISIKOVA I.A.**

**Technical translation**

PEYKAROVA N.I.

**Computer design and make-up**

PROVOTOROVA N.M.

Covering – 150 copies

Order No 206

Signed to print: 23.09.2019

Date of actual release:

30.09.2019

Printed by IE E.S. Mogilevsky,

23U 2 Pyatiletki st.

344064, Rostov-on-Don

© «Sustainable development of mountain territories», 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Давыдов С.Я., Валиев Н.Г., Гревцев Н.В.,  
Олейникова Л.Н.  
ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА  
ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗАЩИТНЫХ  
УСТРОЙСТВ

273 Музаев И. Д., Агузаров Г. В.  
МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
ЦЕНТРОБЕЖНОЙ СЕПАРАЦИИ МАСЛА  
В ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ  
ГОРНЫХ МАШИН 352

Ревякин В.С., Дунец А.Н., Козырева Ю.В.  
БАСЕЙНОВЫЕ ТУРИСТСКИЕ КЛАСТЕРЫ  
ОКРАИНЫ АЛТАЯ

273 **РОЛЬ КУЛЬТУРЫ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО  
РАЗВИТИЯ В ГОРАХ 361**

284 ОБРАЩЕНИЕ К ЧИТАТЕЛЯМ  
РАМАЗАНА ГАДЖИМУРАДОВИЧА  
АБДУЛАТИПОВА 361

Норматов П.И., Армстронг Р., Норматов И.Ш.  
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА  
НА СНЕЖНО-ЛЕДОВЫЕ РЕСУРСЫ  
И ГИДРОЛОГИЮ РЕК ГОРНОГО ПАМИРА

295 Гильфанова В.И.  
РОЛЬ ФОРМАЛЬНЫХ  
И НЕФОРМАЛЬНЫХ ИНСТИТУТОВ В РАЗВИТИИ  
ТРАДИЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В  
ГОРНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ СИБИРИ  
(На примере эвенков Забайкальского края) 363

Davood Birjandi, Reza Derakhshani, Shahram Shafiei  
Bafti, Hamed Chatrouz  
A MORPHOTECTONIC SURVEY  
ON GOLPAYEGAN WATERSHED USING ANP  
METHOD IN GIS ENVIRONMENT

305 Косовцова Т. И.  
ФАКТОРЫ СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО  
ЛАНДШАФТА  
В БАВАРСКИХ АЛЬПАХ 371

Голик В.И., Габараев О.З., Качурин Н.М., Стась Г.В.  
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ПОДГОТОВКИ ВЯЖУЩЕЙ  
ДОБАВКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ БЕТОНОВ

315 Баденков Ю.П.  
КУЛЬТУРА И РАЗВИТИЕ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ:  
УНИКАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РУССКИХ СТАРОВЕРОВ  
«БЕЛОВОДЬЕ» 380

Клюев Р.В., Босиков И.И., Майер А.В.  
КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКИХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА  
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛЕЗНЫХ  
КОМПОНЕНТОВ ДЖЕЗКАЗГАНСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ

321 Колбовский Е.Ю., Петрушина М.Н., Петров Л.А.,  
Гагаева З.Ш.  
КУЛЬТУРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ГОР СЕВЕРНОГО  
КАВКАЗА: ПОДХОДЫ  
К ИССЛЕДОВАНИЮ, РЕКОНСТРУКЦИИ  
И СОХРАНЕНИЮ 397

Bassey Iniko Ekeng, Antigha Richard E., Obio Ekpere A.  
OPTIMIZATION OF WATERFLOODING  
CONSIDERING THE IMPACT OF DISLODGED  
RESERVOIR ROCK PARTICLES DURING LOW  
SALINITY WATER INJECTION

331 **ХРОНИКА 413**

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Атрушкевич В.А., Пепелев Р.Г.  
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ  
ПОДЭТАЖНОГО ОБРУШЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ  
НАКЛОННОГО КОНТАКТА РУДЫ  
С ПОРОДАМИ

341 ОЛЕГУ ЗНАУРОВИЧУ ГАБАРАЕВУ – 60 ЛЕТ 413

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ 415

ПОДПИСКА 419

Свердлик Г.И., Атаева А.Ю., Байматов К.К.,  
Алкацев М.И.  
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
ОБРАЗОВАНИЯ ПУЗЫРЬКОВ ВОЗДУХА В  
СТРУЙНОМ БАРБОТЕРЕ

347

## CONTENTS

### **EARTH AND PLANETARY SCIENCES ENVIRONMENTAL SCIENCES**

S.Ya. Davydov, N.G. Valiev, N.V. Grevtsev,  
L.N. Oleinikova  
ECOLOGY AND ENERGY SAVING AT MINING  
ENTERPRISES USING PROTECTIVE DEVICES 273

V.S. Revyakin, A.N. Dunets, Yu.V. Kozyreva  
BASSIN TOURIST CLUSTERS OF THE ALTAYA  
OUTSKIRTS 284

P.I. Normatov, R. Armstrong, I.Sh. Normatov  
ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF CLIMATE  
CHANGE ON SNOW-ICE RESOURCES AND  
HYDROLOGY OF MOUNTAIN PAMIR RIVERS 295

Davood Birjandi, Reza Derakhshani, Shahram Shafiei  
Bafti, Hamed Chatrouz  
A MORPHOTECTONIC SURVEY  
ON GOLPAYEGAN WATERSHED USING AHP  
METHOD IN GIS ENVIRONMENT 305

V. I. Golik, O. Z. Gabaraev, N.M. Kachurin, G. V. Stas  
INFLUENCE OF THE BINDER PREPARATION  
MODE IN THE CONCRETES MANUFACTURE 315

R.V. Klyuev, I.I. Bosikov, A.V. Mayer  
COMPLEX ANALYSIS OF GENETIC FEATURES  
OF MINERAL SUBSTANCE AND TECHNOLOGICAL  
PROPERTIES OF USEFUL COMPONENTS  
OF DZHEZKAZGAN DEPOSIT 321

Bassey Iniko Ekeng, Antigha Richard E., Obio Ekpe A.  
OPTIMIZATION OF WATERFLOODING  
CONSIDERING THE IMPACT OF DISLODGED  
RESERVOIR ROCK PARTICLES DURING LOW  
SALINITY WATER INJECTION 331

### **ENGINEERING** 341

V.A. Atrushkevich, R.G. Pepelev  
PARAMETERS OPTIMIZATION OF THE SUB-FLOOR  
DESTRUCTION SYSTEM  
IN THE PRESENCE OF AN INCLINED ORE  
CONTACT WITH BREEDS 341

G.I. Sverdlik, A.Yu. Ataeva, K.K. Baymatov,  
M.I. Alkatsev  
DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR  
THE FORMATION OF AIR BUBBLES IN THE JET  
BLOWBARTER 347

I.D. Muzayev, G.V. Aguzarov  
MECHANICAL AND MATHEMATICAL MODELING  
OF THE OILS CENTRIFUGAL SEPARATION  
PROCESS IN THE ENGINE OF THE INTERNAL  
COMBUSTION OF MINING MACHINES 352

### **THE ROLE OF CULTURE IN TRANSFORMATION TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN MOUNTAINS** 361

APPEAL OF RAMAZAN G. ABDULATIPOV  
TO THE READERS 361

V. I. Gilfanova  
THE ROLE OF FORMAL AND INFORMAL  
INSTITUTIONS IN THE DEVELOPMENT  
OF TRADITIONAL NATURAL USE IN THE  
MOUNTAIN-TAIGA ZONE OF SIBERIA  
(On the example of evenk Zabaikalsky region) 363

T. I. Kosovtsova  
FACTORS OF CONSERVATION OF CULTURAL  
LANDSCAPES  
OF THE BAVARIAN ALPS 371

Yu. P. Badenkov  
CULTURE AND DEVELOPMENT  
OF MOUNTAIN TERRITORIES:  
UNIQUE MODEL OF RUSSIAN OLD BELIEVERS  
"BELOVODYE" 380

E. Yu. Kolbovsky, M. N. Petrushina, L. A. Petrov,  
Z.Sh. Gagaeva  
CULTURAL LANDSCAPES OF THE MOUNTAINS  
OF THE NORTH CAUCASUS:  
APPROACHES TO RESEARCH,  
RECONSTRUCTION AND PRESERVATION 397

### **CHRONICLE** 413

TO OLEG Z. GABARAYEV -  
60 YEARS 413

INFORMATION FOR AUTHORS 415

MAGAZINE SUBSCRIPTION 419

## Уважаемые коллеги!

В соответствии с заключением Президиума ВАК Минобрнауки РФ от 26.03.2019 г. статьи для публикации в журнале «Устойчивое развитие горных территорий» принимаются по следующим отраслям и группам наук:

- 05.05.06 – Горные машины (технические науки);
- 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых (технические науки);
- 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (технические науки);
- 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) (технические науки);
- 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки);
- 25.00.24 – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки).

Помимо этого, в рамках международной базы цитирования Scopus тематика Журнала ориентирована на следующие отрасли и группы наук:

1. Технические науки (Engineering);
2. Науки о Земле и планетарные науки (Earth and Planetary Sciences);
3. Наука об окружающей среде (Environmental Science).

В связи с тем, что журнал «Устойчивое развитие горных территорий» входит в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны публиковаться основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» и включен в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus, просьба к авторам:

- соблюдать требования к авторам публикации;
- текст статьи сопровождать необходимыми сопутствующими материалами;
- не выходить за рамки обозначенного допустимого объема статьи;
- выполнять все требования, предъявляемые к рисункам, диаграммам, фотографиям и пр. Напоминаем, что редакция не возвращает авторам присланные материалы равно как на бумажных, так и на электронных носителях.

Сообщаем также, что количество журналов, в рекламных целях рассылавшихся ранее бесплатно, значительно сокращено, в связи с чем информируем, что подписка на журнал продолжается. Те, кто не успел подписаться на 2 полугодие 2019 года в отделениях Роспечати, могут сделать это в самой редакции (подробности стоимости и условий подписки в разделе «Подписка. Реклама» журнала).

Редакция также осуществляет услуги по изготовлению и размещению рекламных материалов на страницах журнала (обложка, цветные вклейки, черно-белые вставки). Вы можете прорекламировать продукцию, разработанную в ваших лабораториях и научных центрах, предложить запатентованное вами оборудование, приборы, новые технологии, сделать предложение о сотрудничестве, предложить услуги научного либо прикладного характера, попытаться привлечь инвестиции под ваши проекты, проанонсировать монографию, т.е. на правах рекламы разместить любую необходимую для вас информацию.

Сделав заявку и прислав текст и примерный вид вашей предполагаемой рекламы, Вы, связавшись с нами по телефону редакции +7(918)707-39-25, обговариваете все детали. Получив от нас счет за выполненную работу, оплачиваете его, а копию платежного получения присылаете на электронный адрес редакции.

Всегда рады сотрудничеству.



# НАУКИ О ЗЕМЛЕ

## EARTH AND PLANETARY SCIENCES

### ENVIRONMENTAL SCIENCES



*Крупные катастрофы, уже разорившие и продолжающие разорять современный мир, происходят от нежелания человека считаться с законами природы, от нежелания понять, что голод нельзя утолить, опустошая землю.*

*Жан ДОРСТ*

## ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ

<sup>1</sup>Давыдов С.Я.,  
<sup>1</sup>Валиев Н.Г.,  
<sup>1</sup>Гревцев Н.В.,  
<sup>2</sup>Олейникова Л.Н.

**Введение.** Сокращение издержек в энергоемких отраслях народного хозяйства является важнейшим звеном в реформировании экономики страны при переходе к рыночным отношениям. Основой осуществления этого процесса является энерго- и ресурсосбережение. Существует тесная связь между экологическими проблемами и эффективностью использования энергетических и материальных ресурсов. Энерго- и ресурсосбережение является неотъемлемой частью экологии [1].

Проблема защиты атмосферы помещений электролизных производств проявляется особенно остро в случаях, когда электролиз сопровождается интенсивным газовыделением и образованием аэрозоля электролита. На медь-электролитных заводах и в цехах очистки промышленных стоков при обезвреживании отработанных растворов электролита и травильных растворов происходит интенсивное выделение аэрозолей серной кислоты ( $H_2SO_4$ ) и солей тяжелых металлов [2–6], приводящее к образованию концентраций этих веществ в помещении до  $100 \text{ мг/м}^3$  и значительному загрязнению вентиляционными выбросами внешней атмосферы.

Одним из распространенных способов борьбы с непроизводительными потерями сырья и загрязнениями атмосферы из технологических ванн является аспирация. Имеется большое количество различных способов решения проблем аспирации [6; 7]. Например, для технологических ванн травления и электролиза широко используются бортовые отсосы [7], с помощью которых выбросы направляют на последующую очистку в фильтрах с механическим улавливанием аэрозолей нейтральными волокнистыми материалами. Использование бортовых отсосов (рис. 1) сопровождается уносом электролита в виде капельной жидкости и пара. Потери тепла при электролитическом рафинировании меди в традиционном исполнении достигают 70–80 %.

Кроме того, обеспечение санитарных условий на рабочих местах за счет только аспирации затруднено из-за резкого возрастания объемов обменной вентиляции. Необходимо также проведение дополнительных мероприятий, направленных на защиту от коррозии элементов конструкции систем аспирации.

С целью уменьшения выделения канцерогенных аэрозолей в атмосферу на поверхности электролита создают пенный защитный слой. Недостатком

УДК: 574:622+621.31:622  
DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-273-283

*Решение проблемы защиты атмосферы помещений электролизных производств проявляется особенно остро в случаях, когда электролиз сопровождается интенсивным газовыделением и образованием аэрозоля электролита. Не менее актуальным является решение проблем интенсификации твердения бетона, рекультивации нарушенных земель в процессе горного производства и защиты от намочания штабелей при торфоразработках. Предложено приводное подвижное укрывное устройство, которое рекомендует к применению при обезвреживании отработанных растворов электролита и травильных растворов, для пропарочных камер при интенсификации твердения бетона, при рекультивации нарушенных земель глинистыми сырьевыми материалами и для торфодобывающей отрасли.*

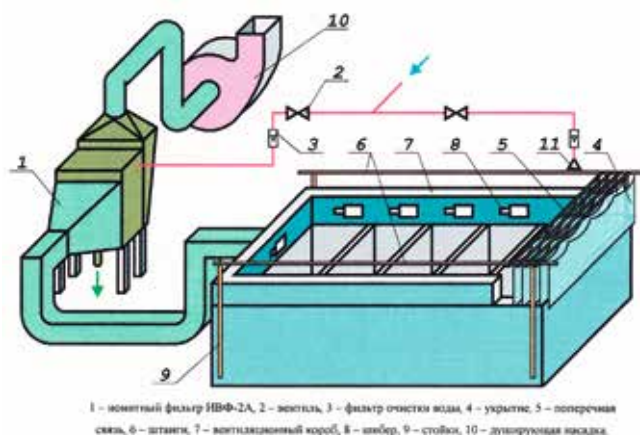
### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

*электролизное производство, твердение бетона, глинистые сырьевые материалы, приводное укрывное устройство, физико-механические показатели.*

*Статья поступила в редакцию 19.08.2019.*

<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет, 620144, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Институт горного дела УрО РАН, 620075, г. Екатеринбург, Россия



**Рис. 1.** Схема установки с бортовыми отсосами для Московского завода по обработке цветных металлов: 1 – ионитный фильтр; 2 – вентиль; 3 – расходомер; 4 – укрытие в виде полога; 5 – поперечная связь; 6 – штанги; 7 – вентиляционный короб; 8 – шибер; 9 – стойки; 10 – отсасывающий агрегат; 11 – душирующая насадка

**Fig. 1.** Installation diagram with on-board suction for the Moscow non-ferrous metals processing plant: 1 – ion exchange filter; 2 – valve; 3 – flowmeter; 4 – shelter in the form of a canopy; 5 – transverse connection; 6 – rods; 7 – air intake; 8 – gate; 9 – racks; 10 – suction unit; 11 – watering nozzle

такого способа является низкая эффективность защиты, неустойчивость слоя пены, ее взрывоопасность и токсичность некоторых пенообразующих. Размещение на зеркале ванны поплавков также позволяет закрывать зеркало ванн. От использования этого способа предприятия отказались из-за неудобства обслуживания электролизных ванн.

Основной недостаток локализации вредных выбросов электролизных ванн заключается в том, что фильтры с нейтральными материалами не обеспечивают необходимой очистки выбросов.

При уходе за твердеющей бетонной смесью необходимо обеспечить оптимальные термические и влажностные режимы, от соблюдения которых зависит нормальное нарастание прочности материала. Для создания теплой среды и для интенсификации твердения бетона работы ведутся в легких временных сооружениях-теплицах или под пленочными покрытиями. В последнем случае бетон укрывают пароводонепроницаемой пленкой и выдерживают в замкнутом таким образом объеме до набора проектной или критической, относительно влагопотерь, прочности.

#### Цель исследования

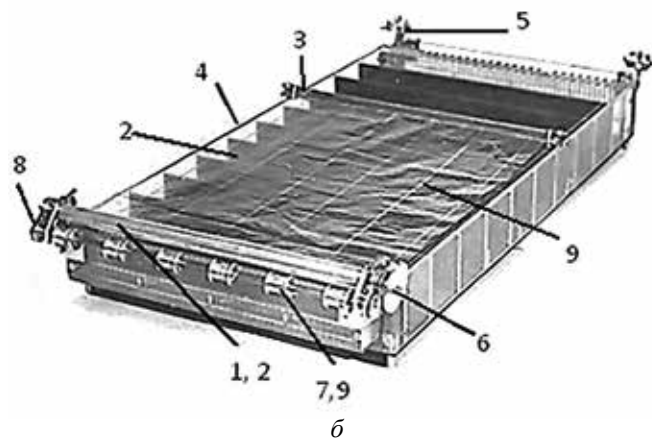
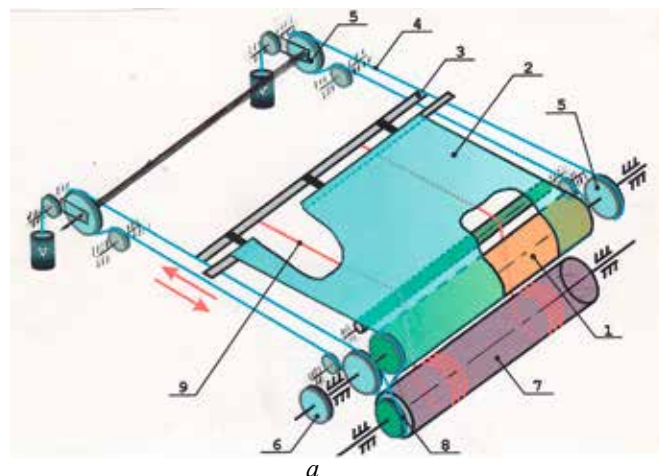
Разработка научно-технических основ укрывных устройств, применяемых при защите атмосферы помещений электролизных производств, интенсификации твердения бетона, рекультивации нарушенных земель в процессе горного производства и защиты от намочания штабелей при торфоразработках.

#### Методика исследований

В данной работе предложено укрытие электро-

лизных и травильных ванн с применением укрывного устройства в виде гибкого полотна (рис. 2) [8–12].

Устройство представляет собой сворачиваемое в рулон 1 плёночное полотно 2, которое посредством поперечной связи 3 укреплено на гибких тяговых элементах 4, натянутых на блоки 5. При включении реверсивного привода полотно наматывается или разматывается с рулона на открытие или закрытие технологических ванн.



**Рис. 2.** Установка укрытия блока электролизных ванн: а – схема устройства по патенту № 2198966; б – установка укрытия блока электролизных ванн для Дзержинского медеплавильного завода и медного завода Норильского ГМК: 1 – рулон; 2 – плёночное полотно; 3 – поперечная связь; 4 – гибкие тяговые элементы; 5 – блоки; 6 – привод реверсивный; 7 – барабан; 8 – передаточный элемент; 9 – поддерживающие канаты

**Fig. 2.** Installation of shelter unit electrolysis baths: а – diagram of the device according to patent No. 2198966; б – installation of a shelter for a block of electrolysis baths for the Dzhzhzhkazgan smelter and the copper plant of Norilsk MMC: 1 – roll; 2 – film cloth; 3 – transverse connection; 4 – flexible traction elements; 5 – blocks; 6 – reversing drive; 7 – drum; 8 – transmission element; 9 – supporting ropes

Полимерные пленки с учетом их основных свойств выбирали согласно табл. 1.



Таблица 1 / Table 1

## Сравнительные данные по основным свойствам полимерных пленок

Comparative data on the main properties of polymer films

Пленка <i>Film</i>	Прозрачность <i>Transparency</i>	Удлинение при растяжении <i>Tensile elongation</i>	Стойкость к химическим реагентам <i>Chemical resistance</i>	Маслостойкость <i>Oil resistance</i>	Водостойкость <i>Water resistance</i>	Плотность, т/м <sup>3</sup> <i>Density, t/m<sup>3</sup></i>	Газопроницаемость <i>Gas permeability</i>	Максимальная температура эксплуатации, °С <i>Maximum operating temperature, °C</i>	Минимальная температура эксплуатации, °С <i>Minimum operating temperature, °C</i>
<b>Полиэтиленовая:</b> <i>Polyethylene:</i>									
низкой плотности <i>low density</i>	+	++	++	-	++	0,91-0,93	**	75-80	-60
высокой плотности <i>high density</i>	**	+	++	+	++	0,93-0,96	**	90-110	- 80
<b>Полипропиленовая:</b> <i>Polypropylene:</i>									
неориентированная <i>undirected</i>	++	++	++	-	++	0,9-0,91	**	160	- 10
ориентированная <i>oriented</i>	++	-	++	+	++	0,9-0,91	**	120	- 50
<b>Поливинилхлоридная:</b> <i>Polyvinyl chloride:</i>									
мягкая <i>soft</i>	++	++	-	+	+	1,25-1,4	**	60	- 20
жесткая <i>hard</i>	++	*	+	++	+	1,4-1,45	++	90-150	- 50
поливинилиденхлоридная <i>polyvinylidene chloride</i>	++	-	++	++	++	1,6-1,72	++	90-150	- 50
<b>Из поливинилового спирта:</b> <i>From polyvinyl alcohol:</i>									
полистирольная <i>polystyrene</i>	++	**	+	-	++	1,05	*	80	-
полиэтилентерефталатная <i>polyethylene terephthalate</i>	++	+	++	++	++	1,28-1,39	++	260	- 60
поликарбонатная <i>polycarbonate</i>	++	*	-	-	++	1,2	*	135	- 100
нейлоновая <i>nylon</i>	++	++	++	++	++	1,1-1,2	++	60-233	- 110

Обозначение: «++» – очень хорошо; «+» – хорошо; «-» – средне; «\*» – плохо; «\*\*» – очень плохо.

Designation: "++" – it is very good; "+" – it is good; "-" – so-so; "\*" – badly; "\*\*" – very badly.

### Укрывное покрытие для электролизных и травильных ванн

Для Дзержинского медеплавильного завода НПО «Дзержинцветмет» было применено предложенное укрывное покрытие электролизных и травильных ванн в виде гибкого полотна.

Техническая характеристика укрытия приведена в табл. 2.

Устройство обеспечивает ограничение свободного объема над уровнем электролита (травильного раствора), предотвращение выбросов в атмосферу паров электролита (травильного раствора) при работе ванн за счет их конденсации и возвращения образующегося конденсата в раствор под действием гравитационных сил. При этом кроме устранения непроизводительных потерь электролита достигается стабилизация концентрации травильных растворов, улучшается технологический режим работы ванн, сокращаются потери энергии. Применение подобного рода устройств, например, при электролизе меди, позволяет снизить энергозатраты на 10–30 %, потери электролита с зеркала электролизных ванн – до 40 %, а также улучшить условия труда обслуживающего персонала.

#### Укрывное покрытие при уходе за твердеющей бетонной смесью

При уходе за твердеющей бетонной смесью является обязательным создание оптимальных температурных и влажностных режимов, от соблюдения

которых зависит нормальное нарастание прочности материала. Для создания теплой среды и для интенсификации твердения бетона работы ведутся в легких временных сооружениях-теплицах или под пленочными покрытиями. В этом случае бетон укрывают пароводонепроницаемой пленкой [13] (табл. 3) и выдерживают в замкнутом таким образом объеме до набора проектной или критической относительно влажностной прочности.

При производстве бетонных работ могут применяться пароводонепроницаемые пленки, выпускаемые отечественной промышленностью на основе натуральных, искусственных и синтетических полимеров, в том числе с функциональным защитным покрытием (металлизованные). Применяемые полимерные пленки должны обладать достаточной прочностью, эластичностью, пароводонепроницаемостью на период эксплуатации, а также свариваться при температуре текучести полимера, склеиваться или сшиваться между собой.

При непосредственном укрытии бетонной поверхности целесообразно применять полиэтиленовые и поливинилхлоридные пленки толщиной 100–200 мкм, полиэтиленотерефталатные – толщиной до 50 мкм. Полотно из полимерной пленки необходимо укладывать непосредственно на поверхность бетона или с образованием воздушного зазора величиной до 10 см над бетоном (рис. 3) [14; 15].

Таблица 2 / Table 2

Техническая характеристика укрытия НПО «Дзержинцветмет»  
Technical characteristics of the shelter of the NGO Dzherzhinskmetmet

Показатель / Indicator	Величина / Value
Рабочая температура электролита, °C <i>Electrolyte operating temperature, °C</i>	63
Максимальная концентрация электролита, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , г/л <i>Maximum electrolyte concentration, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, g/l</i>	220
Материал укрытия <i>Shelter material</i>	пленка полиэтилен по ГОСТ 10354-82 <i>polyethylene film according to GOST 10354-82</i>
Толщина пленки, мм <i>Film thickness, mm</i>	0,25...0,14
Высота над уровнем зеркала ванн до пленки, мм <i>Height above the level of the bathtub mirror to the film, mm</i>	300
Скорость движения пленки, м/с <i>The speed of the film, m/s</i>	0,1
Диаметр тяговых канатов, мм <i>Diameter of traction ropes, mm</i>	20,7
Тип канатов <i>Rope type</i>	капроновые по ГОСТ 10293-77 <i>nylon according to GOST 10293-77</i>

## Физико-механические свойства полимерных пленок

## Physico-mechanical properties of polymer films

Показатель Indicator	Пленки / Films			
	полиэтиленовая, плотности Polyethylene density		поливинилхлоридная марки В Polyvinyl chloride grade В	полиэтилентерефталатная Polyethylene terephthalate
	высокой high	низкой low		
Предел прочности при растяжении, кгс/см <sup>2</sup> Tensile Strength, kgf/cm <sup>2</sup>	170–430	105–210	100–400	1400–2100
Относительное удлинение при разрыве, % Elongation at break, %	300–800	100–700	10–25	50–130
Паропроницаемость за 48 ч, г/м <sup>2</sup> Vapor permeability in 48 h, g/m <sup>2</sup>	0,1	0,2	-	0,12
Водопроницаемость за 48 ч, г/м <sup>2</sup> Water permeability in 48 h, g/m <sup>2</sup>	0,2	0,07	1,1	0,2
Теплостойкость, °С Heat resistance, °С	120	80–90	65–93	150
Морозостойкость, °С Frost resistance, °С	-46	-57	-46	-60
Прочность на раздир, кгс/см <sup>2</sup> Strength per tear, kgf/cm <sup>2</sup>	-	12–100	20–90	180–240

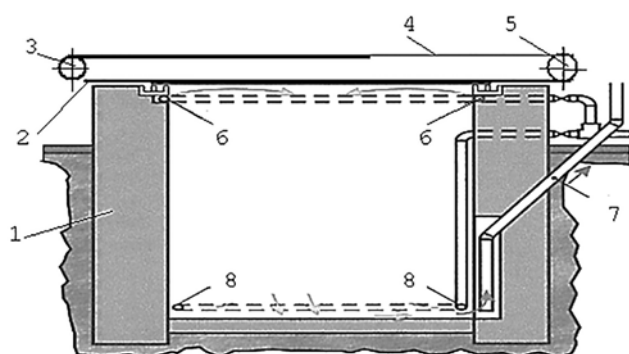


Рис. 3. Схема установки гибкого полотна над пропарочной камерой:

1 – пропарочная камера; 2 – гибкое полотно; 3 – приводной барабан для намотки и размотки гибкого полотна; 4 – тяговый элемент; 5 – шкивы; 6 – верхние перфорированные трубы; 7 – отводная труба; 8 – нижние перфорированные трубы

Fig. 3. Installation diagram of the flexible web over the steaming chamber:

1 – steaming chamber; 2 – flexible canvas; 3 – drive drum for winding and unwinding a flexible web; 4 – traction element; 5 – pulleys; 6 – upper perforated pipes; 7 – outlet pipe; 8 – lower perforated pipes

В настоящее время нет проблемы зимнего бетонирования, так как существует несколько методов защиты бетонов от замерзания. Самым рациональным способом защиты бетона является укрывание залитого бетона различными утеплителями, например пленкой ПВХ и др. [16]. Если предполагается прогревать бетон с применением теплового оборудования, то укрытие следует укладывать не на бетон непосредственно, а с образованием воздушного зазора. Чем выше будет температура воздуха над бетоном, тем быстрее он схватится и затвердеет, а значит, раньше можно будет прекратить прогрев.

#### Методика расчета предлагаемого устройства

Толщину пленочного элемента по допускаемым напряжениям при растяжении от действия гидростатического давления  $\delta$  (мм) следует определять по формуле [17; 18]:

$$\delta = 0,135dq_r \sqrt{\frac{E}{\sigma_{дон}^2}},$$

где  $d$  – минимальный диаметр самой крупной фракции грунта, рассеянного с использованием стандартных сит, мм;  $q_r$  – гидростатическое давление, МПа;  $E$  – модуль упругости материала пленки, МПа;  $\sigma_{дон}$  – допустимое напряжение при растяжении материала пленки, МПа.

Толщина пленочного элемента должна приниматься не менее 0,2 мм. Длина смотанной в рулон пленки обычно кратна 50: 50, 100, 150 или 200 м.

Предел прочности (МПа) при растяжении  $\sigma_z$  рассчитывали по формуле [17; 19]:

$$\sigma_z = F_{max} / A_0$$

где  $F_{max}$  – максимальная растягивающая нагрузка при испытании на растяжение, Н;  $A_0$  – начальное поперечное сечение образца мм<sup>2</sup>.

Предел прочности при разрыве  $\sigma_r$  (МПа) рассчитывали по формуле:

$$\sigma_r = F_r / A_0,$$

где  $F_r$  – растягивающая нагрузка в момент разрыва Н.

Относительное удлинение при максимальной нагрузке  $\varepsilon_z$  в процентах вычисляли по формуле:

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta l_{0z}}{l_0} \cdot 100,$$

где  $\Delta l_{0z}$  – изменение расчетной длины образца в момент достижения максимальной нагрузки, мм;  $l_0$  – начальная расчетная длина образца, мм.

Относительное удлинение при разрыве  $\varepsilon_r$  в процентах вычисляли по формуле:

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta l_{0r}}{l_0} \cdot 100,$$

где  $\Delta l_{0r}$  – изменение расчетной длины образца в момент разрыва, мм.

Для получения качественной смотки и намотки необходимо создать постоянное натяжение пленки при постоянной линейной скорости. При сматывании пленки в рулоны она по всей длине испытывает напряжения изгиба, близкие к пределу текучести. Таким образом, момент на валу барабана  $M$ , создаваемый приводом, состоит из двух составляющих:

$$M = M_{нат} + M_{из},$$

где  $M_{нат}$  – момент от натяжения, Нм;  $M_{из}$  – момент, необходимый для деформации пленки, Нм.

$M_{нат}$  рассчитывали по формуле:

$$M_{нат} = \sigma_n R b h,$$

где  $\sigma_n$  – удельное натяжение пленки, МПа;  $R$  – текущее значение радиуса рулона, м;  $b$  и  $h$  – ширина, м, и толщина, м, пленки соответственно.

Удельное натяжение пленки принимается в зависимости от ее толщины.

При  $h \leq 1$  мм  $\sigma_n = (0,1 - 0,35) \sigma_p$ , при  $h \geq 1$  мм  $\sigma_n = (0,3 - 0,8) \sigma_p$ .

Максимально возможный момент, необходимый для деформации пленки,  $M_{из}$  равен величине пластического момента. Так как он действует в плоскости, перпендикулярной оси барабана, то он и является моментом на оси барабана:

$$M_{из} = \sigma_n b h^3 / 4.$$

Тогда мощность двигателя  $N$  (кВт) равна:

$$N = (M_{нат} + M_{из}) \omega / (1000 \eta),$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения барабана с<sup>-1</sup>,  $\omega = v/R$ ;  $v$  – скорость смотки, м/с;  $\eta$  – КПД привода.

Конечный радиус рулона (барабана)  $R_k$  определяют по формуле, м:

$$R_k = \sqrt{\frac{S \cdot L_k}{\pi}} + R_0,$$

где  $S$  – толщина ленты;  $L_k$  – емкость рулона;  $R_0$  – начальный радиус рулона.

### Использование укрывного устройства

В зависимости от назначения и исходной композиции пленку выпускают марки Т: для изготовления изделий технического назначения, строительства временных сооружений, защитных укрытий, упаковки и комбинированных пленок. Максимальная ширина пленки всех марок – 6000 мм. Строительная пленка обладает повышенной прочностью, что обеспечивает ей повышенную стойкость к механическому воздействию. Она выдерживает большие нагрузки, при этом не деформируется и не рвется. Это позволяет применять ее при работе с фундаментом и фасадом. Пленка обладает повышенным коэффициентом герметичности. Она не пропускает влагу и воду, ее использование обеспечит надежную защиту от любых негативных воздействий. Запайвание швов пленки между собой обеспечивает полную герметичность. По физико-механическим и электрическим показателям полиэтиленовая пленка должна соответствовать требованиям к нормам, указанным в табл. 4 [18].

Строительные пленки применяются для того, чтобы укрывать бетон особенно зимой, что гарантирует эффективное сохранение тепла в теле железобетонной конструкции и дает возможность равномерно охватить бетонную смесь. Применяются для защиты объектов от осадков и плохой погоды на строительных площадках.

### Рациональное природопользование

Экологический фактор является одной из важных движущих сил развития изменений его характеристик. Ландшафты, нарушенные при добычных работах глинистых сырьевых материалов, требуют рекультивации. Главной целью рекультивации является восстановление продуктивности нарушенных территорий и возвращение их в использование. Рекультивация предусматривает проведение комплекса инженерных, горно-технологических, мелиоративных, сельскохозяйственных и лесохозяйственных работ. На биологическом этапе работ осуществляются восстановление почвенного плодородного слоя, озеленение, мелиоративные работы, биологическая очистка почв, фиторекультивационные работы с использованием укрывных устройств. Данная проблема является весьма актуальной, т.к. ежегодные площади нарушенных земель, требующих рекультивации, увеличиваются на 10 тысяч гектаров в год [20].

Эффективным способом добычи золота является метод кучного выщелачивания. При этом руду необходимо складировать на открытых площадках и проливать реагентами, в состав которых входят цианиды, попадание которых в грунт должно быть полностью исключено. Кроме того, реагенты, проходя сквозь руду, растворяют содержащееся в куче золото и вытекают наружу, где их и собирают для дальнейшего осаждения металлического золота. При этом нельзя допустить утечки продуктивного раствора в грунт.

Надежным способом организации площадок для кучного выщелачивания является укладка защитной пленки, на которую и выгружают руду с последующей обработкой кучи реагентами. При этом мембранная способна обеспечить защиту от перечисленных проблем.

Технология кучного выщелачивания предполагает устройство специального полигона. Его назначение:

- обеспечить штабелирование породы с целью ее выщелачивания;
- не допустить попадания в почву и окружающую среду агрессивных отходов производства.

#### Использование при хранении фрезерного торфа в складочных единицах-штабелях

Одним из перспективных направлений применения укрывных устройств является их использование при хранении фрезерного торфа в складочных единицах-штабелях.

При хранении фрезерного торфа в штабелях про-

текают сложные микробиологические, химические, теплофизические процессы саморазогревания и превращения торфа и его компонентов. Разработаны особые технологические приемы организации технологического процесса уборки и хранения торфа.

При хранении фрезерного торфа как топлива управление процессами направлено на торможение процесса самонагревания и предотвращения самовозгорания торфа, а также снижения потерь от намывания и уноса ветром.

При хранении торфа для других направлений использования интересует сохранность его органического вещества: углеводного и битумного комплекса, а также возможность при нагревании перевода связанного азота торфа в легкоусвояемые для растений формы.

На практике широко используется укрытие штабелей полиэтиленовой пленкой (рис. 4), что в сочетании с другими способами и приемами позволяет управлять превращениями торфа и его компонентами в нужном направлении [21].

Мобильные бескаркасные ангары из металлоконструкций, обтянутые или обшитые специальным тентом, либо пневмокаркасные сооружения могут быть использованы для укрытия оборудования от воздействия окружающей среды и организации круглогодичной работы мобильных модульных золотоизвлекательных фабрик.

Таблица 4 / Table 4

#### Физико-механические и электрические свойства плёнки марки Т

*Physicomechanical and electrical properties of a film of brand T*

Показатель / Indicator	Норма для марки Т толщиной*		
	до 0,03 мм <i>up to 0,03 mm</i>	от 0,03 до 0,10 мм <i>from 0,03 to 0,10 mm</i>	от 0,10 мм <i>up to 0,03 mm</i>
Прочность при растяжении, МПа, не менее: <i>Tensile strength, MPa, not less than:</i>			
в продольном направлении <i>in the longitudinal direction</i>	16,1/16,1	14,7/14,7	14,7/14,7
в поперечном направлении <i>in the transverse direction</i>	13,7/13,7	13,7/12,7	13,7/12,7
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее: <i>Elongation at break, %, not less than:</i>			
в продольном направлении <i>in the longitudinal direction</i>	150/120	300/250	360/300
в продольном направлении <i>in the longitudinal direction</i>	150/150	400/350	430/350
Статический коэффициент трения <i>Static coefficient of friction</i>	-/-	0,1-0,5	
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не более <i>Specific surface electric resistance, Ohm, not more</i>	-/-	1·10 <sup>16</sup>	

\*В числителе указаны значения для плёнки высшего сорта, а в знаменателе – для первого сорта.

\* *The numerator shows the values for the highest grade film, and the denominator indicates the first grade.*



Рис. 4. Штабель фрезерного торфа с укрывным материалом

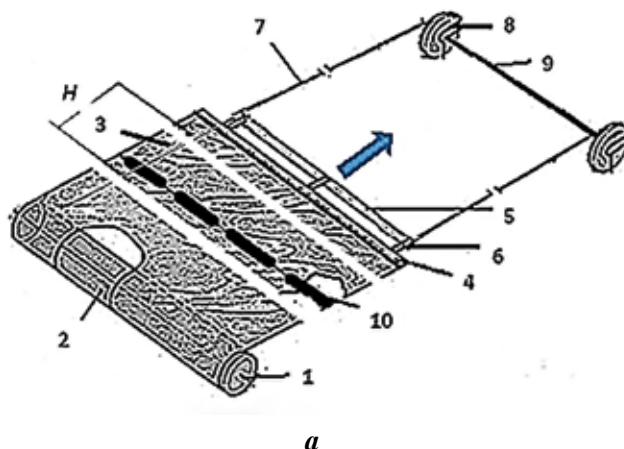
Fig. 4. Stack of milled peat with covering material

Технические параметры полиэтиленовых полотен, их работоспособность в условиях эксплуатации объекта позволяют применять в горнодобывающей промышленности:

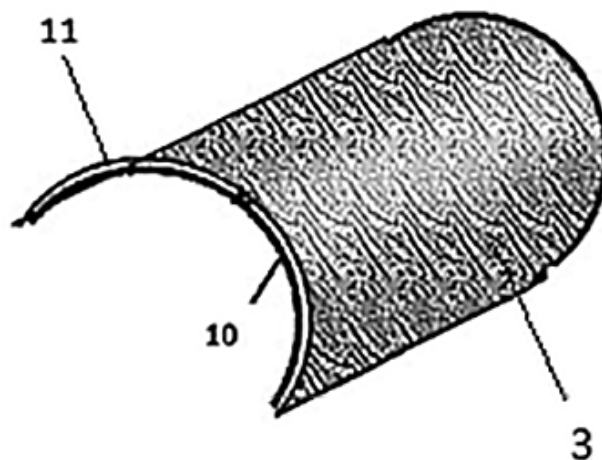
- при проектировании и строительстве полигонов отходов производства различных классов опасности – твердых и жидких;
- в качестве противофильтрационных полотен площадок кучного выщелачивания, технических водоемов, для покрытия хвостовых дамб;
- при вторичной гидроизоляции резервуарных парков;
- для антикоррозионной и гидроизоляционной защиты металлических, железобетонных конструкций (промышленных резервуаров, заглубленных частей сооружений, инженерных сетей и систем инженерно-технического обеспечения).

**Новизна предлагаемого решения.** Подвижное укрывное устройство [22] содержит установленную на ось 1 бобину 2 с намотанным на нее гибким полотном 3. На конце гибкого полотна 3 закреплена поперечная балка 4, которая посредством упругих элементов 6 подвешена к тяге 5. Гибкие связи 7 намотаны на приводные шкивы 8, объединенные валом 9, и закреплены на тяге 5. Установленные под полотном 3 раздвижные эллиптические стойки 10 выполнены на промежутке  $H$  в виде арки (рис. 5). Стойки 10 снабжены контактной поверхностью 11 из антифрикционного покрытия. Поперечная балка 4 выполнена из гибкого листового материала с возможностью повторения изгиба опорных арок 10.

В процессе укрывания, например буртов, на шкивы 8 наматывают гибкие связи 7. С помощью тяги 5 поперечная балка 4 тянет гибкое полотно 3 над укрываемой поверхностью, например, над буртом. Опорные арки 10 выполнены по форме поперечного сечения буртов. В процессе движения на промежутке  $H$  полотно 3 скользит по контактной поверхности 11 из антифрикционного покрытия. После прохода промежутка  $H$ , приравненного к длине бурта, полотно 3 сматывается с рулона 2.



а



б

Рис. 5. Предлагаемое укрывное устройство: а – схема; б – выполнение участка укрывного устройства на промежутке  $H$

Fig. 5. The proposed covering device: a – scheme; b – execution of the section of the covering device on the interval  $H$

Выполнение опорных арок 10 эллиптическими позволяет использовать устройство для различных размеров поперечного сечения буртов. Увеличение коэффициента трения гибких связей по шкивам достигается путем футеровки поверхности приводных шкивов материалами с повышенными фрикционными свойствами. В сухой атмосфере коэффициент трения  $f$  шкива с точеной поверхностью равен 0,25, а футерованного резиной – 0,4. При влажной атмосфере эти значения составляют соответственно 0,15 и 0,2 [23]. Повышение тяговой способности приводных барабанов достигается установкой отклоняющих барабанов, позволяющих для однобарабанного привода получить  $240^\circ$ . При передаче значительных тяговых усилий используют двухбарабанную схему привода, в соответствии которой два барабана последовательно огибаются лентой. Угол обхвата для такого привода принимают равным сумме углов обхвата обоих барабанов, его величина может достигать  $440^\circ$ . Для увеличения коэффициента трения гибких связей

контактная поверхность шкива должна быть футерована фрикционным материалом.

### Выводы

1. Предложено приводное подвижное укрывное устройство, которое рекомендуется к применению при обезвреживании отработанных растворов электролита и травильных растворов, для пропарочных камер при интенсификации твердения бетона, при рекультивации нарушенных зе-

мель глинистых сырьевых материалов и для торфодобывающей отрасли.

2. Приведено описание конструктивных особенностей и работы нового приводного укрывного устройства. Представлены физико-механические и электрические показатели полиэтиленовой пленки, расчетные зависимости определения толщины пленочного элемента, прочность при разрыве и относительное удлинение при разрыве.

### ЛИТЕРАТУРА:

- Чернецкий А.М., Кулик В.Д., Черномуров Ф.М. Екатеринбург энерго-эффективный город. Екатеринбург: Издательство «Архитектон», 2000. 88 с.
- Савельева Е.С., Дикун М.П. Эффективность очистки медьсодержащих растворов импульсным электролизом // Вестник ТГТУ. 2017. Том 23. № 4. С. 672–679.
- Electrochemical Removal of Copper Ions from Dilute Solutions Using Packed Bed Electrode. Part 11/I. A. Khattab [et al.] // Egyptian Journal of Petroleum. 2013. No. 22. Pp. 205–210.
- Electrolytic Recovery of Dilute Copper from a Mix Industrial Effluent of High Strength COD / S. Chellammal [et al.] // Journal of Hazardous Materials. 2010. No. 180. Pp. 91–97.
- The Electrochemical Recovery of Metals from Effluent and Process Streams / D.A. Campbell [et al.] // Resources, Conservation and Recy. 1994. No. 10. Pp. 25–33.
- Разработка и внедрение устройства укрытия электролизных ванн: Отчет о НИР / ВНИИЭнергоцветмет. Руководитель работы Давыдов С.Я. Екатеринбург, 1992. 24 с.
- Селезнев Ю.М., Поляков В.Я., Желонкин А.Г. и др. Защита атмосферы при электролизе водных растворов с применением ионообменных материалов // Цветные металлы. 1982. № 3. С. 90–93.
- Патент 2198966 Рос. Федерация. Укрывное устройство / Давыдов С.Я., Черномуров Ф.М., Югай Ф.С. № 2000115066; заявл. 09.06.2000; опубл. 20.02.2003. Бюл. № 5.
- Давыдов С.Я., Замураев А.Е., Канусик Ю.П., Неустрובה Н.Ю. Укрытие технологических ванн / Тезисы докладов научно-технической конференции на международной выставке. Техноген-2003 «Экологические проблемы промышленных регионов». Екатеринбург, 2003. С. 221–223.
- Давыдов С.Я., Замураев А.Е., Черномуров Ф.М., Черномуров А.Ф. Экология и энергосбережение при укрытии технологических ванн и сельхозрастений // Энергоанализ и эффективность. № 4 – 5. Екатеринбург. 2004. С. 111–117.
- Давыдов С.Я., Черномуров Ф.Л., Черномуров А.Ф. Повышение энергоэффективности работы травильных ванн и электролизеров // Вестник УГТУ-УПИ. На передовых рубежах науки и инженерного творчества. Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2004. С. 189–190.
- Давыдов С.Я., Черномуров Ф.М., Замураев А.Е., Черномуров А.Ф. Экология и энергосбережение при укрытии технологических ванн и сельхозрастений. Инновационные технологии XXI века для рационального природопользования, экологии и устойчивого развития. М.: Издательский дом «Ноосфера». 2004. С. 125–138.
- Руководство по применению полимерных пленок для ухода за твердеющим бетоном в условиях сухого жаркого климата. Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1981. 18 с.
- Давыдов С.Я. Энергосберегающие технологии при использовании приводных укрывных устройств в промышленности / С.Я. Давыдов, А.Н. Семин, Н.Г. Валиев и др. // Новые огнеупоры. 2015. № 10. С. 18–21.
- Davydov S. Ya., Semin A.N., Valiev N.G., Gorbunov A.V. and Oleinikova L.N. Energy conservation technologies in the use of a power-driven covering apparatus in industry // Refractories and Industrial Ceramics. January 2016. Volume 56, No. 5. Pp 461–464.
- Зимний бетон. Прогрев бетона. <http://www.geobeton.com/heating>  
[http://kursoviki.spb.ru/lekcii/shpori\\_keramika.php](http://kursoviki.spb.ru/lekcii/shpori_keramika.php).
- Давыдов С.Я., Семин А.Н. Создание термических режимов при использовании строительных укрывных устройств // Новые огнеупоры. 2018. № 12. С. 14–16.
- ГОСТ 10354-82. Пленка полиэтиленовая. Технические условия. [https://www.unipack.ru/static\\_one/140/](https://www.unipack.ru/static_one/140/)
- ГОСТ 14236-81. Пленки полимерные. Метод испытания на растяжение. <http://docs.cntd.ru/document/1200020779>
- Проблемы рекультивации нарушенных земель, находящихся на федеральном и муниципальном балансах. URL: <http://zmdosie.ru/resursy/prochie/3913-problemy-rekultivatsii> (дата обращения: 01.07.2019).
- Превращения торфа и его компонентов в процессе саморазогревания при хранении / под общей редакцией Н.С. Панкратова. Минск: Наука и техника, 1972. 320 с.
- Патент 190037, Российская Федерация. Подвижное укрывное устройство. / Давыдов С.Я., Гревцев Н.В., Семин А.Н., Горбунов А.В., Олейникова Л.Н. № 2019108876; заявл. 26.03.2019; опубл. 14.06.2019 Бюл. № 17.
- Васильев К.А., Николаев А.К., Сазонов К.Г. Транспортные машины и оборудование шахт и рудников: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2012. 544 с.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / Information about authors:**

**ДАВЫДОВ Станислав Яковлевич** – доктор технических наук, профессор кафедры информатики. Уральский государственный горный университет.

620144, г. Екатеринбург, Россия.  
Тел.: (+7) 902-27-31-053.  
davidovtrans@mail.ru

*Stanislav Y. DAVYDOV – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Informatics, Ural State Mining University.*

620144, Ekaterinburg, Russia.

Ph.: (+7) 902-27-31-053.

davidovtrans@mail.ru



**ВАЛИЕВ Нияз Гадым-оглы** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой горного дела.

Уральский государственный горный университет,  
620144, г. Екатеринбург, Россия

*Niyaz Gadym-oglu VALIEV – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Mining.*

Ural State Mining University,

620144, Ekaterinburg, Russia



**ГРЕВЦЕВ Николай Васильевич** – доктор технических наук, профессор, декан инженерно-экономического факультета.

Уральский государственный горный университет.

620144, г. Екатеринбург, Россия

*Nikolay V. GREVTSEV – Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Engineering and Economics.*

Ural State Mining University,

620144, Ekaterinburg, Russia



**ОЛЕЙНИКОВА Лариса Николаевна** – старший преподаватель.

Институт горного дела Уральского отделения РАН.

620075, г. Екатеринбург, Россия

*Larisa N. OLEYNIKOVA – Senior Lecturer.*

Institute of Mining of the Ural Branch of the RAS.

Ekaterinburg, 620075, Russia

**ECOLOGY AND ENERGY SAVING AT MINING ENTERPRISES USING PROTECTIVE DEVICES**

<sup>1</sup>S.Ya. Davydov, \*

<sup>1</sup>N.G. Valiev,

<sup>2</sup>N.V. Grevtsev,

<sup>2</sup>L.N. Oleinikova

<sup>1</sup> Ural State Mining University, 620144, Ekaterinburg, Russia, davidovtrans@mail.ru

<sup>2</sup> Institute of Mining of the Ural Branch of the RAS. Ekaterinburg, 620075, Russia

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-273-283

One of the common ways to deal with unproductive losses of raw materials and atmospheric pollution from technological baths of electrolysis production is aspiration. Ensuring sanitary conditions in the workplace due to only aspiration is difficult due to a sharp increase in the volume of exchange ventilation. The use of airborne suction is accompanied by the entrainment of the electrolyte in the form of a droplet liquid and steam. Heat losses during electrolytic refining of copper in the traditional version reach 70 - 80%.

In order to reduce the release of carcinogenic aerosols into the atmosphere, a foam protective layer is created on the surface of the electrolyte. The disadvantage of this method is the low efficiency of protection, the instability of the foam layer, its explosiveness and toxicity of some blowing agents. Placing floats on the bathtub mirror also allows you to close the bathtub mirror. The company refused to use this method due to the inconvenience of servicing electrolysis baths.

When caring for the hardening concrete mixture, it is necessary to ensure optimal thermal and humidity conditions, on the observance of which the normal increase in the strength of the material depends. To create a warm environment and to intensify hardening of concrete, work is carried out in light temporary buildings-heaters or under film coatings. In the latter case, the concrete is covered with a vapor-waterproof film and kept in such a closed volume until the design or critical, relative to moisture loss, strength is set.

The calculated dependences of determining the thickness of the film coating, tensile strength and elongation at break are presented. Physical-mechanical and electrical characteristics of a plastic film are presented. A description of the design features and operation of the new drive shelter device is given.

**Keywords:** electrolysis production, concrete hardening, clay raw materials, driving covering device, physical and mechanical indicators.



## References

1. Chernetskiy A.M., Kulik V.D., Chernomurov F.M. Yekaterinburg is an energy-efficient city. *Yekaterinburg, Architecture Publishing House*, 2000, 88 p.
2. Savelyeva E.S., Dikun M.P. The efficiency of purification of copper-containing solutions by pulsed electrolysis. *Vestnik TSTU*, 2017, v. 23, no 4, pp. 672–679.
3. Electrochemical Removal of Copper Ions from Dilute Solutions Using Packed Bed Electrode. Part 11 / I. A. Khat-tab [et al.]. *Egyptian Journal of Petroleum*, 2013, no. 22, pp 205–210.
4. Electrolytic Recovery of Dilute Copper from a Mix Industrial Effluent of High Strength COD / S. Chellammal [et al.]. *Journal of Hazardous Materials*, 2010, no. 180, pp. 91–97.
5. The Electrochemical Recovery of Metals from Effluent and Process Streams / D.A. Campbell [et al.]. *Resources, Conservation and Recy*, 1994, no. 10, pp 25–33.
6. Development and implementation of a shelter for electrolysis baths: Report on research work. VNIenergostvetmet. The head of the work Davydov S.Ya. *Yekaterinburg*, 1992, 24 p.
7. Seleznev Yu.M., Polyakov V.Ya., Zhelonkin A.G. et al. Protection of the atmosphere during the electrolysis of aqueous solutions using ion-exchange materials. *Non-ferrous metals*, 1982, no. 3, pp. 90–93.
8. Patent 2198966 Ros. Federation. Covering device / Davydov S.Ya., Chernomurov F.M., Yugay F.S. N, 2000115066; declared 06/09/2000; publ. 02/20/2003. Bull. no 5.
9. Davydov S.Ya., Zamuraev A.E., Kanusik Yu.P., Neustroeva N.Yu. Shelter for technological bathtubs. *Abstracts of reports of a scientific and technical conference at an international exhibition. Technogen-2003 "Environmental problems of industrial regions."* Ekaterinburg, 2003, pp. 221–223.
10. Davydov S.Ya., Zamuraev A.E., Chernomurov F.M., Chernomurov A.F. Ecology and energy saving when sheltering technological bathtubs and agricultural plants. *Energy Analysis and Efficiency. Yekaterinburg*, 2004, no. 4-5, pp. 111–117.
11. Davydov S.Ya., Chernomurov F.L., Chernomurov A.F. Improving the energy efficiency of pickling baths and electrolyzers. *Bulletin of UGTU-UPI. At the forefront of science and engineering, Ekaterinburg, USTU-UPI*, 2004, pp. 189–190.
12. Davydov S.Ya., Chernomurov F.M., Zamuraev A.E., Chernomurov A.F. Ecology and energy saving when sheltering technological bathtubs and agricultural plants. 21st century innovative technologies for environmental management, ecology and sustainable development. *Moscow, Noosphere Publishing House*, 2004, pp. 125–138.
13. Guidelines for the use of polymer films for hardening concrete in dry, hot climates. Central Research and Design and Experimental Institute of Organization, Mechanization and Technical Assistance for the Construction of the USSR GOSSTROY. *Moscow, Stroyizdat*, 1981, 18 p.
14. Davydov S.Ya. Energy-saving technologies when using drive-in covering devices in industry / S.Ya. Davydov, A.N. Semin, N.G. Valiev et al. *New refractories*, 2015, no. 10, pp. 18–21.
15. Davydov S. Ya., Semin A.N., Valiev N.G., Gorbunov A.V. and Oleinikova L.N. Energy conservation technologies in the use of a power-driven covering apparatus in industry. *Refractories and Industrial Ceramics*, Januari 2016, Volume 56, no. 5, pp 461–464.
16. Winter concrete. Concrete warming up. <http://www.geobeton.com/heating>  
[http://kursoviki.spb.ru/lekcii/shpori\\_keramika.php](http://kursoviki.spb.ru/lekcii/shpori_keramika.php).
17. Davydov S.Ya. , Semin A. N. Creation of thermal regimes when using building covering devices. *New refractories*, 2018, no. 12, pp. 14–16.
18. GOST 10354-82. The film is polyethylene. Technical condition. [https://www.unipack.ru/static\\_one/140/](https://www.unipack.ru/static_one/140/)
19. GOST 14236-81. Polymer films. Tensile Test Method. <http://docs.cntd.ru/document/1200020779>
20. Problems of reclamation of disturbed lands on the federal and municipal balance sheets. URL: <http://zmdosie.ru/resursy/prochie/3913-problemy-rekultivatsii> (accessed: 07/01/2019).
21. Transformations of peat and its components in the process of self-heating during storage. Edited by N. S. Pankratova. *Minsk, Science and Technology*, 1972, 320 p.
22. Patent 190037, Russian Federation. Mobile shelter / Davydov S.Ya., Grevtsev N.V., Semin A.N., Gorbunov A.V., Oleinikova L.N. N 2019108876; declared 03/26/2019; publ. 06/14/2019 Bull. Number 17.
23. Vasiliev K.A., Nikolaev A.K., Sazonov K.G. Transport vehicles and equipment for mines and mines: A training manual. *St. Petersburg, Publishing House Lan*, 2012, 544 p.

*Article received 19.08.2019.*

<sup>1</sup>Ревякин В.С.,  
<sup>2</sup>Дунец А.Н.,  
<sup>2</sup>Козырева Ю.В.\*

## БАССЕЙНОВЫЕ ТУРИСТСКИЕ КЛАСТЕРЫ ОКРАИНЫ АЛТАЯ

УДК: 911.2, 991.6  
 DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-284-294

*Рассмотрены вопросы социально-экономического развития горной части Алтайского края, занимающей северный макросклон Алтая, где идет активное становление туристско-рекреационной составляющей хозяйственного комплекса. В анализе проблем устойчивого развития горной части края и оценки природно-ресурсного потенциала территории использован бассейновый подход.*

### **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

*горы, Алтайский регион, речной бассейн, туристский кластер.*

Статья поступила в редакцию  
10.12.2018.

### **Введение**

Горные регионы мира имеют особенности, влияющие на все сферы жизни и хозяйства населения. Это отмечается во многих публикациях [1]. Например, в своей книге «Жизнь в горах» Ю.П. Баденков представил содержательный анализ материалов, раскрывающих идейные, социально-экономические, научно-организационные, геополитические явления и процессы в горных системах Земли, инициированные Конференцией ООН по окружающей среде и развитию (1992 г.) [2].

Исследование туризма в горных регионах с начала XXI в. складывается в научное направление. К нему относятся труды, посвященные ландшафтному разнообразию и туристским ресурсам горных территорий, а также публикации по особенностям организации разных видов туризма в горах [3].

В горных регионах территориальная организация туризма отличается большой дробностью ареалов, что обусловлено разнообразием природных условий, этно-социальных групп, культур и хозяйственных укладов. С одной стороны, разнообразие туристско-рекреационных ресурсов обуславливает высокий рекреационный потенциал горных территорий, а с другой – социально-экономические противоречия оказывают сильное влияние на формирование рекреационного природопользования [4]. Организация туризма в горных регионах характеризуется невысокой плотностью туристско-рекреационных объектов на большей территории и высокой их концентрацией в отдельных местах. Несомненно, что рельеф оказывает определяющее влияние на размещение туристской инфраструктуры [5]. Кроме того, характерна ярко выраженная сезонность функционирования туристских объектов и различия туристской специализации в зависимости от высоты местности.

Особенности рельефа горных регионов влияют на концентрацию туристских объектов в долинах рек. Территориальная концентрация туристско-рекреационных предприятий является важнейшим фактором организации территориальных кластеров. В горных регионах особенности природных условий и ресурсов способствуют локализации и концентрации предприятий в отдельных местностях. Кластеры формируются на базе туристско-рекреационных ресурсов и условий их освоения.

Особенности северного Алтая, обусловленные доступностью речных долин для населения прилегающей равнины, обусловили развитие хозяйства этой территории. С ростом интереса к туризму, в последние годы на территории формируются несколько зон повышенной концентрации туристских объектов [4]. В связи с этим актуальны исследования особенности территориальной организации туризма, обусловленной речными бассейнами и орографическими барьерами.

### **Материалы и методы исследования**

**Подходы к выделению туристских кластеров.** С начала 1990-х гг. многие географы, градостроители, экономисты изучают взаимосвязь развития бизнеса с урбанизацией и образованием производственных комплексов и территориальных кластеров. М. Портер определил кластеры как результат взаимодействия четырех групп факторов, объединенных в «ромб конкурентных преимуществ»: факторные условия, условия спроса, родственные

<sup>1</sup>Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, Россия, rvs.36@mail.ru

<sup>2</sup>Алтайский государственный университет, 656049, г. Барнаул, Россия, dunets@mail.ru, panzerina@mail.ru

и поддерживающие отрасли, условия конкуренции и стратегии фирм. Локализация, взаимосвязь потребителей, поставщиков и поддерживающих организаций способствует генерализации инноваций [6].

Туристические кластеры являются результатом территориальной концентрации взаимодополняющих фирм, которые могут извлечь выгоду от расположения и сотрудничества [7]. Кластеры являются формой концентрации географически близких, дополняющих друг друга предприятий и связанных с ними организаций сопутствующих сфер экономики, которые сотрудничают [8].

В развитии регионального туризма с учетом процессов глобализации огромную роль играет конкуренция. Региональные и локальные кластеры, которые связаны между собой через цепочки добавления стоимости, свидетельствуют о конкурентоспособности отраслей хозяйства страны [9].

В.И. Кружалин [10] отмечает, что территориальный туристско-рекреационный кластер – это группа географически соседствующих взаимодействующих компаний, общественных организаций и связанных с ними органов государственного управления, формирующих и обслуживающих туристские потоки и использующие рекреационный потенциал территории. Особенностью возникновения такого кластера является необходимость создания технологических связей между предприятиями и секторами экономики, участвующими как в производстве, так и в реализации турпродуктов. В России особенностью формирования кластеров является значимая роль органов власти в их развитии и специальных мероприятиях, направленных на увеличение концентрации туристских объектов [11].

Кластеры играют решающую роль в формировании туристских центров, привлечении в них туристов и повышении конкурентоспособности. Туристская индустрия имеет общие закономерности образования и функционирования кластеров, а также специфику проявления.

Влияние транспортной инфраструктуры на формирование кластеров неоднозначно, так как способствует не только концентрации, но и рассредоточению предприятий. Однако в горных регионах, в условиях ограниченного развития транспортной инфраструктуры, автодороги оказывают существенное влияние на концентрацию предприятий и образование кластеров. Для изучения предпосылок формирования кластеров целесообразно проводить оценку территориальной концентрации предприятий. Ее высокий уровень свойственен для долин рек, берегов озер, что характерно для северной части Алтайских гор. Предлагается такой классификационный показатель, как пространственно-территориальная структура участников [12].

Долины рек и межгорные котловины отличаются характерными ландшафтными условиями, опреде-

ленным набором рекреационных ресурсов и определяют необходимость взаимодействия и комплексного развития туризма даже в случае наличия административных границ. Участниками кластера могут являться представители администрации, образовательные учреждения, профессиональные объединения и другие организации, которые в большей мере заинтересованы в развитии своего региона в бассейнах различных рек. Особый интерес представляют межрегиональные и трансграничные кластеры [13].

#### Результаты исследований

##### *Туристское освоение речных бассейнов Северного Алтая*

В 1990–1991 гг. в процессе исследования северной части Алтая (Южно-Алтайского эколого-экономического района) были определены несколько перспективных территорий в составе Алтайской лечебно-оздоровительной местности (АЛОМ) с главным центром в г. Белокуриха.

Авторы этого проекта [14] ограничили территорию исследования долинами реки Катунь (на востоке) и реки Алей (на западе). Осевые линии северных отрогов алтайских хребтов – Кольванского, Тигирекского, Башцелакского, Ануйского, Чергинского и Семинского – задали бассейновую структуру территории, не во всем совпадающую с сеткой административного деления из 10 сельских районов, городов Белокуриха и Рубцовск (табл.1). Северная граница исследуемой территории, обозначенная внешним уступом гор, подчеркивается и линией бывших казачьих укреплений (рис. 1). Недавно был разработан брендовый туристский маршрут «Казачья подкова Алтайского края» по бывшим казачьим населенным пунктам в горно-предгорной части территории. Во время маршрута туристы могут посетить исторические места, познакомиться с местными традициями, кухней, участвовать в анимационных программах и т.п. [15].

Выход из состава края Горно-Алтайской автономной области существенно обеднил туристско-рекреационный потенциал его территории.

После 1992 г. вне границ края оказались Алтайский и Катунский заповедники, объекты мирового наследия ЮНЕСКО – «Золотые горы Алтая». Поэтому «горная четвертушка», расположенная на северном макросклоне Алтая, с 1990 г. явилась объектом серьезных научных и научно-практических исследований на фоне социально-экономических трансформаций хозяйственного уклада советской эпохи. Иницированы эти работы были комитетом ВС РФ по вопросам экологии и природопользования (В.С. Ревякин) и Алтайским крайисполкомом (В.Ф. Песоцкий), а исполнителем – коллектив НИИ Горного природопользования [16; 17].

Помимо научных и практических работников

края, в качестве экспертов Концепции формирования Южно-Алтайского эколого-экономического района (территории опережающего развития в современной терминологии) выступили: проф. Д. Айвз – президент международного горного общества (США); М. Прайс – директор международного центра по окружающей среде Альп (Франция); проф. И. Штадельбауэр – зав. каф. Университета Гуттенберга (ФРГ); проф. И. Видер – директор исследовательской группы развития горных регионов (Швейцария); К. Бод – президент исследовательской группы «Везле» (Франция); проф. Я. Хейвуд – университет Шелфорд (Великобритания); Ю.П. Баденков – зам. директора ИГ АН СССР; Г.С. Самойлова (МГУ), И.А. Береснева (ГГО, Ленинград).

Эксперты во главе с Д. Айвзом (фото 1) после изучения материалов и полевой экскурсии в 1991 г. по основным участкам территории пришли к однозначному выводу о блестящих перспективах развития уникального района, расположенного в переходной полосе «горы–равнина».

Опираясь на выводы экспертов, в НИИ Горного природопользования годом позже по договору с объединением «Алтайкурорт» (А.А. Бенгардт) была закончена разработка Концепции формирования Белокурихинского рекреационного района (Большая Белокуриха) [14]. Позднее названная концепция получила одобрение на всех уровнях региональной власти, включая и Ассоциацию «Сибирское соглашение».

Однако разработанный бизнес-проект реализовать не удалось – начались стремительные реформы. Появились новые хозяева бывшей собственности, новые идеи развития и освоения территории и т.д. Начался зримый процесс обезлюживания верхних уровней гор (табл.1) с одновременным появлением здесь объектов рекреационного назначения, определенных

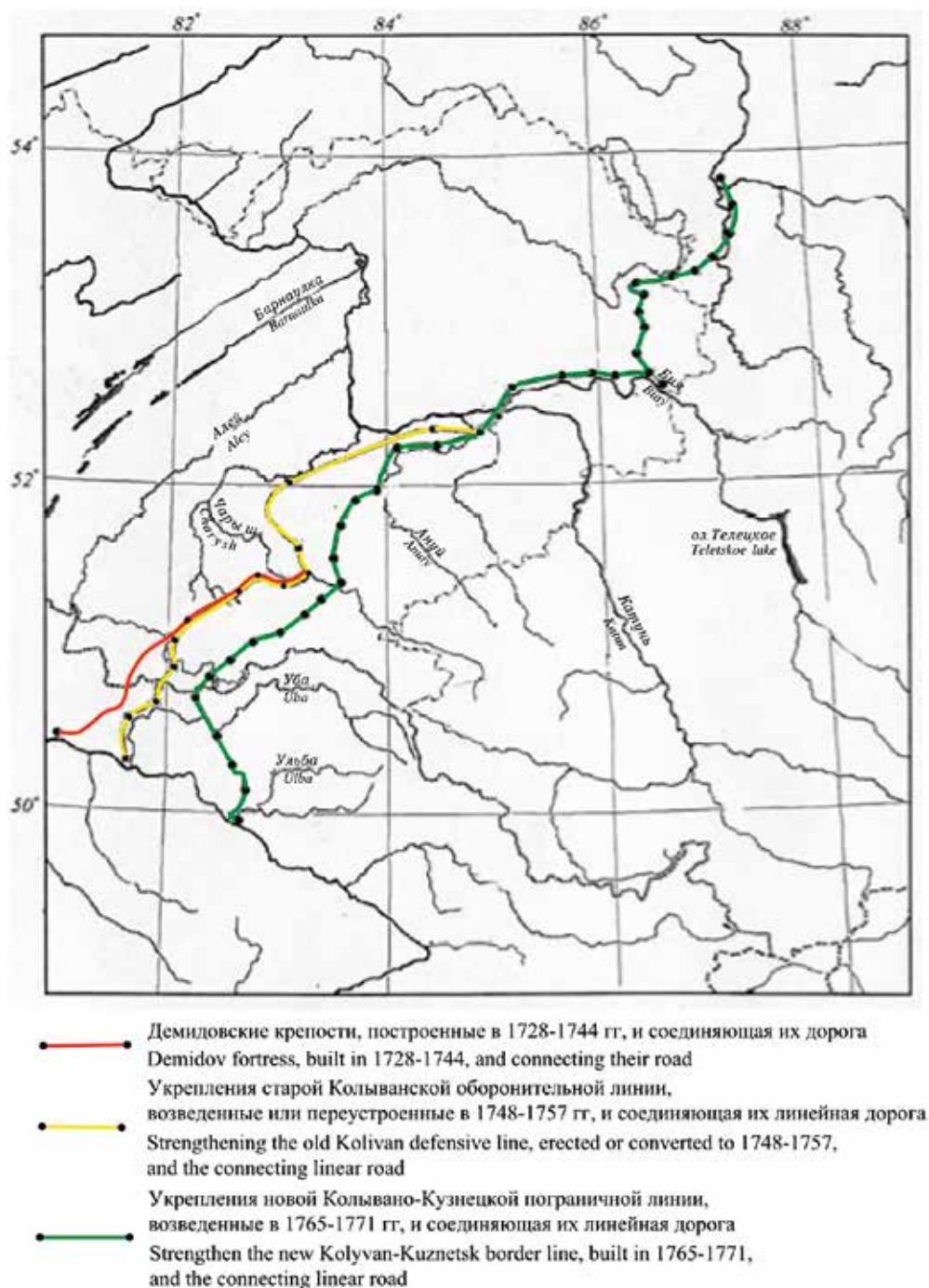


Рис. 1. Населенные пункты Колывано-Кузнецкой оборонительной (казачьей) линии [15]  
 Fig. 1. Localities of the Kolyvano-Kuznetsk defense (Cossack) line [15]

последующими планировочными документами. Проект Алтайской курортно-рекреационной местности с центром в городе-курорте федерального значения Белокурихи был представлен в 2007 г. на Международном форуме «МIPIM-2007» в Европе. В городе ныне действуют более двадцати санаториев вместимостью около 5 тысяч мест [18].

Экономика АЛОМ характеризуется традиционным для юга Сибири набором отраслей. Наряду с перерабатывающей промышленностью, строительством и транспортом, связью и энергетикой сельское хозяйство имеет относительно развитое животноводство и земледелие (садоводство, выращивание

Таблица 1 / Table 1

**Основные показатели населения и хозяйства юга Алтайского края**  
*Main indicators of the population and economy of the south of the Altai Territory*

Район <i>District</i>	Населенные пункты <i>Settlements</i>		Население, тыс. чел., годы <i>Population, thousand people, years</i>					Производство на душу населения, тыс.руб. <i>Per capita production, th. rub.</i>		Плотность дорог, км/1000 км <sup>2</sup> <i>Density of roads, km/1000 km<sup>2</sup></i>	Инвестиции в туризм, тыс. руб. <i>Investments in tourism, th. rub.</i>
	было / before	стало / after	1959	2002	2017	Плотность, чел./км <sup>2</sup> <i>Density, people / km<sup>2</sup></i>	Средний возраст, лет <i>Average age, years</i>	Промышленность <i>Industry</i>	Сельск. хоз-во <i>Agriculture</i>		
Советский / <i>Sovetsky</i>	20	12	18600	18300	15504	10,5	40,9	77,3	112,7	265,8	16,3
Алтайский / <i>Altaic</i>	25	10	34706	27100	26022	7,4	39,3	9,9	52,3	314,9	56,9
Смоленский <i>Smolensky</i>	31	10	35766	25900	22017	11,7	42,0	23,8	71,4	165,8	23,8
Солонешенский <i>Soloneshensky</i>	32	8	19742	12800	9597	2,8	39,3	8,9	93,8	84,0	9,5
Чарышский <i>Charyshsky</i>	32	9	25870	15300	11385	1,7	39,8	16,1	88,2	64,3	12,6
Краснощековский <i>Krasnoshchekovsky</i>	28	14	28097	23200	16974	5,2	42,2	29,6	115,9	131,3	6,6
Курьинский <i>Kuryinsky</i>		10	17442	14600	9423	4,2	42,9	133,8	89,1	92,3	20,2
Змеиногорский <i>Zmeinogorsk</i>	23	8	22288	12800	19550	7,3	40,8	55,6	71,4	195,5	108,4
Рубцовский <i>Rubtsovsky</i>	52	17	35830	27400	23672	7,4	39,8	187,8	95,1	293,5	16,1
Третьяковский <i>Tretyakovsky</i>	23	9	24713	17010	12659	6,8	39,4	53,6	121,1	261,5	17,4
Локтевский / <i>Loktevsky</i>	26	17	21387	34600	12491	11,4	41,5	23,5	64,2	188,9	12,4



**Фото 1.** Профессор Д. Айвз (Барнаул, 1991 г.). Эксперты МГО в городе Змеиногорск, 1991 г.  
**Photo 1.** Professor D. Ayz (Barnaul, 1991); IHO experts in the city of Zmeinogorsk, 1991

лекарственных трав), птицеводство, мараловодство, пчеловодство. Сельхозпроизводство способно закрыть большую часть потребности в качественном

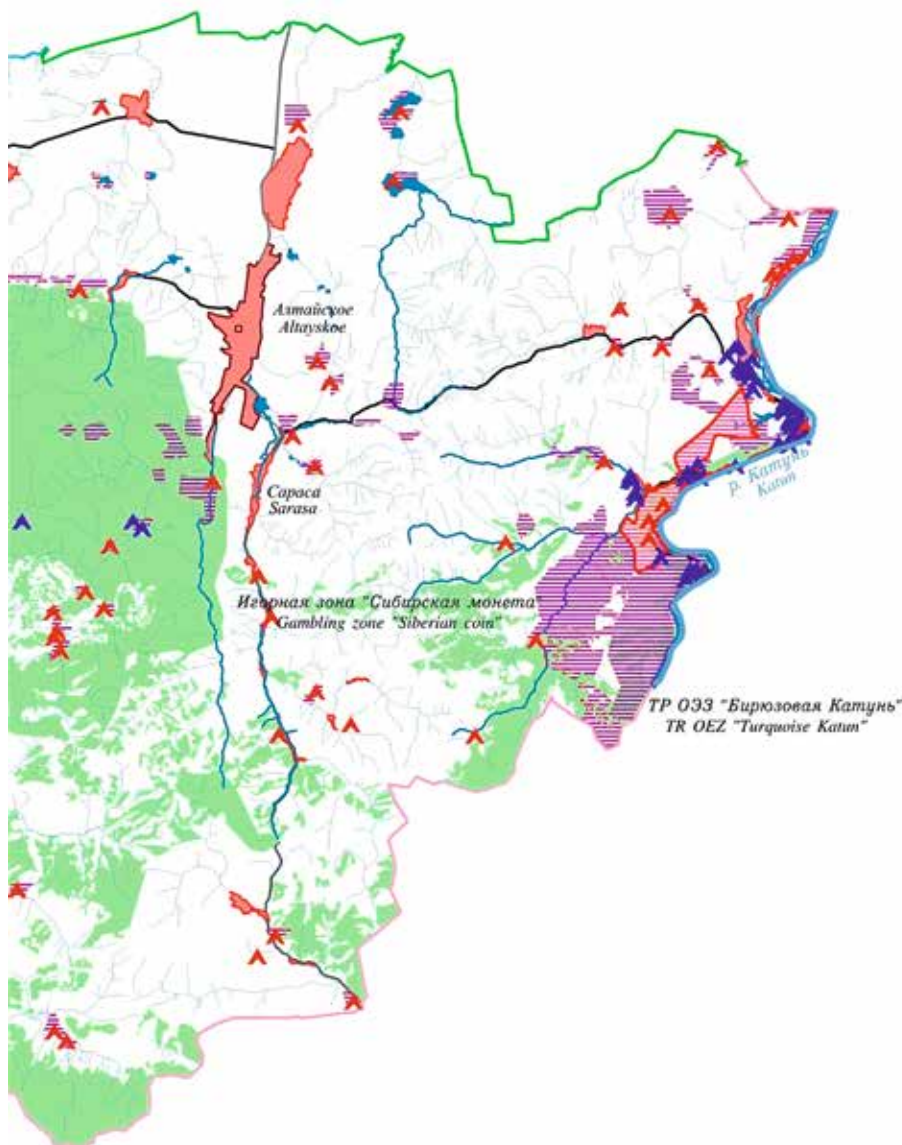
продовольствии населения (постоянного и приезжающего). В последние годы ведущей становится лечебно-рекреационная сфера.

В этой части края Постановлением Правительства РФ была организована свободная экономическая зона «Алтай» (с 1997 г.), особая экономическая зона ТРТ «Бирюзовая Катунь» (2008 г.), а в 2014 г. игорная зона «Сибирская монета». Новый туристско-рекреационный комплекс «Бирюзовая Катунь» стал одним из популярных объектов у туризма благодаря искусственному озеру и другим элементам инфраструктуры. Ежегодно его посещают около 350 тыс. туристов.

Развитие туризма привело к тому, что некоторые местные жители вместо традиционных форм хозяйства стремятся получать «легкие» деньги от туризма. Распространенным явлением стало строительство небольших домиков на своих участках с предложением услуг туристам. Однако ограниченный двумя-тремя месяцами туристский сезон приводит к завышению цен на услуги и разочарованию в туристском бизнесе. Период слабо-контролируемого туризма сохранялся до начала 2000-х годов [18], когда развитие туризма детально рассмотрено в Схемах территориального планирования (СТП) муниципальных районов, выполненных при участии авторов. Такая работа велась с 2008–2011 гг. Одним из первых проектов стала схема Алтайского района в 2008 г. Взаимосвязь и учет разно-ориентированных интересов землепользователей нами осуществлялся с одновременным проектированием особой экономической зоны «Бирюзовая Катунь» и игорной зоны «Сибирская монета» [19].

При выполнении СТП районного уровня, как показал наш опыт, возникает проблема увязки разно-ориентированных интересов землепользователей, в которых присутствует не только материальный, но и природоохранный, а также эстетический аспект. Для решения названной проблемы нами включается дополнительный, рекреационно-охранный, рекреационно-эстетический элемент СТП муниципального уровня [18].

Низкогорья района обеспечили достаточно комфортные условия для создания сети автодорог, ниток пешеходных, конных и велосипедных маршрутов;



**Рис. 2.** Фрагмент схемы размещения объектов туристской инфраструктуры Алтайского района (знаком «кемпинг» выделены небольшие участки земель, а горизонтальными линиями крупные участки для развития туризма) [19]

**Fig. 2.** Fragment of the layout of the tourist infrastructure objects of the Altai region (with the "camping" sign, small plots of land are allocated, and with horizontal lines, large lots for the development of tourism) [19]

рельеф местности – естественные условия для организации горнолыжных трасс. В настоящее время возможности Алтайского района в приеме туристов далеко не исчерпаны, о чем свидетельствует множество реализующихся и планируемых проектов в сфере туризма. На представленной схеме (рис. 2) отражены наши проектные предложения по туристско-рекреационной сфере Алтайского района. В том числе, для реализации этих проектов в Алтайском районе строятся автодороги, мосты, линия газопровода, дополнительная ЛЭП, системы водоснабжения, канализации др. Все это сопровождалось ростом количества прибывающих туристов (рис. 3)

#### Особенности выделения туристских кластеров в Северном Алтае

В настоящее время основной формой организации

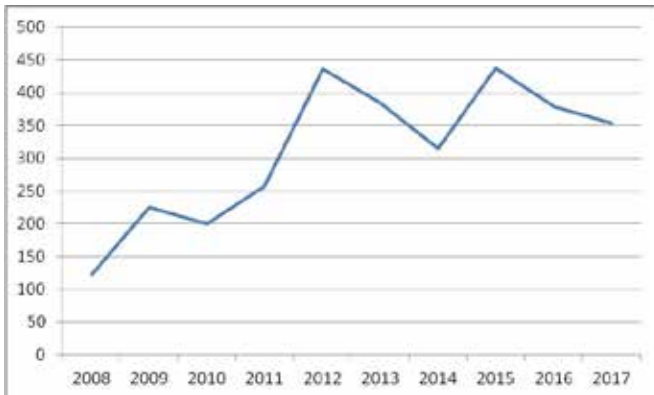


Рис. 3. Количество туристов, посетивших особую экономическую зону ТРТ «Бирюзовая Катунь» 2008–2017 гг.

Fig. 3. The number of tourists who visited the special economic zone TRT "Turquoise Katun" 2008–2017

развития туризма в регионах России является кластер. На федеральном и региональном уровне создаются и реализуются программы и проекты, направленные на их развитие. В Федеральной целевой программе «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011–2018 годы)» определены проекты основных туристских кластеров. На исследуемой территории проектами с федеральным финансированием инфраструктуры являются «Бирюзовая Катунь» и «Белокуриха 2».

Кроме того, реализуется Государственная программа «Развитие туризма в Алтайском крае» на 2015–2020 годы. В ней определены территориальные туристские кластеры и перечень мероприятий по их развитию. Их перечень во многом совпадает с концентрацией туристских объектов в речных бассейнах рек (табл. 2).

Самыми дорогостоящими из представленных в таблице туристских кластеров являются: ОЭЗ ТРТ «Бирюзовая Катунь» (4,8 млрд руб.), туристско-рекреационный комплекс «Белокуриха» (4,8 млрд руб.), туристско-рекреационный кластер «Алтайское» (900 млн руб.). Туристские ресурсы способствуют развитию в кластерах следующих видов туризма: лечебно-оздоровительного, делового, культурно-познавательного, событийного, сельского [21].

Согласно орографической системе северного макросклона Алтая можно говорить о системе бассейновых туристских кластеров (рис. 4), каждый из которых имеет неповторимые особенности с наличием доминирующих объектов, которые при организации связующих маршрутов позволяют обеспечить в перспективе устойчивое развитие отрасли туризма, рекреации и лечения. К сожалению, разработанные в последние годы документы территориального планирования слабо используются в оперативной практике. Несомненна целесообразность их обновления и тщательная проработка с учетом быстро изменяющейся картины землепользования, появления новых особо охраняемых территорий, конъюнктуры внутреннего и международного рынка туристских услуг.

Интересный пример кластерного развития туризма можно наблюдать в долине реки Катунь. Здесь наблюдается наибольшая для Алтая концентрация туристско-рекреационных предприятий и специализированной инфраструктуры. Проведенный нами анализ позволяет говорить о предпосылках формирования туристского кластера межрегионального типа, который расположен на территории двух ад-

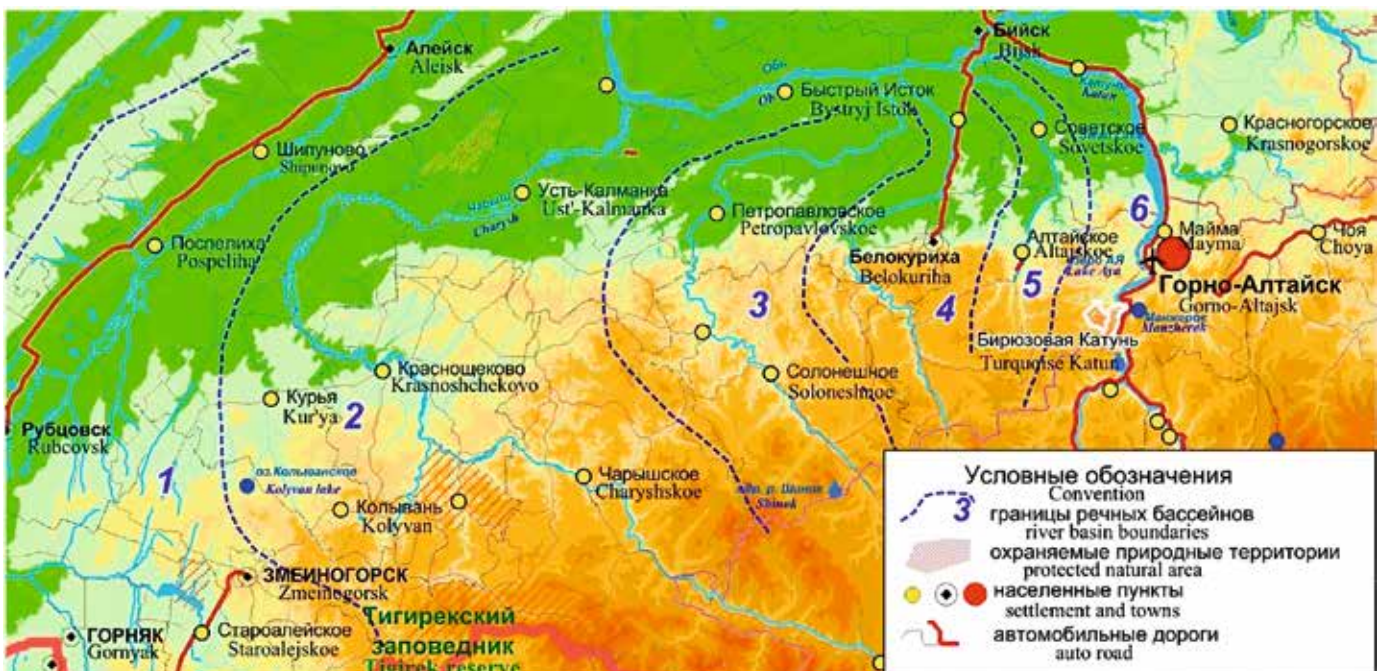


Рис. 4. Границы речных бассейнов в горно-предгорной части Алтайского края: Реки 1 – Алей, 2 – Чарыш, 3 – Ануь; 4 – Песчаная; 5 – Каменка; 6 – Катунь

Fig. 4. Borders of basins in the mountain-foothill part of the Altai Territory: rivers – Alei, 2 – Charysh, 3 – Anuy; 4 – Sandy; 5 – Kamenka; 6 – Katun

Речные бассейны – туристские кластеры северного Алтая  
*River basins – tourist clusters of northern Altai*

Бассейн реки, туристский кластер <i>River Basin, Tourist Cluster</i>	Природные объекты <i>Natural objects</i>	Социально-экономические объекты <i>Socio-economic objects</i>	Историко-культурные объекты <i>Historical and cultural objects</i>	Виды туризма (в порядке значимости) <i>Types of tourism, (in order of importance)</i>
Р. Алей, «Горная Кольвань»  <i>R. Alei, "Mountain Kolyvan"</i>	Тигирекский заповедник, месторождения руд, степные и таежные ландшафты <i>Tigirek reserve, ore deposits, steppe and taiga landscapes</i>	Змеиногорск, паломнические объекты, сыроделие, агроусадьбы, Гилевское вдх. <i>Zmeinogorsk, pilgrimage sites, cheese-making, farmsteads, reservoir Gilevskoe</i>	Большое кол-во курганов времен Великого шелкового пути, старинные горные выработки <i>A large number of mounds since the Great Silk Road, ancient mining</i>	Культурно и природно-познавательный оздоровительный <i>Cultural and natural-informative, wellness</i>
Р. Чарыш, «Чарышский»  <i>R. Charysh, "Charyshsky"</i>	Реки Чарыш, Коргон, Кумир; озера Кольванское, Белое; многочисленные пещеры, водопады, геологические объекты <i>The rivers Charysh, Korgon, Idol; Lakes Kolyvan, White; numerous caves, waterfalls, geological objects</i>	Кольвань, Кольванский камнерезный завод, мараловодство, пасеки, сыраделие, коневодство, агроусадьбы <i>Kolyvan, Kolyvan stone-cutting factory, Deer breeding, apiaries, cheese making, horse breeding, farmsteads</i>	«Царский курган», археологические объекты, старинные рудники, казачьи поселения <i>"Tsarsky Kurgan", archaeological sites, Ancient mines, Cossack settlements</i>	Природно-познавательный, этнографический, спортивный, археологический <i>Natural-informative, sports, ethnographic</i>
Р. Ануй, «Солонешенский»  <i>R. Anuy, "Soloneshensky"</i>	Денисова и другие пещеры, гора Будачиха, каскад водопадов на реке Шинок, кедровые леса <i>Denisova and other caves, Mount Butachikha, a cascade of waterfalls on the Shinok River; cedar forests</i>	Мараловодство, агроусадьбы, пасеки <i>Deer farming, farmsteads, apiaries</i>	Стоянка «человека алтайского», Денисова пещера, места отработки россыпного золота, музей строительства <i>The parking lot of the "Altai man" Denisov cave, placer gold mining sites, the Old Believer Museum</i>	Природно-познавательный, этнографический, археологический <i>Cognitive, ethnographic, archaeological</i>
Р.Песчаная, «Большая Белокуриха»  <i>Peschanaya river, "Big Belokurikha"</i>	Урочище Щёки, каньон реки Песчаная, скалы останцы, гора Плешивая, таежные черневые леса, древняя фауна, радоносодержащие минеральные воды <i>Shcheki tract, canyon of the Peschanaya river; outlier rocks, Pleshivaya mountain, taiga black forests, ancient fauna, radon-containing mineral waters</i>	Курорт Белокуриха, горнолыжные комплексы, событийный центр «Сибирское подворье», Мараловодство, Кюганский сырзавод, агроусадьбы, сувениры <i>Belokurikha resort, ski resorts, event center "Siberian Compound", deer breeding, Kuyagan cheese factory, farmsteads, souvenirs</i>	Музей им.С.И.Гуляева, остатки Белокурихинского вольфрамового рудника <i>Museum named after S.I. Gulyaev, the remains of the Belokurikhinsky tungsten mine</i>	Лечебно-оздоровительный, познавательный, спортивный, горнолыжный <i>Therapeutic, educational, sports, ski</i>
р. Каменка, «Алтайское» <i>R. Kamenka, "Altaiskoe"</i>	Месторождения минералов, древняя фауна <i>Mineral deposits, ancient fauna</i>	Мараловодство, агроусадьбы, садоводство, пасеки, пруды <i>Deer farming, farmsteads, apiaries, gardening, ponds</i>	Места рудников, старинные села <i>Places of mines, ancient villages</i>	Оздоровительный, познавательный <i>Wellness, informative</i>
р. Катунь (левобережье), «Бирюзовая Катунь», «озеро Ая» <i>Katun river (left bank), "Turquoise Katun", "Lake Aya"</i>	Тавдинские пещеры, озеро Ая, гора Бабырган, природный парк, река Катунь <i>Tavdinsky caves, Aya lake, Babyrgran mountain, nature park, Katun river</i>	Особая экономическая зона, игорная зона, мараловодство, горнолыжные комплексы, агроусадьбы <i>Special economic zone, gambling zone, deer breeding, ski resorts, farmsteads</i>	Археологический парк «Перекресток миров» <i>Archaeological Park "Crossroads of Worlds"</i>	Оздоровительный, познавательный, спортивный <i>Wellness informative, sports</i>



министративных субъектов РФ: Алтайского края и Республики Алтай. Территория расположена в низкогорной зоне Алтая и имеет активно-оздоровительную туристскую специализацию. В пределах этой территории есть предпосылки к образованию более мелких, локальных кластеров: «Озеро Ая», «Горно-Алтайск, ТРК «Озеро Манжерок», ТР ОЭЗ «Бирюзовая Катунь», игорная зона «Сибирская монета», «Чемал» и др. [21].

Расположенная в низкогорьях северной части Алтая данная территория отличается удобным транспортно-географическим положением и хорошо доступна для большинства потребителей туристских услуг Сибири. Для нее характерны все признаки активно формирующегося кластера: высокая концентрация туристско-рекреационных предприятий, сформировавшийся образ, географическая близость компаний, формирование крупных лидеров, цепочки добавленной стоимости, сходный характер ресурсов и особенностей их освоения и др.

Река Катунь в нижнем течении на значительном протяжении является границей между Алтайским краем и Республикой Алтай. Попытки сформировать два туристских кластера («Бирюзовая Катунь и «Алтайская Долина») на разных берегах реки в настоящее время оказались примером неэффективного инвестирования государственных средств, недостаточной проработки планово-проектных мероприятий.

Анализ современного состояния развития туризма в районе «Нижней Катунь» позволил выявить следующие особенности, влияющие на формирование здесь единого кластера:

- высокая концентрация средств размещения туристов по обоим берегам реки Катунь;
- природное и культурно-историческое единство территории, сходство свойств, обусловленное ее геоморфологией и гидрологией;
- оказание сходных услуг туристскими предприятиями;
- сформировавшийся образ отдыха (самой распространенной моделью является размещение на турбазе, расположенной вблизи Катунь, позволяющей сочетать пассивный отдых с несложными пешими прогулками в горы, короткими сплавами по реке, вечерней развлекательной программой и др.);
- преобладание автомобильного транспорта (в большей мере по Чуйскому тракту), часто предприятия кооперируются для того, чтобы организовать трансфер на ряд туркомплексов; сформировавшиеся цены на различные виды перевозок;
- распространенный тип предприятий питания – кафе (число которых ежегодно увеличивается), встречаются блюда национальной кухни, есть возможность приобретения продуктов у местных жителей;
- разработан традиционный набор экскурсионных

программ в большинстве туристских комплексов (озеро Ая, гора Чертов палец, Камышлинский водопад, сплав по реке от одного часа и более, Тавдинские пещеры, Чемальская ГЭС в сочетании с островом Патмос, посещение музея и др.), распространена кооперация при организации экскурсий;

- в рекламных изданиях турпредприятия, независимо от того, в каком из двух административных субъектов они располагаются, позиционируют себя относительно более известного места;
- туристы, размещаясь на туркомплексах одного из субъектов, используют инфраструктуру и дополнительные услуги другого (пункты проката лошадей, велосипедов, питание, сплавы, развлекательные заведения, в зимний период (горнолыжные комплексы);
- экологические вопросы обусловлены, прежде всего, охраной зоны Катунь;
- персонал, проживающий в одном административном субъекте, работает на туркомплексе другого;
- туроператоры, зарегистрированные в одном субъекте, продвигают на рынок в том числе и туркомплексы, находящиеся в другом;
- в этих условиях для преобладающей части туристов, несмотря на наличие административных границ, формируется единый образ района «нижней Катунь».

Туристские предприятия (туроператоры) в рыночных условиях руководствуются исключительно экономической эффективностью при освоении территории. Реконструкция дорог и строительство мостов здесь способствовали более динамичному развитию туризма. На сегодняшний день можно говорить о возможности формирования в районе Нижней Катунь межрегионального кластера.

Проведенный анализ туристской деятельности в бассейнах северного Алтая выявил отчетливо выраженную трансформацию хозяйства [22]. На местах некогда существовавших поселений появились разной величины и уровня комфорта турбазы, кемпинги, гостевые дома и пр. Мягкий климат для речных бассейнов северного Алтая и пейзажное разнообразие доставляют удовольствия отдыхающим и туристам всех возрастов в любое время года, будь то снежная зима или солнечное лето. Прекрасна здесь и осень со всевозможными золотисто-жёлтыми переливами сжатых полей, осиново-березовых перелесков, на фоне которых особенно зрима темная зелень хвойного леса на склонах гор. Многоцветье алтайских весен трудно передать словами, как и волшебство пробуждения жизни после зимнего покоя. Вместе с богатейшим культурно-историческим наследием эта территория позволяет обеспечить отдых самых взыскательных потребителей турпродукта, а лечение сделать многофункциональным и продуктивным.

Разнообразие климатических условий и калейдо-

скоп погод сочетаются с многоликостью рек и речушек, родничков и водопадов. К сожалению, с опустением горных селений, уходом хранителей традиционной культуры русского, в том числе старообрядческого населения, исчезает интереснейший пласт культурного ландшафта.

#### Выводы:

1. Отсутствие ясно выраженной политики в отношении горных территорий оказывает негативное влияние на устойчивое развитие территории. Продолжается процесс миграции населения с верхних уровней речных долин в предгорную полосу Алтая, где активно развивается туристская деятельность населения. Наблюдавшееся до 2000 г. увеличение численности населения предгорных городов Бийска, Рубцовска, Змеиногорска сменилось постепенной убылью и только на курорте Белокурихе она продолжает расти.

2. Сообразно структуре речной сети северного макросклона Алтая продолжается формирование бассейновых туристских кластеров, в каждом из которых имеется конкретная «изюминка», определяющая своеобразие каждого из них. Связующим звеном в общей тенденции развития бассейновых кластеров

должны служить хорошие дороги и протяженные брендовые маршруты.

3. Важным элементом работы по маркетингу территории представляется обоснование необходимости включения в список объектов культурного наследия ЮНЕСКО предприятий горнопромышленного производства XVIII – XIX вв., а также природный и археологический памятник «Денисова пещера». Это единственное место на Земле, где найдена особая ветвь человечества – «Человек Алтайский».

4. К недостаткам перспектив развития территории следует отнести удаленность от центров формирования туристских потоков, слабую инфраструктурную основу, невысокую степень сотрудничества предприятий в туристских кластерах. Это не позволяет большинству мелких предприятий быть конкурентоспособными и успешно развиваться на туристском рынке. Заметная роль в дальнейшем развитии территории принадлежит Русскому географическому обществу, в составе подразделений которого с сентября 2018 г. обозначен специальный центр Комиссии по развитию туризма РГО, тесно связанный с собственным курортом Белокуриха.

#### **КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / Conflict of interest:**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / *Authors declare no conflict of interest.*

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Горы мира. Глобальный приоритет / Под ред. Б. Месерли, Дж.Д. Айвз. Москва: Ноосфера, 1999. 453 с.
2. Баденков Ю.П. Жизнь в горах. Природное и культурное разнообразие – разнообразие моделей развития. М.: ГЕОС, 2017. 479 с.
3. Rio-Rama M. et al. Mountain tourism research. A review // *European Journal of Tourism Research*. 2019. Volume 22. Т. 22. С.130–150.
4. Dunets, A.N., Zhogova, I.G. Altai-Sayan Mountainous Region, Significant Changes of Tourism Industry // *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2018. 4 (28). Pp. 869–879.
5. Godde P., Price M., Zimmermann F. *Tourism and Development in Mountain Regions*. CABI Publishing, 2000. 320 p.
6. Porter M. *Competition*. Moscow. Williams, 2005. 608 p.
7. Novelli M., Schmitz B., Spencer T. Networks, clusters and innovation in tourism: A UK experience // *Tourism Management*. 2006. V. 27 (6). Pp. 1141–1152.
8. Nicic M., & Mitrovic N. (2019, June). The importance of cluster support projects in tourism for achieving competitive advantage // In *TISC-Tourism International Scientific Conference Vrnjacka Banja*. 2019. Vol. 4, No. 1. Pp. 758–774.
9. Афанасьев О.В. Туристические кластеры и дестинации: проблемы создания и продвижения // *Современные проблемы сервиса и туризма*. 2016. С. 5–6.
10. Кружалин В. И. Научные основы формирования туристско-рекреационных кластеров на принципах госу-

дарственно-частного партнерства // *Материалы международной конференции «Устойчивое развитие туризма: стратегические инициативы и партнерство»*, Улан-Удэ, 2009. С. 308–316.

11. Alexandrova A., Vladimirov Yu. Tourism clusters in Russia: What are their key features? The case of Vologda region // *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*. 2016. N3. Pp. 346–358.

12. Афанасьев О. Е. Типология туристских кластеров, включенных в ФЦП «Развитие въездного и внутреннего туризма в Российской Федерации» // *Современные проблемы сервиса и туризма*. 2016. Том 10, N 1. Pp. 37–42.

13. Шевелева Д.С., Пискун А.В. Развитие туристско-рекреационного кластера: единая туристическая зона в бассейне реки Амур / *Свободный порт Владивосток: проблемы применения российского законодательства*. Материалы III Международных Озёринских чтений–2016. Владивосток: Издательство Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, 2016. С. 142–147.

14. Ревякин В.С. Поморов С.Б., Вдовин Н.Ф. и др. Белокурихинская лечебно-оздоровительная местность. Барнаул: Изд-во НИИ ГП, 1997. 154 с.

15. Исаев В.В., Дунец А.Н. Туризм как сфера зеленой экономики в населенных пунктах бывшей Бийской казачьей линии // *Материалы Международной конференции «Переход к зеленой экономике и устойчивому развитию в Алтайском крае: перспективы, механизмы, ключевые на-*

правления». Барнаул, 22-24 октября, 2015. Барнаул, 2015. С. 85–90.

16. Баденков Ю.П., Дунец А.Н., Мудуев Ш.С., Мухабатов Х.М. Модернизация и развитие горных районов: советский и российский опыт // Устойчивое развитие горных территорий. 2016. Т. 8. № 4. С. 323–337.

17. Праздникова Н.Н., Прудникова Н.Г., Стрижева О.С. Анализ развития сферы туризма в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 9 (155). С. 53–59.

18. Дунец А.Н., Ревякин В.С. Туризм в схемах территориального планирования (на примере Алтае-Саянской горной страны) // Известия Иркутского государственного университета. Серия наук о Земле. 2008. Том 1, №1. С. 84–97.

19. Схема территориального планирования Алтайского района: пояснительная записка (материалы по обоснова-

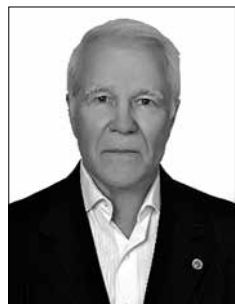
нию проектных решений). Барнаул: АлтайНИИГипрозем, 2008. 250 с.

20. Дунец А.Н. Возможности пространственного развития лечебно-оздоровительного туризма в Большой Белокурихе // Современные тенденции пространственного развития и приоритеты общественной географии. 2018. Т.2, С. 134–141.

21. Краснаярова Б. А. Кластерная идеология и пути ее реализации в аграрно-рекреационном развитии Алтайского края // Экономика. Сервис. Туризм. Культура. Барнаул: Изд-во Алтайского государственного технического университета, 2009. С.101–104.

22. Козырева Ю.В. Трансформация природной среды горного бассейна (на примере реки Песчаной) // Устойчивое развитие горных территорий. 2012. Т.4, № 1-2 (11-12). С. 44–50.

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / Information about authors:**



**РЕВЯКИН Виктор Семенович** – профессор кафедры менеджмента, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова.

656038, Барнаул, Россия  
Тел.: 8 (905)989-69-07.  
e-mail: rvs.36@mail.ru

*Victor S. REVYAKIN – Professor, Department of Management, Altai State Technical University named after I.I. Polzunov.*

656038, Barnaul, Russia  
Ph.: 8 (905) 989-69-07.  
e-mail: rvs.36@mail.ru



**ДУНЕЦ Александр Николаевич** – декан географического факультета.

Алтайский государственный университет.  
656049, Барнаул, Россия.  
Тел.: 8(913)213-20-65  
e-mail: dunets@mail.ru

*Alexander N. DUNETS – Dean of the Faculty of Geography. Altai State University.*

656049, Barnaul, Russia.  
Ph.: 8 (913) 213-20-65  
e-mail: dunets@mail.ru



**КОЗЫРЕВА Юлия Вячеславовна** – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и географических информационных систем.

Алтайский государственный университет.  
656049, г. Барнаул, Россия.  
Тел.: 8(909)503-66-19.  
e-mail: panzerina@mail.ru

*Julia V. KOZYREVA – candidate of geographical sciences, associate professor of the Department of Physical Geography and Geographical Information Systems.*

Altai State University.  
656049, Barnaul, Russia.  
Ph.: 8 (909) 503-66-19.  
e-mail: panzerina@mail.ru

## BASSIN TOURIST CLUSTERS OF THE ALTAYA OUTSKIRTS

<sup>1</sup>V.S. Revyakin,<sup>2</sup>A.N. Dunets,<sup>2</sup>Yu.V. Kozyreva \*<sup>1</sup> Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 656038, Barnaul, Russia, rvs.36@mail.ru<sup>2</sup> Altai State University, 656049, Barnaul, Russia, dunets@mail.ru, panzerina@mail.ru

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-284-294

Due to growth of interest in tourism, in recent years in the Altay territory several zones of the increased concentration of tourist objects are formed caused by river basins and orographical barriers. The territorial tourist and recreational cluster – group of geographically adjoining interacting companies, public organizations and the related state bodies forming and serving tourist streams and territories using recreational potential. Feature of emergence of such cluster is need of creation of technological communications between the enterprises and sectors of economy participating both in production, and in realization of tourist's products. According to the orogidrografichesky system of a northern macroslope of the Altai highland it is possible to speak about the system of basin tourist clusters. Each of them has unique features with existence of the dominating objects which at the organization of binding routes allow to provide in the long term sustainable development of branch of tourism, a recreation and treatment. The documents of territorial planning developed in recent years poorly are used in expeditious practice. The expediency of their updating and careful study taking into account quickly changing picture of land use, emergence of the new especially protected territories, environments of the domestic and international market of tourist services is undoubted.

**Keywords:** mountains, Altai region, river basin, tourist cluster.

#### References

1. The mountains of the world. Global Priority. Editors B. Messerli, J. D. Ayvz. Moscow, *Noosphera*, 1999, 453 p.
2. Badenkov Yu.P. Life in the mountains. Natural and cultural diversity - a variety of patterns of development. Moscow, *GEOS*, 2017, 479 p.
3. Rio-Rama M. et al. Mountain tourism research. A review. *European Journal of Tourism Research*, 2019, vol. 22, pp. 130–150.
4. Dunets A.N., Zhogova I.G. Altai-Sayan Mountainous Region, Significant Changes of Tourism Industry. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 2018, 4 (28), pp. 869–879.
5. Godde P., Price M., Zimmermann F. Tourism and Development in Mountain Regions. *CABI Publishing*, 2000, 320 p.
6. Porter M. Competition. Moscow. Williams, 2005, 608 p.
7. Novelli M., Schmitz B., Spencer T. Networks, clusters and innovation in tourism: A UK experience. *Tourism Management*, 2006, v. 27 (6), pp. 1141–1152.
8. Nacic M., & Mitrovic N. (2019, June). The importance of cluster support projects in tourism for achieving competitive advantage. In *TISC-Tourism International Scientific Conference Vrnjacka Banja, 2019*, vol. 4, No. 1, pp. 758–774.
9. Afanasyev O.V. Tourist clusters and destinations: problems of creation and promotion. *Modern problems of service and tourism*, 2016, pp. 5–6.
10. Kruzhalin V. I. Scientific bases for the formation of tourism and recreation clusters on the principles of public-private partnership. *Proceedings of the International Conference*

"Sustainable development of tourism: strategic initiatives and partnership", Ulan-Ude, 2009, pp. 308–316.

11. Alexandrova A., Vladimirov Y. Tourism clusters in Russia: What are their key features? The case of the Vologda region. *World-wide Hospitality and Tourism Themes*, 2016, no3, pp. 346–358.

12. Afanasyev O. E. Typology of tourist clusters included in the Federal Target Program "Development of inbound and domestic tourism in the Russian Federation". *Modern problems of service and tourism*, 2016, vol. 10, no 1, pp. 37–42.

13. Sheveleva D.S., Piskun A.V. Development of a tourist-recreational cluster: a single tourist zone in the Amur River basin. *Free Port of Vladivostok: problems of applying Russian legislation. Materials of the III International Ozerin Readings. 2016. Publisher Vladivostok State University of Economics and Service*, 2016, pp. 142–147.

14. Revyakin V.S. Pomorov S.B., Vdovin N.F. and others. Belokurikha therapeutic area. Barnaul, Publishing House of the Research Institute of State Enterprise, 1997, 154 p.

15. Isaev V.V., Dunets A.N. Tourism as a Green Economy Sphere in the Settlements of the Former Biysk Cossack Line. *Proceedings of the International Conference "Transition to a Green Economy and Sustainable Development in the Altai Territory: Perspectives, Mechanisms, Key Directions"*, Barnaul, October 22–24, 2015, pp. 85–90.

16. Badenkov Y.P., Dunets A.N., Muduev Sh.S., Muhabbatov Kh.M. Modernization and development of mountain areas: the Soviet and Russian experience. *Sustainable development of mountain territories*, 2016, vol. 8, no. 4, pp. 323–337.

17. Prazdnikova N.N., Prudnikova N.G., Strizheva OS Analysis of the development of tourism in the Altai Territory. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2017, no 9 (155), pp. 53–59.

18. Dunets A.N., Revyakin V.S. Tourism in territorial planning schemes (on the example of the Altai-Sayan mountainous country). *News of the Irkutsk State University. Earth Science Series*, 2008, vol. 1, no. 1, pp. 84–97.

19. Scheme of territorial planning of the Altai region: an explanatory note (materials on the justification of design decisions). Barnaul, *AltaiNIIGiprozem*, 2008, 250 p.

20. Dunets A.N. Opportunities for the spatial development of health tourism in Bolshaya Belokurikha. *Modern trends in spatial development and priorities of social geography*, Barnaul, Publishing House of the ASU, 2018, v.2, pp. 134–141.

21. Krasnoyarova B. A. Cluster ideology and the ways of its realization in the agrarian and recreational development of the Altai Territory. *Economy. Service. Tourism. Culture – Barnaul, Publishing house AltGTU*, 2009, pp. 101–104.

22. Kozyreva Y.V. Transformation of the natural environment of the mountain basin (on the example of the Peschanaya River). *Sustainable development of mountain territories*, 2012, N 1-2 (11-12), pp. 44–50.

Article received 10.12.2018.

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СНЕЖНО-ЛЕДОВЫЕ РЕСУРСЫ И ГИДРОЛОГИЮ РЕК ГОРНОГО ПАМИРА

<sup>1</sup>Норматов П.И.\*,  
<sup>2</sup>Армстронг Р.,  
<sup>3</sup>Норматов И.Ш.

## Введение

Современный этап развития человечества протекает в условиях постоянных вызовов, обусловленных глобальными факторами изменения климата, что вносит существенные изменения в функционирование компонентов экосистемы. В связи с этим все усилия человеческой мысли направлены на разработку механизмов по ослаблению негативных воздействий и последствий изменения климата, а также адаптации всей сферы деятельности к его катаклизмам.

Горная экосистема является более уязвимой и проявляющей особую чувствительность к изменениям климата среди всех компонентов экосистемы. Современная тенденция развития природных явлений (потепление климата, чрезвычайные природные ситуации и др.) вызывает особую обеспокоенность у горных стран, стимулирует принятие кардинальных мер по ослаблению влияния изменения климата. К примеру, постановлением Правительства Республики Таджикистан от 03 мая 2010 г. № 209 утверждена Государственная программа изучения и сохранения ледников Республики Таджикистан на 2010–2030 годы для постоянного мониторинга и изучения ледников Таджикистана. Необходимость такой программы обосновывается тем, что несмотря на небольшую площадь территории (чуть более 10% общей площади Центральной Азии) Таджикистан обладает площадью оледенения более 11000 км<sup>2</sup>, занимаемой более 14 тыс. ледниками, что формирует более 65 % водных ресурсов региона. На Памире находится главная зона оледенения республики с общей площадью 8500 км<sup>2</sup>.

Свидетельством интенсивного сокращения горных оледенений на полушариях земли могут быть результаты многочисленных исследований [1]. Как было исследовано ранее, «особую восприимчивость к потеплению климата проявляют географические районы, в водном цикле которых доминирует ледниковое и снежное питание» [2]. Результатом изменчивости стока рек является изменение площадей сезонных снегов и оледенений, что обеспечивает населению, проживающему ниже по течению, доступность воды. Вклад талой воды в ежегодный сток по сравнению с дождем является преобладающим в бассейнах с развитой площадью оледенения [3]. Стоит также отметить, что «в зависимости от степени охвата ледников и межгодового распределения осадков ледники могут усиливать или балансировать летний сток» [4], а «снежные и ледниковые воды являются источником водообеспечения одной шестой части населения земли» [5].

Предметом глубоких исследований в настоящее время является мониторинг состояния ледников и снежных покровов и их вклад в образование речных стоков [6–8]. Одной из актуальных проблем региона является существенное влияние изменения климата на горную речную гидрологию в сочетании со структурными превращениями почвенного покрова, ростом численности

УДК: 556.124: 556.512  
 DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-295-304

*Настоящая работа представляет результаты анализа современного состояния снежно-ледовых ресурсов и гидрологии рек горного Памира в условиях изменения климата наряду с рассмотрением данных явлений в экосистеме других горных стран. Обнаружено изменение гидрографа горных рек и смещение их половодья в ранние месяцы года, а также выявлено, что характер орографии местности является преобладающим фактором в формировании осадков и снежного покрова.*

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

*Памир, потепление климата, снежный покров, атмосферные осадки, орография, климатические зоны, гидрограф, расход воды.*

Статья поступила 07.04.2019.

<sup>1</sup>Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан, Душанбе, Таджикистан, noqparviz89@gmail.com

<sup>2</sup>Университет Колорадо в Боулдере, Боулдер, США, rlx@nsidc.org

<sup>3</sup>Таджикский национальный университет, Душанбе, Таджикистан, inomnor@mail.ru

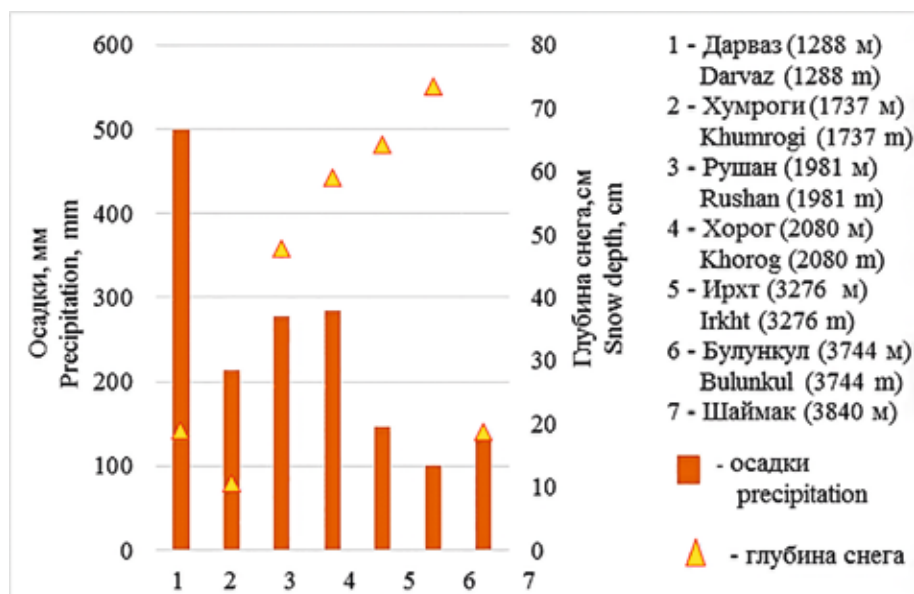


Рис. 1. Глубина снежного покрова и осадков в зависимости от высоты местности [17]

Fig. 1. The depth of snow cover and precipitation depending on the terrain height [17]

населения. Согласно данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, 2007 г.) средняя температура Центральной Азии, для которой характерны небольшие осадки при высоких значениях испарения, к концу 21 века возрастет на 3,7° С.

За период 1955–2000 гг. наблюдалось существенное уменьшение водоемкости ледников (около 25%) региона и ныне данный показатель продолжает уменьшаться с нарастающей скоростью. Ожидается сокращение площади оледенения на 20% и уменьшение запасов льда на 25% к 2025 г. и исчезновение многочисленных мелких ледников. Это в свою очередь существенно сократит поверхностный сток рек. Так, к шестидесятым годам 21 века объем воды реки Амударья может сократиться до 15%, а реки Сырдарья – до 10%.

Ледник Федченко на Памире на протяжении ста последних лет отступил на 1–1,5 км, сокращая свою площадь на более 10 км<sup>2</sup>, потеряв при этом около 2 км<sup>3</sup> льда. Ныне продолжается отступление ледника со скоростью 15–20 м в год. В бассейне реки Обихингоу (приток реки Вахш) наиболее интенсивно деградирует ледник Гармо. Как показывают результаты исследований, «сокращение длины и площади ледника Гармо за более чем 40 лет (1940–1985 гг.) достигло около 3 км и более 3 км<sup>2</sup> соответственно, и ныне отступает со скоростью около 9 м в год, а его поверхность оседает на 4 м в год» [9].

По мере повышения глобальной температуры прогнозируется значительное изменение мировых снежных ресурсов [10; 11]. Серьезные последствия для функционирования экосистем, использования человеком снежных ресурсов и самого климата могут нанести «долгосрочные изменения глубины и протя-

женности снежного покрова, его водного эквивалента в глобальном, региональном и местном масштабе через механизмы обратной связи, такие как альбедо снега» [12]. Мониторинг площадей снежного покрова, проводимый в течение нескольких десятилетий [13; 14], демонстрирует их сокращение в глобальном масштабе в течение последних 30 лет [15].

Различные черты орографии, небесные вершины, достигающие более 7500 м, горы Памира оказывают совокупное влияние на формирование природных комплексов, а контрасты высот приводят к качественным сменам природных комплексов на определенных реперных уровнях.

На этом базируется ландшафтная определенность вертикально-поясных границ и региональных рубежей. Достаточно указать, что значительная часть поступающей на Памир западной и южной атмосферной влаги перехватывается хребтами Кохи-Лал и Гиндукуш [16].

#### Климатические зоны горного Памира

Памир считается областью, где зона с влажными, холодными средиземноморскими осадками меняется на сухую центральноазиатскую.

Из четырех климатических зон горного Таджикистана, для Горно-Бадахшанского Автономного Округа (ГБАО), охватывающего почти весь горный Памир, характерны условия трех климатических зон: теплая континентальная (средиземноморская континентальная); холодная полуаридная и сухая холодная.

Памир играет климатообразующую роль, об этом свидетельствует существование трех географических территорий с совершенно разными климатическими условиями на ГБАО.

Климатообразующая роль Памира, а также существенные различия его климатических зон на примере формирования снежного покрова и атмосферных осадков на верховьях Трансграничной реки Пяндж Центральной Азии представлены в [17]. Обнаружено, что формирование снежного покрова и пространственное распределение атмосферных осадков в горном Памире в основном определяется орографией местности. В разных климатических зонах Памира происходит смещение периодов образования максимальных значений высот снежного покрова, обусловленное влиянием горной орографии на продвижение воздушных масс.

Значения высоты снежного покрова на метеорологических станциях, расположенных на различных

высотах представлены на рис.1. Видно, между высотой формируемого снежного покрова и высотой расположения местности не наблюдается определенная закономерность.

Например, метеорологическая станция Шаймак, расположенная на высоте более 3800 м н.у.м, по значениям атмосферных осадков незначительно отличается от соответствующих его значений на метеорологической станции Ирхт на высоте 3276 м н.у.м.

Для метеорологической станции Рушан, расположенной на высоте 1981 м.н.у.м., процентное соотношение снежного покрова к атмосферным осадкам составляет около 27%, для Шаймак – 20%, а для Хумроги – не более 5%.

Среднегодовое увеличение температуры наблюдается с более ощутимой скоростью на более умеренных высотах (Дарваз), чем на верховьях, и в большинстве случаев атмосферные осадки выпадают в жидкой фазе, а формирующийся слой снежного покрова при благоприятных температурных условиях характеризуется коротким временем существования.

Вертикальный градиент атмосферных осадков на границе Южной и Центральных зон Памира составляет около 40 мм на каждые 100 м высоты, что свидетельствует о более влажных предгорьях и существовании широких котловин, имеющих открытый выход на запад, навстречу влажным воздушным потокам. По мере продвижения воздушного течения в глубь горной области и переваливания через хребты, влажный воздух конвертирует влагу и становится сухим [17].

На Восточном Памире Среднегодовое количество атмосферных осадков незначительное и варьируется в пределах 40–140 мм со средним многолетним значением около 76 мм [18]. На Западном Памире, характеризуемом высокими горными хребтами (5000–6000 м н.у.м.), происходит «разгрузка» влажного воздуха с выпадением обильных осадков, и воздух, переваливший через хребты Западного Памира, становится сухим [19].

Образование максимальных значений снежного покрова на восточных метеорологических станциях Булункул и Шаймак бассейна реки Пяндж соответствует значениям марта (рис. 2).

Проникновение воздушных масс со стороны Ирана и Афганистана способствует образованию достаточной высоты снежного покрова на метеостанции Ишкашим в декабре [4].

Используя данные климатических моделей, авто-

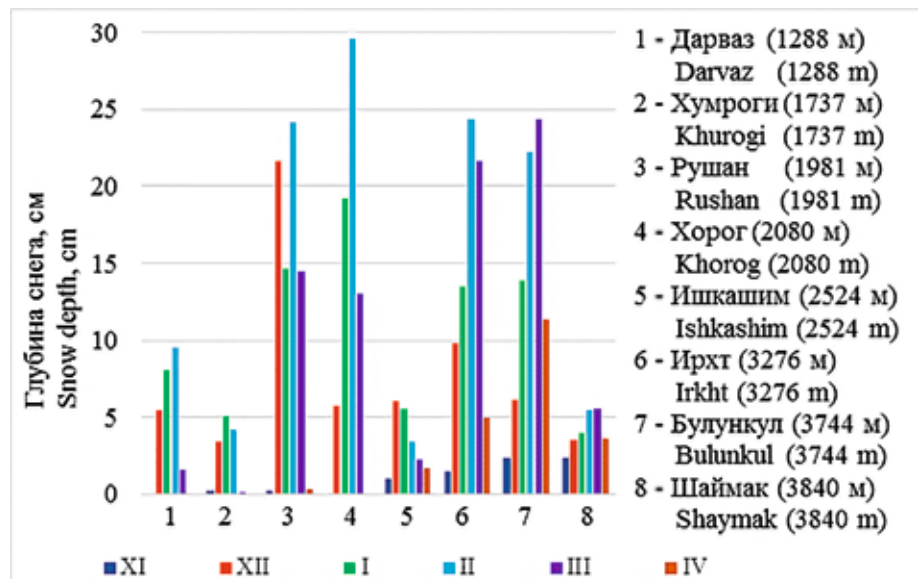


Рис. 2. Многолетние среднеемесячные значения глубины снежного покрова на метеостанциях бассейна реки Пяндж [17]

Fig. 2. Long-term average monthly values of snow depth at the meteorological stations of the Pyanj river basin [17]

ры [20; 21] связывают увеличение стока весной с более ранним началом таяния снегов. На гидрологический режим более крупных водосборных бассейнов, расположенных ниже по течению, может также оказывать соответствующее воздействие ледниковая талая вода. Было показано [22; 23], что для водосборов размером  $10^5$  км<sup>2</sup> и ледникового покрова более 1% в августе вклад ледников в сток может достигать 25%.

В бассейнах Амударьи и Сырдарьи вклад талой воды в среднегодовой сток этих рек составляет 69 и 79 % соответственно, а доля сезонного снеготаяния намного превышает долю ледникового питания [19]. За период 1961–1990 гг. по 2001–2010 гг. общие значения талых вод в бассейнах Амударьи и Сырдарьи снизились на 6–25%, а вклад талых вод в годовой сток уменьшился на 5% в бассейне Амударьи и на 20% в бассейне Сырдарьи [19].

Показано [24; 25], что дальнейшее сокращение ледников и сезонного снежного покрова в результате изменения климата будет влиять на сезонность речного стока в бассейнах Амударьи и Сырдарьи. Климатологические наборы данных также недостаточно точны, особенно для осадков, поскольку они в лучшем случае отражают эффекты орографии и дождевой картины, но не подходят для воспроизведения эффектов ветровых и снежных лавин, которые играют важную роль в альпийских условиях в качестве факторов перемещения снега. Любая вогнутая форма мезорельефа в горах создает ловушку для преимущественного накопления снега во многих местах, достаточных для поддержания ледника. Перемещение снега в некоторых условиях может привести к значительно более высокой концентрации снега, до 300–400% по сравнению с тем, что можно ожидать от региональной нормы осадков [26; 27].

Широкий диапазон пространственной изменчивости годовых осадков (250–2500 мм) в верховьях Амударьи и Сырдарьи не позволяет произвести надежную оценку количества осадков, получаемых ледниками [24–35]. Более того, как отмечается в [36], пока нет прямого количественного измерения того, сколько ледниковой талой воды поступает в речную систему.

Исследованием ледников и ледниковых стоков в девяти суббассейнах левых притоков Ганга в Непале общей площадью оледенения 3644 км<sup>2</sup> было установлено, что ледники вносят 2–3% для всех рек, протекающей из Непала, т. е. всего 5.38 км<sup>3</sup>. Это указывает, что удельный ледниковый сток из этой области составляет около 1500 мм / год [37; 38]. Оценка ледниковых стоков в бассейнах Амударьи и Сырдарьи производилась в [39–41].

Демографическая проблема и тесно связанная с ним продовольственная безопасность является одной из актуальнейших проблем в Центральной Азии. Само собой разумеющийся факт, что нарастание вышперечисленных проблем способствует наращиванию площадей сельскохозяйственных земель, производства товаров путем максимального использования природных ресурсов и развития экономики. Это в свою очередь приводит к техногенной нагрузке на водные ресурсы. Согласно статистическим данным за 50 лет (1960–2010) население Центральной Азии выросло с 14 млн. человек до почти 49 млн. человек, а площадь орошаемых земель увеличилась с 4,5 до 7,9 млн. га.

За последние сорок лет удельная водообеспеченность в Центральной Азии снизилась с 8.4 тыс. м<sup>3</sup>/год·чел до 2.5 тыс. м<sup>3</sup>/год·чел и имеет тенденцию к дальнейшему снижению.

По прогнозу Научно-информационного центра Межгосударственной Координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК) дефицит воды в трех странах бассейна Амударьи к 40-м годам XXI века в среднем составит 8–11 км<sup>3</sup>. Уменьшение стока от изменения климата ожидается в 1,5–3 км<sup>3</sup>. Ежегодный прирост населения в 320 тыс. человек увеличит потребность в воде на 2,5 км<sup>3</sup>. Водозабор Афганистана достигнет 3 км<sup>3</sup>, что приведет к уменьшению стока ниже по течению. Рост экономики по прогнозным оценкам потребует 1,5 км<sup>3</sup>. Из-за таяния ледников водность трансграничных Амударьи и Сырдарьи к середине века снизится на 12–15%. За последние 35 лет водообеспеченность на душу населения в бассейне Аральского моря снизилась с 4500 м<sup>3</sup> в год до 2150 м<sup>3</sup>. Согласно проведенным расчетам, для развития агропромышленного комплекса во всех странах Центральной Азии по достижению продовольственной безопасности потребуется 150–155 км<sup>3</sup>.

Делая расчеты, эксперты исходят из того, что общая площадь орошаемых земель в пяти странах

Центральной Азии сохранится в 2030 году на уровне 2016 года – 7945 тыс. га. В 2016 году средний расход воды на 1 га составлял 11805 м<sup>3</sup> (в Кыргызстане – 6843 м<sup>3</sup>/га, в Туркменистане – 14864 м<sup>3</sup>/га) [42].

#### Гидрологические особенности притока горной реки Пяндж

Река Пяндж – левая составляющая Амударьи длиной 921 км, площадью бассейна 114 тыс. км<sup>2</sup> и средним расходом воды 1032 м<sup>3</sup>/с – образуется слиянием рек Памир и Вахандарья. Ее водные ресурсы составляют около 20% общих ресурсов региона, и основная зона ее формирования находится на Памире. Водные объекты бассейна реки Пяндж представляют ключевую роль для экономики стран Центральной Азии и Афганистана [17]. Вполне естественно, что формирование основных характеристик основного стока реки является результатом отпечатка параметров ее притоков с доисторическими метеорологическими условиями и состоянием источников их питания (лед, снег-лед, дождь и др.). Мониторинг гидрологических характеристик притоков реки и метеорологических условий их бассейнов и, таким образом, создание базы достоверных данных о метеорологических условиях речного бассейна, гидрологических параметрах являются залогом для реального планирования перспективы развития отраслей экономики.

Река Ванч является одной из притоков трансграничной реки Пяндж, которая образуется после слияния сравнительно равноценных рек Кашолях и Абдукагор [18]. В формировании метеорологических условий бассейна реки всецело доминируют воздушные массы Среднеземноморских и Каспийских циклонов. Реку Ванч можно считать представителем речных артерий, в образовании водного стока которых заметное место занимают подземные воды, продиктованные геологическим строением и распространением в бассейне водопроницаемых пород.

Измерения, проведенные в [43], показали, что годовой модуль стока в бассейне ледника Географического общества на верховье реки Ванч (площадь бассейна 206 км<sup>2</sup>, доля ледникового стока 62%) составляет 15–60 л/км<sup>2</sup>·с и в бассейне реки Абдукагор на верховье реки Ванч (площадь бассейна 329 км<sup>2</sup>, доля ледникового стока 42%) 28,4 л/км<sup>2</sup>·с.

Общая тенденция сокращения ледников Центральной Азии в прошлом столетии охватила также ледники бассейна реки Ванч. Обработка спутниковых изображений LANDSAT ETM+ и TERRA (ASTER) позволила авторам [44–48] установить, что площадь ледников бассейна реки Ванч за период 1961–2000 гг. сократилась на 23,4%, а по всему бассейну трансграничной реки Пяндж на 32,7%.

На рис. 3 представлено значение среднегодовых расходов воды реки Ванч по отношению к многолетнему значению периода 1940–2016 гг.

Как видно из рис. 3 рассматриваемый период ха-



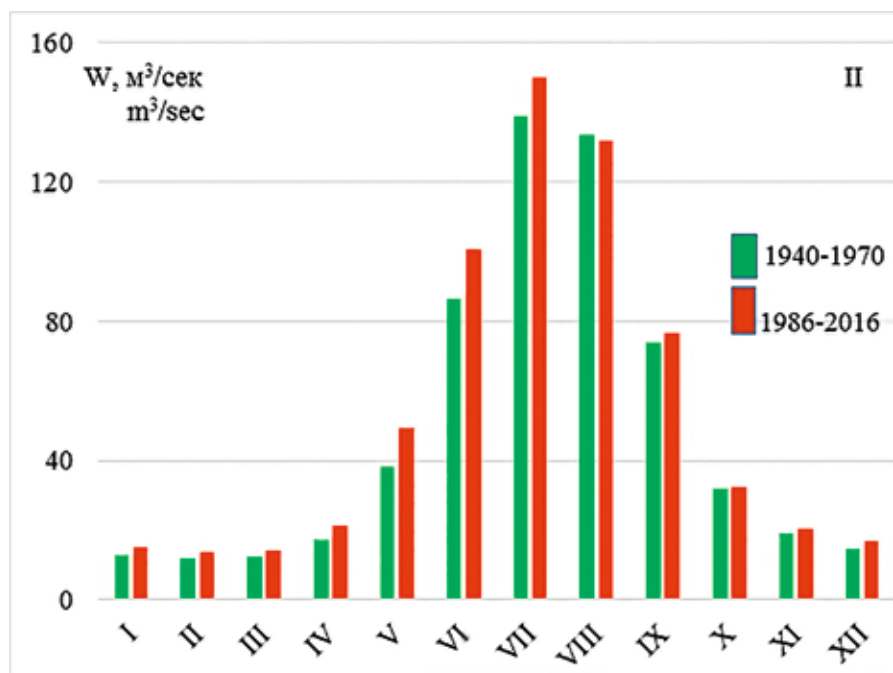
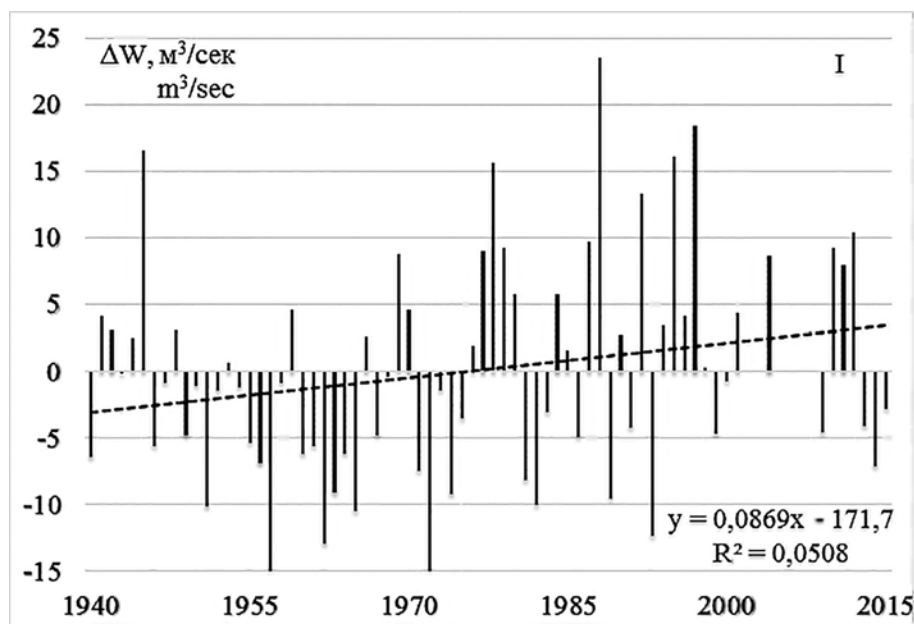


Рис. 3. Изменение расхода воды реки Ванч по отношению к многолетнему значению за период 1940–2016 гг. (I) и гидрограф реки Ванч за периоды 1940–2016 гг. (II) [40]

Fig. 3. The Vanch River water flow changes in relation to the long-term value for the period 1940–2016 (I) and the hydrograph of the Vanch River for periods 1940–2016 (II) [40]

рактируется возрастающим трендом объема стока реки. С целью установления влияния фактора потепления на гидрологический режим реки Ванч было проведено сравнение динамики изменения водного стока реки за периоды 1940–1970 и 1986–2016 гг.

Из рис. 3 (II), где приведен гидрограф реки в двух периодах (1940–1970, 1986–2016 гг.), видно, что среднемесячное значение водного стока реки Ванч периода 1986–2016 гг. превышает аналогичные значения периода 1940–1970 гг. Характер изменения водного стока реки в двух периодах указывает на влияние изменения климата на состоя-

ние ледово-снежных запасов бассейна на верховьях реки.

Если учитывать слабое изменение температуры ( $3 \cdot 10^{-3}$  °C/год) за рассматриваемый период и почти постоянное значение атмосферных осадков, тогда какие факторы способствуют положительному развитию тренда изменения стока реки.

Наблюдаемое явление можно объяснить в рамках предположения, согласно которому источник питания реки (ледник) в результате потепления подвержен деградации и представляет не плотную, а разрыхленную структуру. Для таких структур достаточно небольшое воздействие, чтобы осуществить агрегатное превращение. На основании полученных результатов можно утверждать, что ледниковое составляющее верховья реки Ванч подвержено существенному сокращению.

#### Заключение

Глубоким анализом опубликованных работ по проблемам влияния глобального изменения климата на снежно-ледовые ресурсы высокогорья продемонстрировано, что горная экосистема проявляет особую чувствительность к катаклизмам климата. Анализ состояния ледников и снежных покровов в горах ряда стран показал, что изменение климата вносит существенные коррективы в функционирование многих компонентов экосистемы и, в особенности, в сокращение площади оледенения и деградации ледников. Результаты исследо-

ваний влияния изменения климата на снежно-ледовые ресурсы горного Памира на примере верховья Трансграничной реки Пяндж показали существенное влияние орографии горной местности на осаждение атмосферных осадков и формирование снежного покрова. Отмечена неоднородность пространственного распределения атмосферных осадков и глубины снежного покрова на Памире в трех климатических зонах выше по течению реки Пяндж. Западная климатическая зона Памира характеризуется наиболее обильными осадками, чем Восточная зона. Предположено, что убывающая величина тренда атмосфер-

ных осадков обусловлена тем, что восточная часть подвержена притоку сухой массы. Масса воздуха Индийского Муссона разгружается при прохождении высоких горных хребтов, и только сухой остаток поступает в восточную часть верховья реки Пяндж.

Влияние изменения климата на водный сток проанализировано на примере водности реки Ванч – притока Пянджа. Сравнением значений объема воды реки Ванч в двух периодах (1940–1970 гг. и 1986–2016 гг.) обнаружено его увеличение за период 1986–2016 гг.

### **КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / Contribution:**

**Норматов П.И.** – собрал, анализировал и систематизировал научные работы по климатическим условиям горных стран, участвовал при обсуждении результатов, оформлял графический материал статьи и несет ответственность за плагиат; **Армстронг Р.** – выявил актуальность работы, поставил задачу, подготовил и представил анализ иностранных работ по климатологии горных стран, редактировал научную составляющую часть работы; **Норматов И.Ш.** – проанализировал данные, написал и редактировал рукопись.

**Normatov P.I.** – collected, analyzed and systematized scientific papers on the climatic conditions of mountainous countries, participated in the discussion of the results, designed the graphic material of the article and is responsible for plagiarism; **Armstrong R.** – identified the relevance of the work, set the task, prepared and presented an analysis of foreign works on the climatology of mountain countries, edited the scientific component of the work; **Normatov I. Sh.** – analyzed data, wrote and edited manuscript

### **КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / Conflict of interests:**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / *The authors declare no conflict of interests.*

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. IPCC, 2007. Climate change 2007: Synthesis Report. Eds: C.W. Team C.W., R.K. Pachauri R.K., A. Reisinger A. Geneva, Switzerland.
2. Adam J.C., Hamlet A.F., Lettenmaier D.P. Implications of global climate change for snowmelt hydrology in the twenty-first century // *Hydrological Processes*. 2009. Vol. 23. Pp. 962–972.
3. Jost G., Moore R. D., Menounos B., Wheate R. Quantifying the contribution of glacier runoff to streamflow in the upper Columbia River Basin, Canada // *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2012. Vol. 16. Pp. 849–860.
4. Dahlke H. E., Lyon S. W., Stedinger J. R., Rosqvist G., Jansson P. Contrasting trends in floods for two sub-arctic catchments in northern Sweden – does glacier presence matter // *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2012. Vol. 16. Pp. 2123–2141.
5. Hock R., Rees G., Williams M. W., Ramirez E. Preface: Contribution from glaciers and snow cover to runoff from mountains in different climates // *Hydrol. Process.* 2006. Vol.20. Pp. 2089–2090.
6. Farinotti D., Usselman S., Huss M., Bauder A., Funk F. Runoff evolution in the Swiss Alps: projections for selected highalpine catchments based on ENSEMBLES scenarios // *Hydrol. Process.* 2012. Vol. 26. Pp. 1909–1924.
7. Immerzeel W. W., Van Beck L. P. H., Konz M., Shrestha A. B., Bierkens M. F. P. Hydrological response to climate change in a glacierized catchment in the Himalayas // *Clim. Change.* 2012. Vol. 110. Pp. 721–736.
8. Schaner N., Voisin N., Nijssen B., Lettenmeier D. P. The contribution of glacier melt to streamflow // *Environ. Res. Lett.* 2012. Vol. 7. Pp. 1–8.
9. Государственная программа изучения и сохранения ледников Республики Таджикистан на 2010–2030 годы. Постановление Правительства Республики Таджикистан (3.05.2010 г. № 209).
10. Hosaka M., Nohara D., Kitoh A. Changes in snow cover and snow water equivalent due to global warming simulated by a 20 km-mesh global atmospheric model // *SOLA*. 2005. Vol. 1. Pp. 93–96.
11. Christensen J. H., Coauthors H. Regional climate projections. *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*. Ed.: J. T. Houghton et al. Cambridge University Press, 2007. Pp. 847–940.
12. Barry R. G. The parameterization of surface albedo for sea ice and its snow cover // *Prog. Phys. Geogr.* 1996. Vol. 20. Pp. 63–79.
13. Robinson D. A. Hemispheric snow cover from satellites // *Ann. Glaciol.* 1993. Vol. 17. Pp. 367–371.
14. Frei A., Gong G. 2005: Decadal to century scale trends in North American snow extent in coupled atmosphere-ocean general circulation models // *Geophys. Res. Lett.* 2005. Vol. 32, L18502.
15. Lemke P. Observations: Changes in snow, ice and frozen ground. *Climate Change 2007: The Physical Sciences Basis*. Eds: S. Solomon S., et al. Cambridge University Press, 2007. Pp. 337–383.
16. Петрушков М. Ледники Таджикистана: грядет ли катастрофа? URL: <http://www.dialog.tj/news/ledniki-tadjikistana-gryadet-li-katastrofa> (Дата обращения 23.09.2018.).
17. Норматов П.И., Маркаев Б.А., Норматов И.Ш. Метеорологические особенности климатических зон бассейна трансграничной реки Пяндж // *Известия Иркутского гос. ун-та. Сер. Наука о Земле*. 2017. Т.21. С. 106–113.
18. Гуломов М.Н. Геоморфологические особенности и режим пульсирующих ледников долины реки Ванч // *Наука. Новые технологии и инновации*. 2016. N12. С. 75–79.
19. Normatov, P.I., Normatov I. Sh., Eshankulova R.U., Muminov A.O. Meteorology and Hydrology of the tributaries basins of the Transboundary Amudarya River in condition of Climate Change // *Modern Env. Sci. and Eng.* 2017. Vol.3.N3. Pp. 563-571. doi: 10.15341/mese (2333-2581)/12.03.2017/
20. Stahl K., Moore R. D., Shea J. M., Hutchinson D.,

- Cannon A. J. Coupled modelling of glacier and streamflow response to future climate scenarios // *Water Resour. Res.* 2008. Vol.44. W02422.
21. Huss M., Farinotti D., Bauder A., Funk, M. Modelling runoff from highly glacierized alpine drainage basins in a changing climate // *Hydrol. Process.* 2008. Vol. 22. Pp. 3888–3902.
22. Huss, M. Present and future contribution of glacier storage change to runoff from macroscale drainage basins in Europe // *Water Resour. Res.* 2011. Vol. 47. W07511.
23. Engelhardt M., Schuler T.V., Andreassen L.M. Contribution of snow and glacier melt to discharge for highly glacierized catchments in Norway // *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2014. Vol. 18. Pp. 511–523.
24. Young G.J., Hewitt K. 1990. Hydrology research in the Upper Indus basin, Karakoram Himalaya, Pakistan // *IAHS Publications.* 1990. Vol. 190. Pp. 139–152.
25. Жеткер М.И., Царев Б.К. Гляциология горных областей: снежный покров, ледники, лавины / Труды Среднеазиатского научно-исследовательского гидрометеорологического института. 140. Ташкент: гидрометеорологический институт Средней Азии, 1991. 134 с.
26. Кренке, А.Н. Массообмен в ледниковых системах на территории СССР. Ленинград: Гидрометеоздат. 1982. 188 с.
27. Глазырин Г.Е. Распределение и режим горных ледников. Ленинград: Гидрометеоздат, 1985. 116 с.
28. Атлас снежно-ледовых запасов мира. Под ред.: Котляков В.М. Москва: Академия наук, 1997. 512 с.
29. Winiger M., Gumpert M., Yamout H. Karakoram–Hindukush–Western Himalaya: assessing high-altitude water resources // *Hydrological Processes.* 2005. Vol. 19. Pp. 2329–2338.
30. Котляков В.М., Лебедева И.М. Возможные изменения абляции ледников и ледникового стока высочайших горных стран Азии в связи с глобальным потеплением климата // *Данные гляциологических исследований.* 1999. Т. 88. Pp. 3–15.
31. Fowler H.J.; Archer D.R. 2005. Hydro-climatological variability in the Upper Indus Basin and implications for water resources // *IAHS Publications.* 2005. Vol. 295. Pp. 131–138.
32. Fowler H.J., Archer D.R. 2006. Conflicting signals of climatic change in the Upper Indus Basin // *Journal of Climate.* 2006. Vol. 19. N17. Pp. 4276–4293.
33. Forsythe N., Kilsby C.G., Fowler H.J., Archer D.R. Assessing climate pressures on glacier-melt and snowmelt-derived runoff in the Hindu Kush-Karakoram sector of the Upper Indus Basin. International Symposium on Managing Consequences of a Changing Global Environment. Newcastle. UK: British Hydrological Society, 2010. Pp. 1–8.
34. Hewitt K. The Karakoram anomaly? Glacier expansion and the ‘elevation effect,’ Karakoram Himalaya // *Mountain Research and Development.* 2005. Vol. 25. Pp. 332–340.
35. Immerzeel W.W., Pellicciotti F., Shrestha A.B. 2012. Glaciers as a proxy to quantify the spatial distribution of precipitation in the Hunza Basin // *Mountain Research and Development.* 2012. Vol. 32. N1. Pp. 30–38.
36. Armstrong R.L. The glaciers of the Hindu Kush-Himalayan Region. A summary of the science regarding glacier melt/retreat in the Himalayan, Hindu Kush, Karakoram, Pamir, and Tien Shan mountain ranges. USAID/ICIMOD, Technical Paper. Kathmandu: ICIMOD, 2010. 16 p.
37. Alford D., Armstrong R., Racoviteanu A. 2009. Glacier retreat in the Nepal Himalaya. The role of glaciers in the hydrologic regime of the Nepal Himalaya. Technical Report for the World Bank, South Asia Sustainable Development (SASDN) Environment and Water Resources Unit. Kathmandu: World Bank. 86 p.
38. Alford D., Armstrong R. The role of glaciers in stream flow from the Nepal Himalaya // *The Cryosphere Discussions.* 2010. Vol. 4. Pp. 469–494.
39. Оледенение Тянь Шаня. Под ред.: Дюргерова М.Б., Лу С., Се З.С. М.: Институт географии Российской Академии наук, 1995. 163 с.
40. Лебедева И.М. Изменение в ледниковом стоке реки Гиндукуш при глобальном потеплении // *Данные гляциологических исследований.* 1997. N83. С.65–72.
41. Щетинников А.Г. Морфология и оледенение Памиро-Алая. Ташкент: Среднеазиатский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, 1998. 219 с.
42. Шулепина Н. Водоснабжение в бассейне Аральского моря в условиях меняющегося климата. URL: <http://nuz.uz/svobodnoe-mnenie/36925-vodosnabzhenie-v-basseyne-aralskogo-morya-v-usloviyah-menyayuschegosya-klimata.html> (Дата обр. 20.09.2018).
43. Kotlyakov V. M., Krenke A. N. Investigations of the hydrological conditions of alpine regions by glaciological methods // *IAHS Publ.* 2012. N 138. Pp. 31–42.
44. Коновалов В.Г. Таяние и сток с ледников в бассейнах рек Средней Азии. Л.: Гидрометеоздат. 1985. 236 с.
45. Коновалов В.Г. Динамика оледенения Центральной Азии по материалам дистанционного зондирования // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2012. Т.9. N1. С. 281–288.
46. Агальцева Н.А., Коновалов В.Г. Ожидаемые изменения размеров оледенения и стока рек при различных сценариях будущего климата Земли // *Биржа интеллектуальной собственности.* 2005. Т. IV. N8. С. 34–47.
47. Десинов Л.В., Коновалов В.Г. Дистанционный мониторинг многолетнего режима оледенения Памира // *МГИ. Хроника. Обсуждения.* 2007. N103. С. 129–133.
48. Коновалов В.Г., Вильямс М.В. Многолетние колебания оледенения и стока рек Центральной Азии в современных условиях // *Метеорология и гидрология.* 2005. N9. С. 69–83.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / Information about authors:**

**НОРМАТОВ Парвиз Иномович** – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории гляциологии.

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

Тел.: (+992) 98-101-0201.

e-mail: norparviz89@gmail.com

*Parviz I. NORMATOV – Candidate of Geography, Senior Researcher of the Laboratory of Glaciology, Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.*

*Ph.: (+992) 98-101-0201.*

*e-mail: norparviz89@gmail.com*



**АРМСТРОНГ Ричард** – кандидат наук, директор Отдела криосферных и полярных процессов, Кооперативный институт исследований в области наук об окружающей среде, Боулдер, США.

Тел.: (+1) 303-492-1828

e-mail: rlax@nsidc.org

*Richard ARMSTRONG – PhD, Director of the Department of Cryospheric and Polar Processes, Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, Boulder, USA.*

*Ph.: (+1) 303-492-1828.*

*e-mail: rlax@nsidc.org*



**НОРМАТОВ Ином Шерович** – член корреспондент АН Республики Таджикистан, доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой метеорологии и климатологии Таджикского Национального университета, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

Тел.: (+992) 93-445-0757.

e-mail: inomnor@mail.ru

*Inom Sh. NORMATOV – Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Doctor of Chemistry, Professor, Head Department of Meteorology and Climatology, Tajik National University, Dushanbe, Republic of Tajikistan.*

*Ph.: (+992) 93-445-0757.*

*e-mail: inomnor@mail.ru*

## ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON SNOW-ICE RESOURCES AND HYDROLOGY OF MOUNTAIN PAMIR RIVERS

<sup>1</sup> P.I. Normatov\*,

<sup>2</sup> R. Armstrong,

<sup>3</sup> I.Sh. Normatov

<sup>1</sup> Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, norparviz89@gmail.com

<sup>2</sup> University of Colorado at Boulder, Boulder, USA, rlax@nsidc.org

<sup>3</sup> Tajik National University, Dushanbe, Tajikistan, inomnor@mail.ru

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-295-304

**The research object.** The proposed article considers the climatic features, the state of the ice and snow cover of the mountainous Pamir as a source of food for numerous rivers and the climate-forming link in the region of Central Asia.

**Goal.** To analyze the processes in the Pamir's mountain ecosystem regarding snow-ice and water aspects in the spectrum of changes occurring on a planetary scale. To establish the influence of mountain orography on the distribution of air

masses and the formation of snow cover, the change in the river hydrograph due to changes in the current state of the climatic factors of the mountain river basin.

**Methodology.** The analysis of the snow-ice resources state of the Pamir was carried out based on extensive use of archival and modern data using statistical classification to establish the dynamics of their changes in climate warming conditions. A comparative assessment of changes in the hydrology of the

Pamir rivers was carried out by comparing modern hydrological characteristics with the early period.

**Results.** Analysis of the glaciers and snow cover state in the mountains of several countries showed that climate change makes significant adjustments in the functioning of many components of the ecosystem, and especially in reducing the area of glaciation and glacier degradation. The studies results of the climate change impact on the snow-ice resources of the mountainous Pamir using the example of the upper reaches of the Trans boundary Pyanj River show a significant impact of mountain orography on precipitation and the formation of snow cover.

**Conclusion.** A deep analysis of the published works on the effects of global climate change on the snow-ice resources of high mountains demonstrated that the mountain ecosystem is particularly sensitive to climate cataclysms. The heterogeneity of the spatial distribution of precipitation and the depth of snow cover in the Pamir in three climatic zones upstream of the Pyanj River is noted. The western climatic zone of the Pamir is characterized by more abundant precipitation than the eastern zone. It is assumed that the decreasing trend of precipitation is due to the fact that the eastern part is subject to the inflow of dry mass. The mass of the air of the Indian Monsoon is unloaded when passing high mountain ranges and only dry residue enters the eastern part of the upper reaches of the Pyanj River. The impact of climate change on water flow is analyzed using the example of the water content of the Vanch – tributary of the Pyanj River, and a comparison of the water volume values of the Vanch River in two periods (1940–1970 and 1986–2016) revealed its increase over the period 1986–2016.

**Keywords:** Pamir, warming of climate, snow cover, atmospheric precipitation, orography, climatic zones, hydrographer, water discharge.

#### References

1. IPCC, 2007. Climate change 2007: Synthesis Report. Eds: C.W. Team C.W., R.K. Pachauri R.K., A. Reisinger A. Geneva, Switzerland.
2. Adam J.C., Hamlet A.F., Lettenmaier D.P. Implications of global climate change for snowmelt hydrology in the twenty-first century. *Hydrological Processes*, 2009, vol. 23, pp. 962–972.
3. Jost G., Moore R. D., Menounos B., Wheate R. Quantifying the contribution of glacier runoff to streamflow in the upper Columbia River Basin, Canada. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2012, vol. 16, pp. 849–860.
4. Dahlke H. E., Lyon S. W., Stedinger J. R., Rosqvist G., Jansson P. Contrasting trends in floods for two sub-arctic catchments in northern Sweden – does glacier presence matter. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2012, vol. 16, pp. 2123–2141.
5. Hock R., Rees G., Williams M. W., and Ramirez E. Preface: Contribution from glaciers and snow cover to runoff from mountains in different climates. *Hydrol. Process*, 2006, vol.20, pp. 2089–2090.
6. Farinotti D., Usselman S., and Huss M., Bauder A., Funk F. Runoff evolution in the Swiss Alps: projections for selected highalpine catchments based on ENSEMBLES scenarios. *Hydrol. Process*, 2012, vol. 26, pp. 1909–1924.
7. Immerzeel W. W., Van Beck L. P. H., Konz M., Shrestha A. B., Bierkens M. F. P. Hydrological response to climate change in a glacierized catchment in the Himalayas. *Clim. Change*, 2012, vol. 110, pp. 721–736.
8. Schaner N., Voisin N., Nijssen B., Lettenmeier D. P. The contribution of glacier melt to streamflow. *Environ. Res. Lett.*, 2012, vol. 7, pp. 1–8.
9. State Program of Study and Conservation of Glaciers of the Republic of Tajikistan for 2010–2030. *Resolution of The Government of the Republic of Tajikistan* (30.05.2010. No 209).
10. Hosaka M., Nohara D., Kitoh A. Changes in snow cover and snow water equivalent due to global warming simulated by a 20 km-mesh global atmospheric model. *SOLA*, 2005, vol. 1, pp. 93–96.
11. Christensen J. H., Coauthors H. Regional climate projections. *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*. Ed.: J. T. Houghton et al. *Cambridge University Press*, 2007, pp. 847–940.
12. Barry R. G. The parameterization of surface albedo for sea ice and its snow cover. *Prog. Phys. Geogr.*, 1996, vol. 20, pp. 63–79.
13. Robinson D. A. Hemispheric snow cover from satellites. *Ann. Glacial.*, 1993, vol. 17, pp. 367–371.
14. Frei A., Gong G. 2005: Decadal to century scale trends in North American snow extent in coupled atmosphere-ocean general circulation models. *Geophys. Res. Lett.*, 2005, vol. 32, L18502.
15. Lemke P. Observations: Changes in snow, ice and frozen ground. *Climate Change 2007: The Physical Sciences Basis*. Eds: S. Solomon S., et al. *Cambridge University Press*, 2007, pp. 337–383.
16. Petrushkov M. Glaciers of Tajikistan: is a catastrophe coming? Available at: <http://www.dialog.tj/news/ledniki-tadzhikistana-gryadet-li-katastrofa>. (Accessed 23.09.2018.)
17. Normatov I. P., Markaev B. A., Normatov I. Sh. Meteorological features climate zones of transboundary rivers Pyanj. *Bulletin of Irkutsk State University. Ser. Earth Science*, 2017, vol. 21, pp. 106–113.
18. Gulomov M. N. Geo-morphological features and regime of pulsating glaciers of the Vanch river valley. *Science, New technologies and innovations*, 2016, no.12, pp. 75–79.
19. Normatov P.I., Normatov I. Sh., Eshankulova R.U., Muminov A.O. Meteorology and Hydrology of the tributaries basins of the Transboundary Amudarya River in condition of Climate Change. *Modern Env. Sci. and Eng.*, 2017, vol. 3, no. 3, pp. 563–571. doi: 10.15341/mese (2333-2581)/12.03.2017/.
20. Stahl K., Moore R. D., Shea J. M., Hutchinson D., Cannon A. J. Coupled modelling of glacier and streamflow response to future climate scenarios. *Water Resour. Res.*, 2008, vol. 44, W02422.
21. Huss M., Farinotti D., Bauder A., Funk, M. Modelling runoff from highly glacierized alpine drainage basins in a changing climate. *Hydrol. Process*. 2008, vol. 22, pp. 3888–3902.
22. Huss M. Present and future contribution of glacier storage change to runoff from macroscale drainage basins in Europe. *Water Resour. Res.*, 2011, vol. 47, W07511.
23. Engelhardt M., Schuler T.V., Andreassen L.M. Contribution of snow and glacier melt to discharge for highly glacierized catchments in Norway. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2014, vol. 18, pp. 511–523.
24. Young G.J., Hewitt K. Hydrology research in the Upper Indus basin, Karakoram Himalaya, Pakistan. *IAHS Publications*, 1990, vol. 190, pp. 139–152.

25. Zhetker M. I., Tsarev B. K. Glaciology of the Mountain regions: snow cover, glaciers, and snow avalanches. *Proceedings of SARNIGMI. Tashkent, USSR, Hydrometeorological Institute of Central Asia*, 1991, 134 p. (in Russian).
26. Krenke A. N. Massoobmen v lednikovix sistemax na territorii SSSR [Mass exchange in glacier systems in the USSR]. *Leningrad, Gidrometeoizdat*, 1982, 188 p. (in Russian).
27. Glazirin, G. E. Distribution and regime of mountain glaciers. *Leningrad, USSR, Gidrometeoizdat*, 1985, 116 p. (in Russian).
28. Atlas of snow and ice reserves of the world. Ed.: Kotlyakov V. M. *Moscow, Russia Academy of Sciences*, 1997, 512 p. (in Russian).
29. Winiger M., Gumpert M., and Yamout H. Karakoram–Hindukush–Western Himalaya: assessing high-altitude water resources. *Hydrological Processes*, 2005, vol. 19, pp. 2329–2338.
30. Kotlyakov V. M., Lebedeva I. M. Potential changes of ablation and glacier runoff in the High Asia due to global warming. *Data of glaciological studies*, 1999, vol. 88, pp. 3–15.
31. Fowler H.J., Archer D.R. Hydro-climatological variability in the Upper Indus Basin and implications for water resources. *IAHS Publications*, 2005, Vol. 295, pp. 131–138.
32. Fowler H.J., Archer D.R. Conflicting signals of climatic change in the Upper Indus Basin. *Journal of Climate*, 2006, vol. 19, no. 17, pp. 4276–4293.
33. Forsythe N., Kilsby C.G., Fowler H.J., Archer D.R. Assessing climate pressures on glacier-melt and snowmelt-derived runoff in the Hindu Kush-Karakoram sector of the Upper Indus Basin. International Symposium on Managing Consequences of a Changing Global Environment. Newcastle. UK, *British Hydrological Society*, 2010, pp. 1–8.
34. Hewitt K. The Karakoram anomaly? Glacier expansion and the ‘elevation effect,’ Karakoram Himalaya. *Mountain Research and Development*, 2005, vol. 25, pp. 332–340.
35. Immerzeel W.W., Pellicciotti F., Shrestha A.B. Glaciers as a proxy to quantify the spatial distribution of precipitation in the Hunza Basin. *Mountain Research and Development*, 2012, Vol. 32, no.1, pp. 30–38.
36. Armstrong R.L. The glaciers of the Hindu Kush-Himalayan Region. A summary of the science regarding glacier melt/retreat in the Himalayan, Hindu Kush, Karakoram, Pamir, and Tien Shan mountain ranges. USAID/ICIMOD, Technical Paper. Kathmandu, *ICIMOD*, 2010, 16 p.
37. Alford D., Armstrong R., Racoviteanu A. Glacier retreat in the Nepal Himalaya. The role of glaciers in the hydrologic regime of the Nepal Himalaya. *Technical Report for the World Bank, South Asia Sustainable Development (SASDN) Environment and Water Resources Unit. Kathmandu, World Bank*, 86 p.
38. Alford D., Armstrong R. The role of glaciers in stream flow from the Nepal Himalaya. *The Cryosphere Discussions*, 2010, vol. 4, pp. 469–494.
39. Glaciation of the Tien Shan. Ed.: Dyurgerov M. B., Lu, S., Xie J. S. *Moscow, Institute of Geography of Russian Academy of Sciences*, 1995, 163 p.
40. Lebedeva I. M. Changes in glacial runoff of the Hindu Kush river during global warming. *Data of glaciological studies*, 1997, no.83, pp. 65–72.
41. Shetinnikov A. G. Morphology and glaciation of the Pamir-Alay. Tashkent, *SANIGMI*, 1998, 219 p.
42. Shulepina N. Water supplying of Aral basin in the conditions of the climate change. URL: <https://nuz.uz/svobodnoe-mnenie/36925-vodosnabzhenie-v-bassejnye-aralskogo-morya-v-usloviyah-menyayuschegosya-klimata.html>. (Accessed 20.09.2018).
43. Kotlyakov V. M., Krenke A. N. Investigations of the hydrological conditions of alpine region by glaciological methods. *IAHS Publ.*, 2012, no. 138, pp. 31–42.
44. Konovalov V. G. Melting and runoff from glaciers in river basins of Central Asia. *Leningrad, Gidrometeoizdat*, 1985, 236 p.
45. Konovalov V. G. Dynamics of glaciation in Central Asia based on remote sensing materials. *Modern problems remote sensing of the Earth from space*, 2012, vol. 9, no.1, pp. 281–288.
46. Agaltseva N. A., Konovalov V. G. Expected changes in the size of glaciation and river flow under different scenarios of the future climate of the Earth. *Intellectual property Exchange*, 2005, vol. 4, no. 8, pp. 34–47.
47. Desinov L. V., Konovalov V. G. Remote monitoring of the long-term regime of the Pamir Glaciation. *Chronicle. Discussions*, 2007, no.103, pp. 129–133.
48. Konovalov V. G., Williams M. V. Long-term fluctuations in glaciation and runoff of Central Asian rivers in modern conditions. *Met & Hydrol.*, 2005, no.9, pp. 69–83.

Article received 07.04.2019.

# A MORPHOTECTONIC SURVEY ON GOLPAYEGAN WATERSHED USING AHP METHOD IN GIS ENVIRONMENT

<sup>1</sup> Davood Birjandi  
<sup>1,2</sup> Reza Derakhshani\*  
<sup>1</sup> Shahram Shafiei Bafti  
<sup>1</sup> Hamed Chatrouz

## Introduction

The term morphotectonics, generally, expresses the relationship between geomorphology and tectonics, and in many cases, morphotectonic, is considered to be tectonic geomorphology [1]. Morphometry is a quantitative measurement of the shape and geometry of landforms, which can be done in most simple variables such as size, height, area, gradient etc. [2]. These items enable geologists to describe quantitatively and compare the perspectives of different regions taking in hand the geomorphic characteristics [3]. Geomorphic indices are useful tools in morphotectonic studies for evaluation of tectonic activity level by providing quantitative insight on areas.

This article aims to further knowledge of the morphotectonic situation of Golpayegan water basin by surveying morphometric indices. This is accomplished by geomorphic approaches in the study of the mountain fronts and valley systems. The analysis endeavors to interpret the relative intensity of active tectonics through the compiling the results of this study which can be applied for the reduction of earthquake hazard [4].

Some researchers have already documented tectonic situation in this part of SSMZ [5; 6]. However, none of these studies has used a geomorphic analysis on morphometric indices to define patterns of the relative rates of tectonic activity in the region. The scope of this paper includes a brief outline of the morphotectonic zoning that are useful in defining relative rates of tectonic activity in the study area.

## Tectonic Setting

The Golpayegan drainage basin is located in Sanandaj-Sirjan metamorphic zone of Iran and in the northeastern margin of the Zagros Mountains Ranges and southwest of Central Iranian volcanic belt. SSMZ, a 150–200 km metamorphic belt that is mainly composed of highly deformed rocks, extending for around 1500 km in NW–SE direction, was related to the destruction of the subducted Tethys Ocean followed by the collision of Arabian and Iranian continental plates [6–10]. SSMZ in Golpayegan region is divided into two parts [11–13]. The northern part, deformed in the Jurassic–Early Cretaceous and the Southern part consists of both Paleozoic units and a Carboniferous–Permian mafic and ultramafic complex. Polyphase deformation structures of SSMZ are attributed to dextral transpression that is related to the oblique convergence between the Arabian - Iranian continental plates [9; 14; 15]. On the other hand, subduction of the Oman oceanic crust besides Arabian collision, confined Iranian plate to have numerous active faults spread out over the large zones e.g. Zagros, Central Iranian plateau and Makran accretionary wedge [4; 16–18]. The non-occurrence of devastating earthquakes in this area could cause Golpayegan to be assumed as one of the passive areas of SSMZ, while the existence of some faults with NW-SE and NE-SW trends, parallel or perpendicular to the main Zagros thrust fault trend, made a question mark on this.

## Morphometric approach

For this research, mountain fronts were selected considering geological and geomorphological characteristics, the orientation and continuity of topography, and cross-cutting of the front by a larger drainage [19–22].

*Smf* index, one of the geomorphic indices that is considered in this survey, has been defined as:

$$Smf = Lmf / Ls,$$

where *Lmf* is the length of the front along the mountain–piedmont junction and *Ls* is the straight-line length of the front. This index is used to know the balance between the tendency of the drainages to form an irregular mountain fronts and tectonic activity to form straight fronts [3; 23; 24].

YDK: 556.537  
 DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-305-314

*Spatial variation of tectonic activity along Golpayegan drainage basin in Iran are assessed using morphometric approaches by taking advantages of Geographical Information System, GIS. The Golpayegan region is located in the central part of Sanandaj-Sirjan metamorphic zone, SSMZ, of Iran, where is affected by Iranian – Arabian continental plate collision. The quantitative study of morphometric indices allows to compare geomorphic features and to zoning out and interpret the intensity of active tectonics. In this research, some morphometric indices such as Sinuosity of Mountain Fronts (*Smf*), Faceting of mountain fronts (*Facet*), Valley floor index (*Vf*) and valley ratio index (*V ratio*) is surveyed to be able to zone out the tectonic activity level in the water basin of Golpayegan taking advantages of fuzzy AHP method in the GIS environment.*

## KEYWORDS:

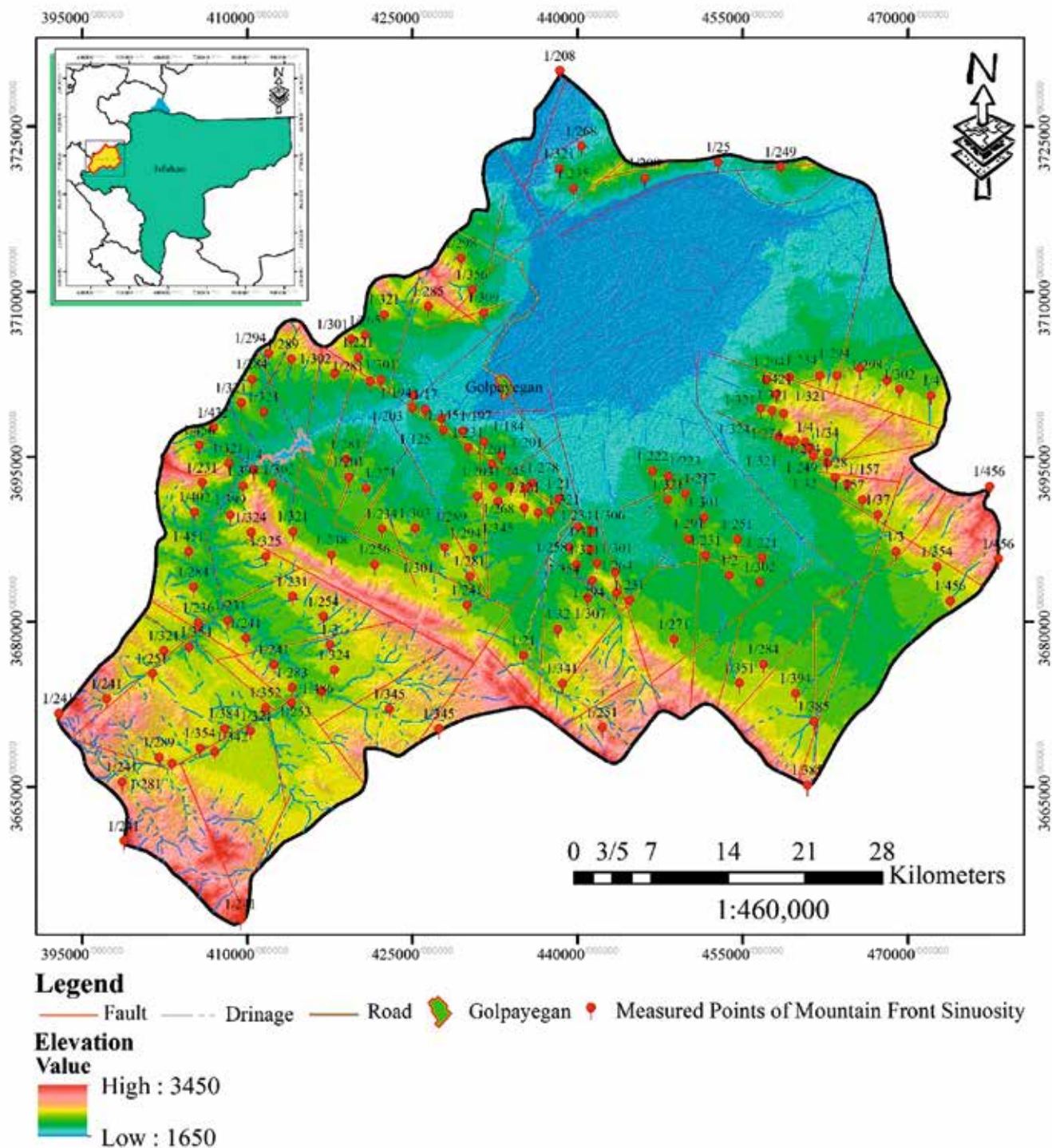
Earth sciences, Geology, Morphometrics, Tectonics, Geomorphology, Iran

Article received 10.07.2019.

<sup>1</sup>Department of Geology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

<sup>2</sup>Department of Earth Sciences, Utrecht University, Utrecht, Netherlands

\*Corresponding author, e-mail: r.derakhshani@uu.nl



*Fig. 1. Mountain fronts location which are used for calculation of mountain front sinuosity and faceting indices in Golpayegan region*

S<sub>mf</sub> index is computed for 150 mountain fronts in Golpayegan region (Fig. 1). According to the fact that on the active fronts, values of this index approaches to 1.0 while in the areas by more prominent erosional processes, it reduced lower to indicate less tectonically active more irregular fronts; the relative activity map of the region based on S<sub>mf</sub> index is provided (Fig. 2)

Considering that active fronts tend to be less dissected, Facet is another morphometric index that has been defined on the 150 fronts of Golpayegan region by using following formula:

$$Facet = L_f / L_s,$$

where L<sub>f</sub> is the cumulative lengths of facets of mountain front. Given the point that, high values of this index indicate tectonically active fronts due to recurrent faulting along the fronts, a map showing the relative tectonic activity based on Facet index is prepared (Fig. 3).



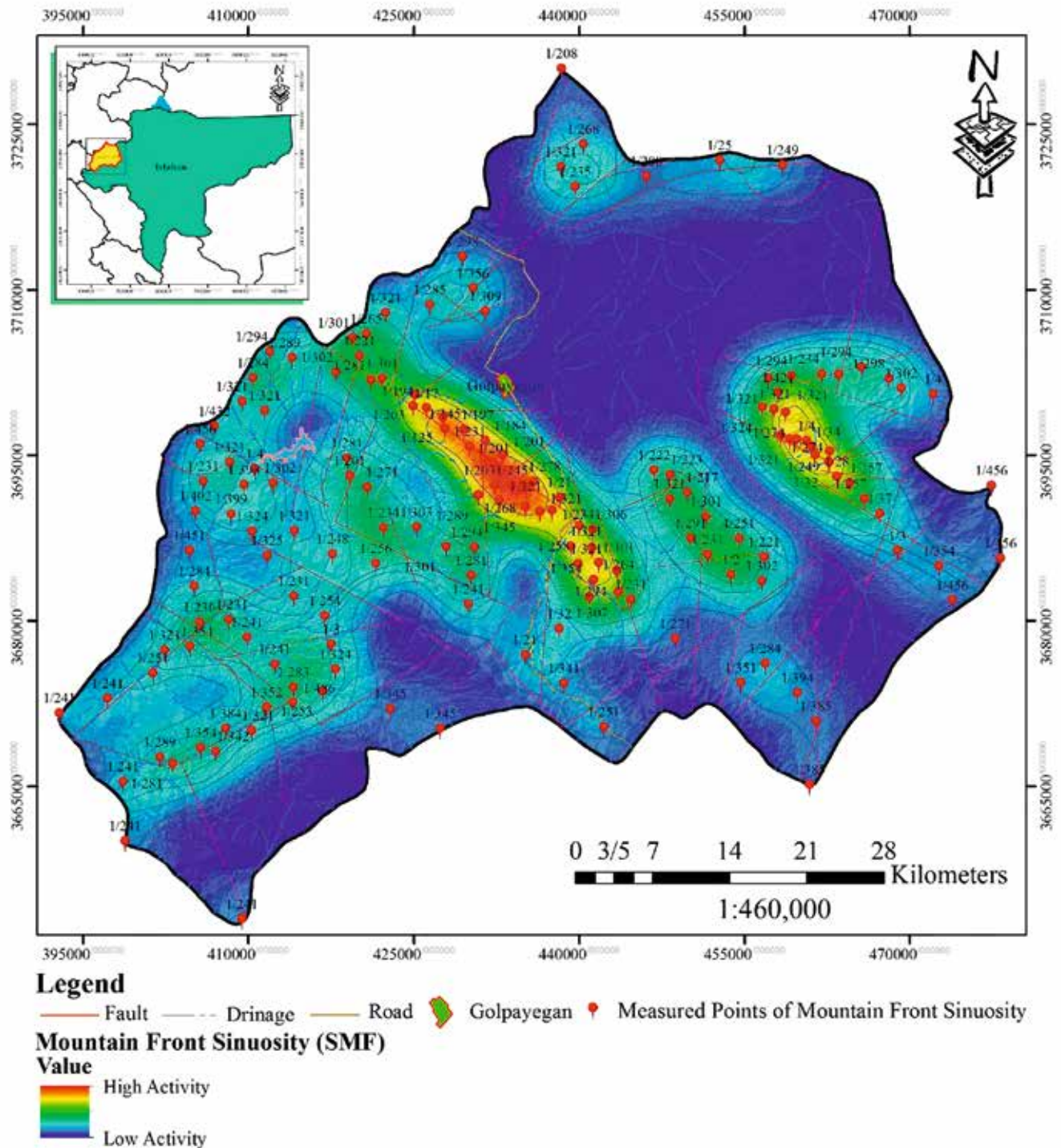


Fig. 2. Map of relative tectonic activity of the study area based on the values of mountain front sinuosity index in Golpayegan region

Valley floor,  $V_f$ , was another morphometric index that is measured in 124 stations at the study area to show the impact of local base-level changes in valley landform due to relative uplift (Fig 4). This index has been defined as:

$$V_f = 2V_{fw} / [(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})],$$

where  $V_{fw}$  is the width of valley floor,  $E_{sc}$  is the elevation of the valley floor and  $E_{rd}$  and  $E_{ld}$  are the elevations of the right and left valley divides respectively [24]. Figure 5 shows the activity level of the study area based on the interpretation of  $V_f$  values considering that high values of this index display eroding laterally condition in broad-floored canyons while low values reflects influence of a base level fall at V-shaped valleys where stream is actively downcutting indicating more tectonic activity.

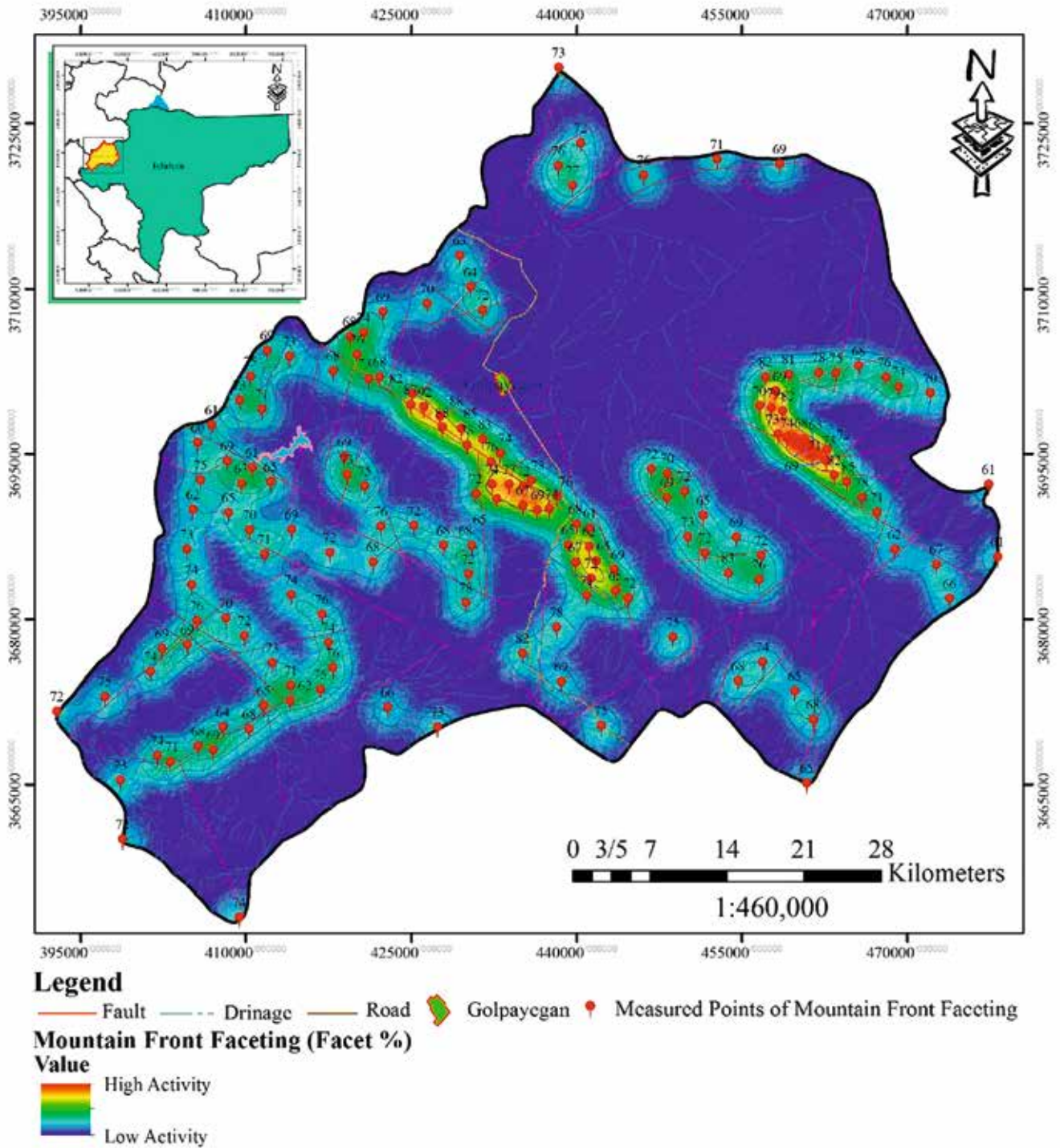


Fig. 3. Map of relative tectonic activity of Golpayegan region based on the values of mountain front faceting index

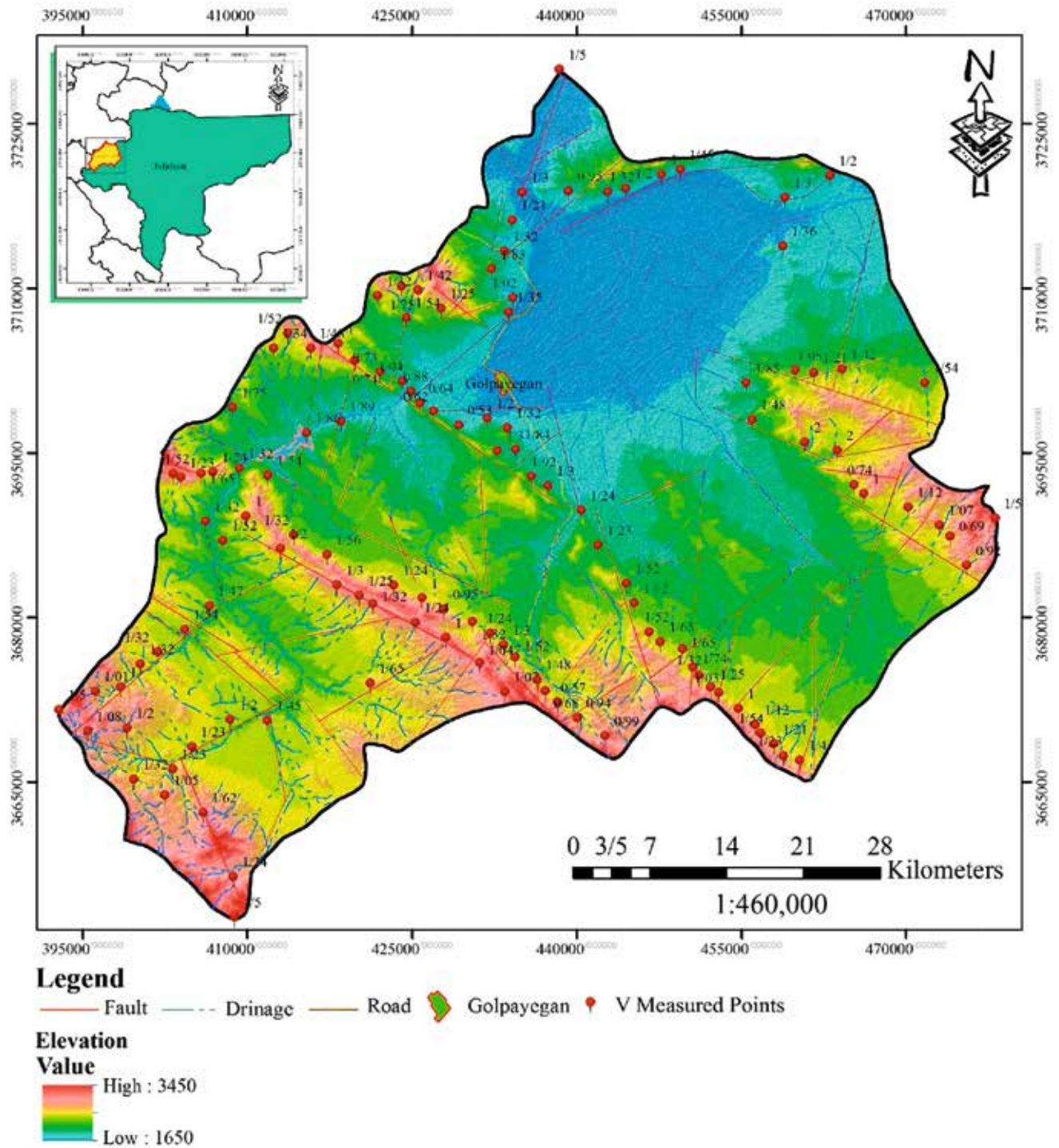


Fig. 4. location of the stations that are used for measurement of  $V$  and  $V_f$  related parameters

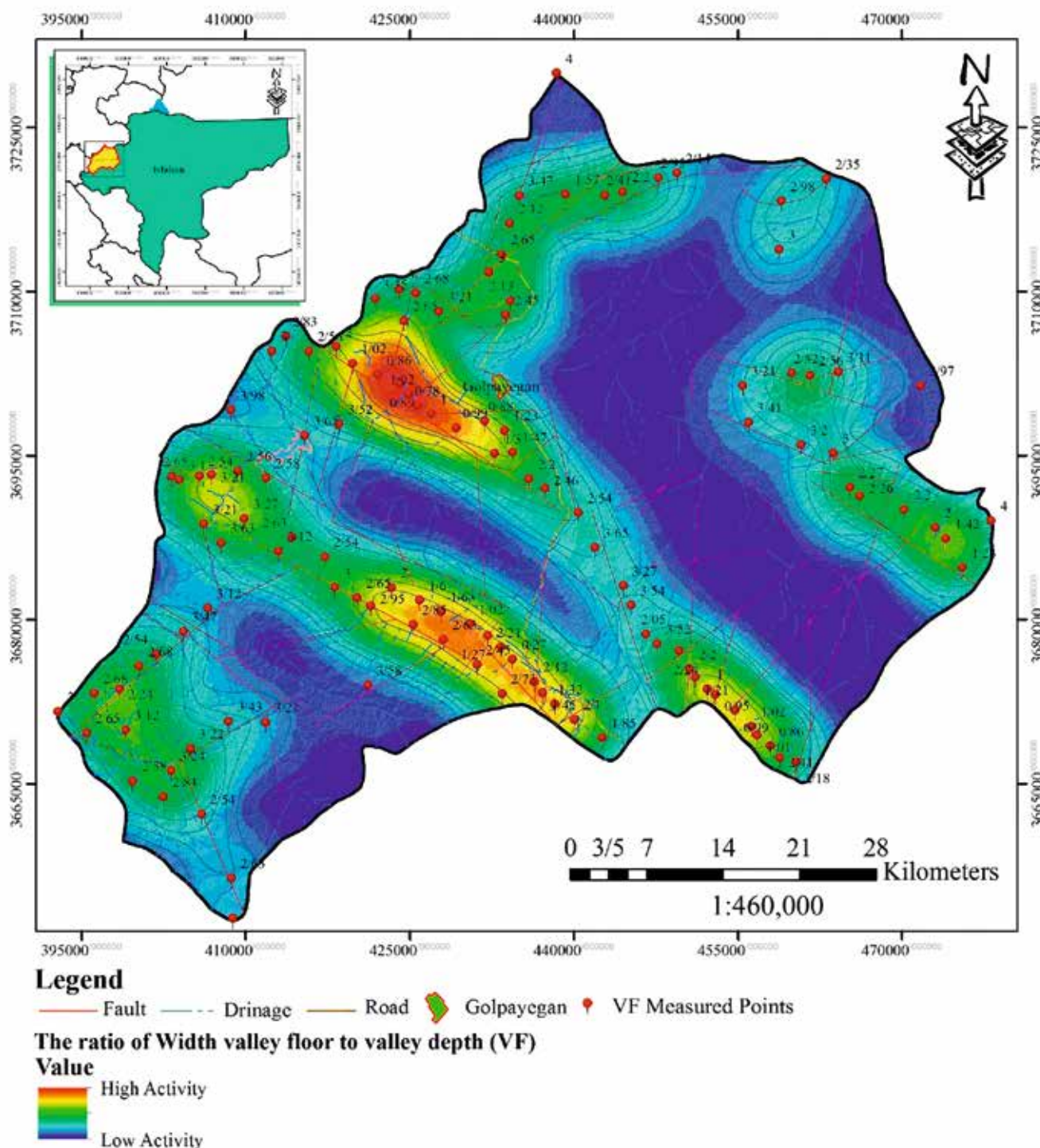


Fig. 5. Relative tectonic activity of Golpayegan region based on the values of Vf index

The  $V$  index is another indicator that is surveyed in the Golpayegan region at 124 stations (Fig. 4). This index is defined as:

$$V = Av / Ac,$$

where  $Av$  is the cross-sectional area of the valley and  $Ac$  is the semicircular surface of the radius  $h$  and  $h$  is the height of the division line of the valley. By computing this ratio, one can also obtain information about the region's uplift due to the active tectonics, so that the  $V$  ratio at 1 is indicative of the  $U$ -shaped valley showing the relatively passive zone and the continuous erosion of the valley walls. If the  $V$  ratio is too small, less than 1, the  $V$ -shaped valleys represent the active tectonic performance. Values larger than 1 also reflect that the width of the valley is much larger than the depth, and the area is tectonically inactive. Figure 6 shows the zoning of Golpayegan region according to the value of  $V$  index.

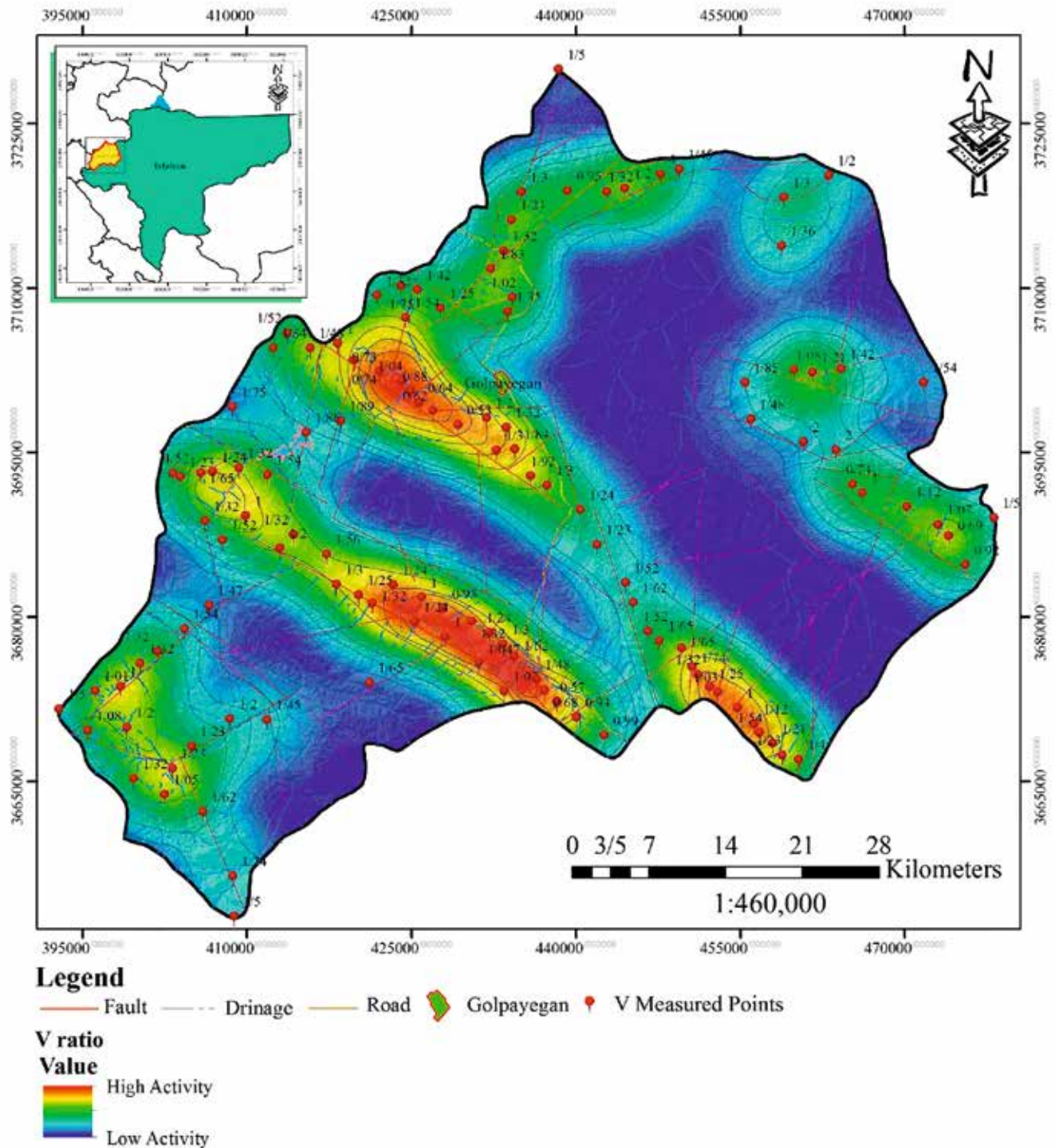
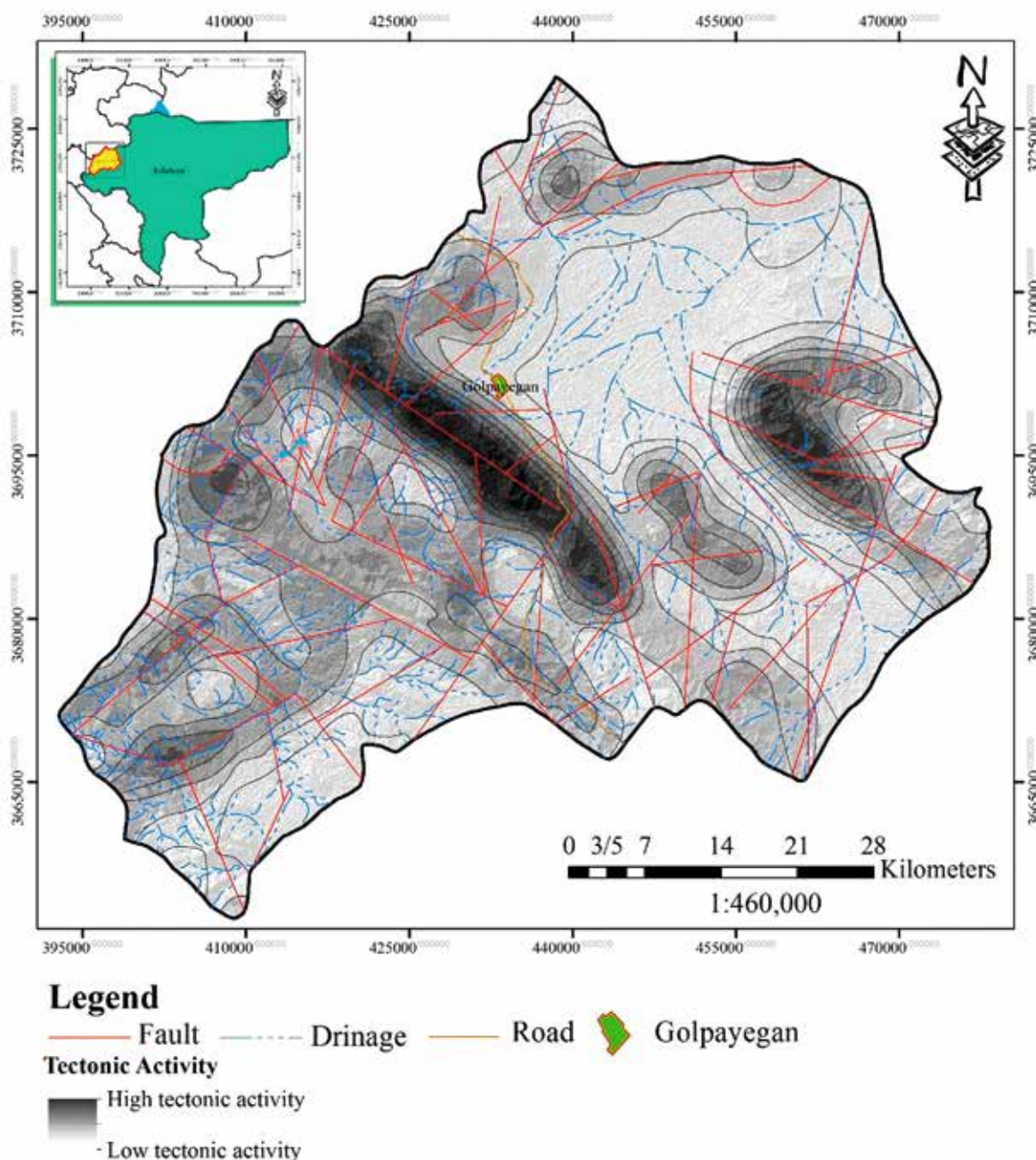


Fig. 6. Relative tectonic activity of Golpayegan region based on the values of  $V$  index

The study was finalized through integration of  $S_{mf}$ ,  $Facet$ ,  $V_f$  and  $V$  indices in a GIS environment using an Analytic Hierarchy Process (AHP) procedure to achieve more appropriate ranking of regional tectonic activity. AHP as a decision-aiding method was introduced by [25] helped to quantify relative priorities for the selected set of morphometric indices on Golpayegan region, according to the preference matrix that compares all indices against each other in a pair-wise comparison matrix, to find the relative preference among them. For this purpose, by using expert selection software, after weighting, the coefficient of influence of each index is determined. However, the degree of importance of each index varies in this study and it can be graded. Special attention is paid to values of sinuosity and faceting of mountain fronts, which might more clearly reflect variations in the degree of uplift along each front. Because streams in the study area are relatively small, morphometric indices on drainage systems are of less relevance than others measured on the fronts. Implementing AHP, the relative tectonic activity map is finalized for Golpayegan area (Figure 7).



*Fig. 7. Map of relative tectonic activity of Golpayegan region based on the values of geomorphic indices*

### Conclusion

The morphometric data provided evidence for relative variations in tectonic activity among the Golpayegan basin. In the attributed morphometric approach on 150 mountain fronts and 124 valley stations, geomorphic indices suggest a relatively high degree of tectonic activity along the western part of the Golpayegan city, in a zone parallel to the main thrust of Zagros. The computation of morphometric indices in Golpayegan basin means that tectonic activity is remarkable from Morphometric point of view. Tectonic activity is not been the same throughout the region, and according to the final map, it is higher in the western part of the Golpayegan city, in a zone parallel to the main thrust of Zagros. Although no major earthquakes have been reported in the Golpayegan area, but the morphometric evidence indicates the overall activity of tectonic setting of the region; so, it's good to keep in mind it, considering presence of faults in this area, and the age of the seismic recorders respect to geomorphic features. Geomorphic evaluation of the Golpayegan region suggests that some NW-SE trending faults, and specifically the tips of some faults at the west the Golpayegan city, should be considered as areas of potentially earthquake risk.

### ACKNOWLEDGEMENTS:

The authors gratefully acknowledge Prof. Hojjatollah Ranjbar for his helpful discussions and comments. Thanks also to the unknown reviewers for their constructive suggestions for improvement of the earlier versions of the manuscript.

## REFERENCES:

1. Goudie A. Encyclopedia of geomorphology: Routledge, 2013.
2. Bull WB. Geomorphic responses to climatic change. *New York, Oxford University Press*, 1991, 326 p.
3. Keller EA, Pinter N. Active tectonics: Prentice Hall Upper Saddle River. *NJ*, 1996.
4. Derakhshani R, Eslami S. A new viewpoint for seismotectonic zoning. *American Journal of Environmental Sciences*, 2011, 7(3), pp. 212–8.
5. Nadimi A, Nadimi H. Exhumation of old rocks during the Zagros collision in the northwestern part of the Zagros Mountains, Iran. Investigations into the Tectonics of the Tibetan Plateau. *Geological Society of America Special Paper*, 2008, 444, pp. 105–22.
6. Karimi S, Manesh ST, Safaei H, Sharifi M. Metamorphism and deformation of golpayegan metapelitic rocks, Sanandaj-Sirjan Zone, Iran. *Petrology*, 2012, 20(7), pp. 658–75.
7. Agard P, Omrani J, Jolivet L, Mouthereau F. Convergence history across Zagros (Iran): constraints from collisional and earlier deformation. *International journal of earth sciences*, 2005, 94(3), pp. 401–19.
8. Mehrabi A, Khabazi M, Almodaresi SA, Nohesara M, Derakhshani R. Land use changes monitoring over 30 years and prediction of future changes using multi-temporal Landsat imagery and the land change modeler tools in Rafsanjan city (Iran). *Sustainable Development of Mountain Territories*, 2019, 11(1), pp. 26–35.
9. Rahnamarad J, Derakhshani R, Farhoudi G, Ghorbani H. Basement Faults and Salt Plug Emplacement in the Arabian Platform in Southern Iran. *Journal of Applied Sciences*, 2008, 8(18), pp. 3235–41.
10. Rashidi A, Khatib MM, Nilfouroushan F, Derakhshani R, Mousavi SM, Kianimehr H, et al. Strain rate and stress fields in the West and South Lut block, Iran: Insights from the inversion of focal mechanism and geodetic data. *Tectonophysics*, 2019, 766, pp. 94–114.
11. Eftekharnjad J. Tectonic division of Iran with respect to sedimentary basins. *Journal of Iranian Petroleum Society*, 1981, 82, pp. 19–28.
12. Mohajjel M, Fergusson C, Sahandi M. Cretaceous–Tertiary convergence and continental collision, Sanandaj–Sirjan zone, western Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2003, 21(4), pp. 397–412.
13. Ghasemi A, Talbot CJ. A new tectonic scenario for the Sanandaj–Sirjan Zone (Iran). *Journal of Asian Earth Sciences*, 2006, 26(6), pp. 683–93.
14. Shafiei S, Alavi S, Mohajjel M. Calcite twinning constraints on paleostress patterns and tectonic evolution of the Zagros hinterland: the Sargaz complex, Sanandaj–Sirjan zone, SE Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 2011, 4(7-8), pp. 1189–205.
15. Rahnamarad J, Farhoudi G, Ghorbani H, Habibimood S, Derakhshani R. Pierced salt domes in the Persian Gulf and in the Zagros mountain ranges. *Iranian Journal of Earth Sciences*, 2009, 1(1), pp. 57–72.
16. Derakhshani R, Farhoudi G. Existence of the Oman Line in the Empty Quarter of Saudi Arabia and its continuation in the Red Sea. *Journal of Applied Sciences*, 2005, 5(4), pp. 745–52.
17. Mirzaie A, Bafti SS, Derakhshani R. Fault control on Cu mineralization in the Kerman porphyry copper belt, SE Iran: A fractal analysis. *Ore Geology Reviews*, 2015, 71, pp. 237–47.
18. Amirhanza H, Shafieibafti S, Derakhshani R, Khojastehfar S. Controls on Cu mineralization in central part of the Kerman porphyry copper belt, SE Iran: constraints from structural and spatial pattern analysis. *Journal of Structural Geology*, 2018, 116, pp. 159–77.
19. Wells S, Bullard T, Menges C, Drake P, Karas P, Kelson K, et al. Regional variations in tectonic geomorphology along a segmented convergent plate boundary pacific coast of Costa Rica. *Geomorphology*, 1988, 1(3), pp. 239–65.
20. Hashemi F, Derakhshani R, Bafti SS, Raoof A. Morphometric dataset of the alluvial fans at the southern part of Nayband fault, Iran. *Data in Brief*, 2018, 21, pp. 1756–63.
21. Rahbar R, Shafiei Bafti S, Derakhshani R. Investigation of the tectonic activity of Bazargan Mountain in Iran. *Sustainable Development of Mountain Territories*, 2017, 9(4), pp. 380–6.
22. Fadaie Kermani A, Derakhshani R, Bafti SS. Data on morphotectonic indices of Dashtekhak district, Iran. *Data in brief*, 2017, 14, pp. 782–8.
23. Bull WB, editor Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. *Geomorphology in Arid Regions, Proceeding 8th Annual Geomorphology Symposium, State University New York at Binghamton*, 1977.
24. Ramirez-Herrera MT. Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican volcanic belt. *Earth surface processes and landforms*, 1998, 23(4), pp. 317–32.
25. Saaty TL. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 1977, 15(3), pp. 234–81.

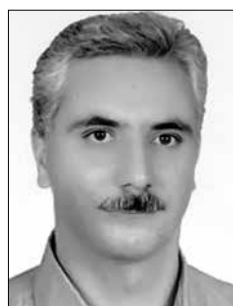
**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ** / Information about authors:

**Давуд БИРДЖАНДИ** – магистр тектоники, факультет геологии, Университет Шахида Бахонара, Керман, Иран.

Тел.: +98 9123362039.  
e-mail: birjandidavood@gmail.com

**Davood BIRJANDI** – MSc Student of Tectonics, Department of Geology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Ph.: +98 9123362039; birjandidavood@gmail.com



**Шахрам Шафией БАФТИ** – доцент кафедры геологии, Университет Шахида Бахонара, Керман, Иран.

Тел.: +98 3433257435.  
e-mail: shafiei\_sharam@uk.ac.ir

**Shahram Shafiei BAFTI** – Associate Professor, Department of Geology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Ph.: +98 3433257435;  
e-mail: shafiei\_sharam@uk.ac.ir



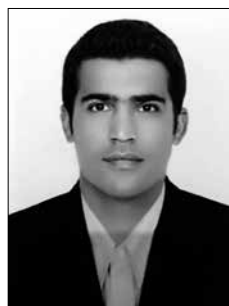
**Реза ДЕРАХШАНИ** – доцент кафедры геологии, Университет Шахида Бахонара, Керман, Иран; Факультет наук о Земле, Утрехтский университет, Утрехт, Нидерланды.

Тел.: +31 30 2535039.  
e-mail: r.derakhshani@uu.nl

**Reza DERAHSHANI** – Associate Professor, Department of Geology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman,

Iran & Department of Earth Sciences, Utrecht University, Utrecht, Netherlands.

Ph.: +31 30 2535039; r.derakhshani@uu.nl



**Хамед ЧАТРУЗ** – аспирант по тектонике, факультет геологии, Университет Шахида Бахонара, Керман, Иран.

Тел.: +98 9392568692.  
e-mail: chatruzhamed@gmail.com

**Hamed CHATRUZ** – Postgraduate in Tectonics, Department of Geology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Ph.: +98 9392568692;  
e-mail: chatruzhamed@gmail.com

## МОРФОТЕКТОНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ ГОЛПАЕГАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА АНР В ГИС-СРЕДЕ

<sup>1</sup>Бирджанди Д.,

<sup>1,2</sup>Дерахшани Р.,\*

<sup>1</sup>Шафией Бафти Ш.,

<sup>1</sup>Хамед Чатруз

<sup>1</sup>Кафедра геологии, Университет Шахида Бахонара, Керман, Керман, Иран

<sup>2</sup>Кафедра наук о Земле, Утрехтский университет, Утрехт, Нидерланды

\* e-mail: r.derakhshani@uu.nl

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-305-314

Пространственные вариации тектонической активности вдоль бассейна дренажа Голпаеган в Иране оцениваются с использованием морфометрических подходов с использованием географической информационной системы, ГИС. Регион Голпаеган расположен в центральной части метаморфической зоны Санандадж-Сирджан, SSMZ, Ирана, где он находится под воздействием ирано-арабского столкновения континентальной плиты. Количественное исследование морфометрических показателей позволяет сравнивать геоморфологические особенности, а также выделять и интерпретировать интенсивность активной тектоники. В этом исследовании

изучаются некоторые морфометрические показатели, такие как извилистость горных фронтов (Smf), огранка горных фронтов (Facet), индекс дна долины (Vf) и индекс отношения долины (отношение V), чтобы иметь возможность зонировать тектоническую активность. уровень в водохранилище Голпаеган, используя преимущества нечеткого метода АНР в среде ГИС.

**Ключевые слова:** науки о Земле, геология, морфометрия, тектоника, геоморфология, Иран.

Статья поступила в редакцию 10.07.2019.



# ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ПОДГОТОВКИ ВЯЖУЩЕЙ ДОБАВКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ БЕТОНОВ

<sup>1,2</sup>Голик В.И.,\*  
<sup>1</sup>Габараев О.З.,  
<sup>3</sup>Качурин Н.М.,  
<sup>3</sup>Стась Г.В.

## Введение

Портландцемент является безальтернативным вяжущим компонентом, благодаря своим технологическим и эксплуатационным свойствам. Наиболее перспективным направлением экономии цемента является частичная замена его альтернативными веществами. К наиболее распространенным промышленным отходам, пригодным для этих целей, относится образующаяся при сжигании угля на тепловых электростанциях зола-унос [1–3]. Зола-унос составляет около 90% угольной золы. Не более 40 % образующейся золы-уноса находит применение в различных отраслях, из которых до 20 % используется при производстве бетона и только небольшая ее часть находит применение в производстве вяжущих.

Зола-унос образуется на тепловых электростанциях при сжигании угольного топлива и состоит из твердых сферических частиц и небольшого количества полых элементов. Основным веществом золы-уноса является силикатное стекло, содержащее оксиды кремния, алюминия, железа и кальция.

Дозировка золы и влияние ее на свойства смешанного цемента в значительной степени зависит от ее химико-минералогического состава. Достоинства золы-уноса в качестве добавки к вяжущему [4–6]:

- связывание извести с повышением коррозионной стойкости бетона;
- проявление вяжущих свойств;
- снижение расхода воды с обеспечением подвижности смеси;
- облегчение процесса укладки бетонной смеси;
- уменьшить тепловыделения и усадки бетона;
- уменьшение опасности трещинообразования.

Введение золы-уноса в бетонную смесь замедляет сроки ее схватывания, что объясняют медленной скоростью гидратации. Бетоны с золой-уноса характеризуются низким водоотделением, меньшей сегрегацией частиц, плотностью и весом бетона. Введение золы-уноса в состав бетона снижает развитие усадочных деформаций при твердении. Состав и структура золы-уноса зависят от свойств сжигаемого топлива и особенностей его сгорания. Применение золы-уноса как побочного материала позволяет существенно экономить затраты на сырье в процессе производства разного вида бетонов.

Область применения золы-уноса:

- в составе тяжелых бетонов для монолитных конструкций как заменитель части песка или части цемента, или как активный улучшающий свойства бетона микро-наполнитель;
- в производстве стеновых блоков и строительстве для повышения агрегативной устойчивости смеси и формирования нужной структуры бетона.

подавляющее большинство работающих на углях ТЭС и ТЭЦ не обеспечены фильтрами и уловителями, поэтому зола вместе со шлаками направляется в шламонакопители, что не позволяет утилизировать ее в производстве бетонов.

Лучшими вяжущими качествами обладает зола от сжигания бурых углей, нередко представляющая собой практически готовое к употреблению вяжу-

УДК: 504.55.054:622(470.6)  
DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-315-320

*При изготовлении бетонной смеси обоснована частичная замена цемента альтернативными веществами на примере применения золы-уноса от сжигания угля на тепловых электростанциях. Приведены результаты определения количественных параметров зависимости между расходом цемента с добавками золы-уноса и прочностью бетонной смеси, что позволяет оптимизировать соотношение вяжущих материалов со снижением расхода цемента при сохранении качества бетона. Приводятся количественные значения оптимальных скоростей перемешивания, полученные экспериментально путем сравнения альтернативных способов перемешивания вручную и в дезинтеграторах.*

## **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

**цемент, зола-унос, бетонная смесь, измельчение, активация, дезинтегратор.**

*Статья поступила в редакцию 24.07.2019.*

<sup>1</sup>Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, Россия

<sup>2</sup>Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН, 362002, г. Владикавказ, Россия, v.i.golik@mail.ru

<sup>3</sup>Тулский государственный университет, 300012, г. Тула, Россия,

щее. Качество вяжущих компонентов определяется сравнением ее свойств с промышленными цементами (рис. 1) [7; 8].

**Цель исследований.** Определение зависимости прочности бетона от расхода цемента с вяжущими добавками в виде золы-уноса тепловых электростанций, применяемыми для приготовления бетонных смесей.

#### Методика исследований

В рамках исследования оценивали эффективность операции перемешивания компонентов бетонных смесей, включающих в свой состав цементно-зольную смесь, хвосты обогатительной фабрики и воду.

В первой серии исследования золу-унос активировали совместно с цементом в дезинтеграторе УДА-10 с четырехрядными ударно-лопастными роторами со скоростью вращения 3000 об/мин (суммарная линейная встречная скорость – 46,5 м/с). Расход воды – 400 кг/м<sup>3</sup>.

Образцы второй серии исследования изготовили из таких же компонентов после обработки смеси цемента и золы-уноса в дезинтеграторе аналогично первому опыту, но компоненты смеси смешивали вручную. Расход воды – 400 кг/м<sup>3</sup>.

В третьей серии исследований перемешанные вручную компоненты смеси активировали в дезинтеграторе Д-27 с применением трехрядных лопастных самофутерующихся роторов при различных оборотах. Сначала смесь перемешивали вручную, а затем провели ее обработку при помощи лопастной быстроходной мешалки при режиме 3500 об/мин в течение трех минут (табл. 1).

Максимальная скорость обработки соответствовала 30–40 м/с (перемешивание) и 100 м/с (измельчение).

Состав твердеющей смеси (на 1 м<sup>3</sup>):

- цемент М 400	- 120 кг	- зола-унос Рефтинской ГРЭС- 300 кг
- хвосты обогащения	- 357 кг	- вода - 490 л.

Таблица 1 / Table 1

#### Прочность твердеющей смеси с перемешиванием вручную и активацией

The strength of the hardening mixture with mixing by hand and activation

Линейная встречная скорость, м/с Linear counter velocity, m/s	Предельное напряжение сдвига, Па Critical shear stress, Pa	Коэффициент отстоя воды, % Coefficient of sludge water, %	Прочность смеси, МПа Strength of a mix, MPa		
			возраст, сут. / age, day		
			7	14	28
30	123	90,3	0,50	1,8	3,4
40	117	91,2	0,52	1,9	2,7
50	110	90,3	0,56	1,4	2,5
60	107	88,7	0,53	1,1	2,4
80	105	89,3	0,48	1,1	2,7
100	108	90,6	0,50	1,5	3,9

#### Результаты исследований

В результате проведения первой серии опытов получены результаты, приведенные в табл. 2.

Установлено, что при расходе цемента 150 и 160 кг/м<sup>3</sup> и интенсивном перемешивании прочность смеси с увеличением количества золы-уноса возрастает.

В ходе проведения второй серии исследований, где компоненты смеси смешивали вручную, приведены в табл. 3.

Установлено, что при перемешивании смеси вручную прочность значительно ниже, чем при интенсивном перемешивании. При этом прочность смесей при увеличении расхода золы увеличивается (табл. 3).

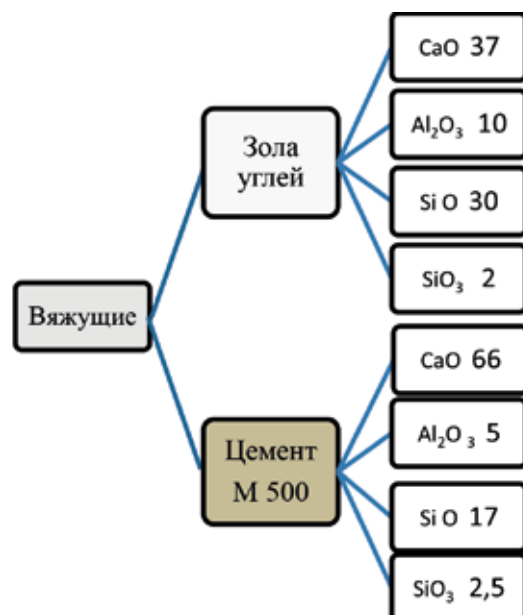


Рис. 1. Содержание вяжущих компонентов, %  
Fig. 1. The content of the binding components, %

Таблица 2 / Table 2

**Прочность твердеющей смеси с перемешиванием смеси в дезинтеграторе**  
*Strength of the hardening mixture while mixing in the disintegrator*

Компоненты смеси, кг/м <sup>3</sup> <i>Components of the mixture, kg/m<sup>3</sup></i>				Прочность смеси, МПа <i>Strength of the mixture, MPa</i>		
				возраст, сут. / age, day		
цемент <i>Cement</i>	зола <i>Ash</i>	хвосты <i>Tailings</i>	вода <i>Water</i>	7	14	28
170	-	1240	430	0,40	1,2	1,3
160	100	1090	480	1,0	1,6	2,0
	200	940	490	1,4	2,6	3,5
	300	800	500	2,2	3,6	5,3
150	200	960	490	1,2	1,9	2,9
	300	800	500	1,6	2,4	4,0
	400	670	500	1,9	3,5	5,2
	500	530	500	2,5	4,0	6,0

Таблица 3 / Table 3

**Прочность твердеющей смеси с перемешиванием вручную**  
*Strength of the hardening mixture with manual stirring*

Компоненты смеси, кг/м <sup>3</sup> <i>Components of the mixture, kg/m<sup>3</sup></i>				Прочность смеси, МПа <i>Strength of the mixture, MPa</i>		
				возраст, сут. / age, day		
цемент <i>Cement</i>	зола <i>Ash</i>	хвосты <i>Tailings</i>	вода <i>Water</i>	7	14	28
160	300	820	490	0,63	0,99	2,1
140	300	640	490	0,56	0,37	1,9
120	300	860	490	0,39	0,71	1,6
100	300	870	490	0,27	0,60	1,3
140	400	700	490	0,59	1,00	2,1
120	400	720	490	0,45	0,82	1,8
100	400	740	490	0,32	0,69	1,4
120	500	590	490	0,51	0,93	2,0
100	500	600	490	0,38	0,82	1,7

Результаты третьей серии испытаний приведены в табл. 4.

Таблица 4 / Table 4

**Прочность смеси при различных режимах перемешивания компонентов**  
*Strength of the mixture at different mixing modes of components*

Линейная встречная скорость, м/с <i>Linear counter velocity, m/s</i>	Предельное напряжение сдвига, Па <i>Critical shear stress, Pa</i>	Прочность смеси, МПа <i>Strength of a mix, MPa</i>		
		возраст, сут. / age, day		
		7	14	28
30	430	0,5	1,8	3,4
40	120	0,5	1,9	2,7
-	130	0,4	0,7	1,6

Определено, что прочность бетона при интенсивном перемешивании в дезинтеграторе увеличивается в 1,5–2 и более раза. Оптимальным режимом для перемешивания является скорость 30–40 м/с. Дальнейшее увеличение скорости вращения роторов дезинтегратора нецелесообразно [9–12].

Сохранение прочности бетонной смеси при уменьшении расхода вяжущих материалов за счет интен-

сивного перемешивания в дезинтеграторе предоставляет возможность эффективнее использовать энергию процесса и увеличивать прочность бетона в том случае, когда добавление цемента сверх оптимального для набора прочности его количества не обеспечивает приращения прочности [13–16].

Результаты исследования представляют интерес при изготовлении бетонов для заполнения технологических пустот, образованных выемкой полезных ископаемых в процессе подземной разработки месторождений.

Рекомендуемый феномен экономии расходов на приготовление бетонной смеси слагает существенный экономический эффект [17–20].

### Заключение

Добавка зол-уноса к цементу при изготовлении бетонных смесей является реальным направлением удешевления стоимости бетонов и снижения нагрузки на окружающую среду. Эффективность этой добавки существенно зависит от режима перемешивания ингредиентов при их активации в дезинтеграторе.

### ЛИТЕРАТУРА:

- McCarthy M.J., Dhir R.K. Development of high volume fly ash cements for use in concrete construction // *Fuel*. 2005. Vol. 84, Issue 11. Pp. 1423–1432.
- Mirza J., Mirza M.S., Roy V., Saleh K. Basic rheological and mechanical properties of high-volume fly ash grouts // *Construction and Building Materials*. 2002. Vol. 16, Issue 6. Pp. 353–363.
- Ляшенко В.И. Совершенствование природоохранных технологий и технических средств для горнорудной промышленности при разработке урановых месторождений // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2008. N4. С. 92–96.
- Atis C. D. Strength properties of high-volume fly ash roller compacted and workable concrete, and influence of curing condition // *Cement and Concrete Research*. 2005. No.35. Pp. 1112–1121.
- Дмитрак Ю.В., Камнев Е.Н. АО «Ведущий проектно-исследовательский и научно-исследовательский институт промышленной технологии» - путь длиной в 65 лет // *Горный журнал*. 2016. N 3. С. 6–12.
- Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Irina G. Improving the effectiveness of explosive breaking on the bade of new methods of borehole charges initiation in quarries // *Metallurgical and Mining Industry*. 2015. T. 7. N 7. С. 383–387.
- Дмитрак Ю.В., Цидаев Б.С., Дзапаров В.Х., Харебов Г.Х. Влияние режима перемешивания компонентов при изготовлении смесей с добавкой золы-уноса // *Вектор ГеоНаук*. 2019. Т. 2. N 1. С. 83–89.
- Совместная утилизация отходов обогащения при комплексном освоении месторождений многокомпонентных руд / Д.Н. Радченко, В.С. Лавенков, В.В. Гавриленко, Е.А. Емельяненко // *Горный журнал*. 2016. N 12. С.87–93.
- Прокопов А.Ю., Масленников С.А., Шинкарь Д.И. К вопросу о влиянии технологических факторов на деформационные характеристики бетона в многослойной крепи // *Научное обозрение*. 2013. N11. С. 97–102.
- Filho J. H., Medeiros, M.H.F., Pereira, E. et al. High-volume fly ash concrete with and without hydrated lime: chloride diffusion coefficient from accelerated test // *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2013. Vol. 25, Issue 3. P. 411–418.
- Lam L., Wong Y.L., Poon C.S., 2000. Degree of hydration and gel/space ratio of high-volume fly ash/cement systems // *Cement and Concrete Research*. 2000. Vol. 30, Issue 5. Pp. 747–756.
- Rashad A. M. Potential use of phosphogypsum in alkaliactivated fly ash under the effects of elevated temperatures and thermal shock cycles // *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 87. Pp. 717–725.
- Shaikh F. U.A., Supit S.W.M. Mechanical and durability properties of high volume fly ash (HVFA) concrete containing calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) nanoparticles // *Construction and Building Materials*. 2014. Vol. 70. Pp. 309–321.
- Golik V.I., Razorenov Y.I., Polukhin O.N. Metal extraction from ore beneficiation codas by means of lixiviation in a disintegrator // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. T. 10. N 17. С. 38105–38109.
- Голик В.И., Дмитрак Ю.В., Хмелевский М.В., Стась П.П. Режим перемешивания компонентов при изготовлении бетона с добавкой золы уноса // *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. 2019. N 1. С. 201–210.
- Рыльникова М.В., Радченко Д.Н. Методологические аспекты проектирования системы управления минерально-сырьевыми потоками в полном цикле комплексного освоения рудных месторождений // *Рациональное освоение недр*. 2016. N3. С. 36–41.
- Сорокожердьев В.В., Хашева З.М. Ускоренная динамика российского общества: актуальные аспекты экономики, политики и права // *Экономическая наука современной России*. 2013. N 1 (60). С. 119–121.
- Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Zaalishvili V. Enhancement of lost ore production efficiency by usage of canopies // *Metallurgical and Mining Industry*. 2015. T. 7. N 4. С. 325–329.
- Молев М.Д., Трегулова Н.Г. Экономика и анализ деятельности предприятий: учебное пособие. Ростов-на-Дону, 2011. 476 с.
- Плешко М., Месхи Б., Плешко М. Новый метод расчета объединенной анкер-бетонной опоры подземных сооружений, МАТЕС Web of Conferences, 170, 03023 (2018).
- Голик В.И., Дмитрак Ю.В., Хмелевский М.В., Стась П.П. Режим перемешивания компонентов при изготовлении бетона с добавкой золы уноса // *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. 2019. N 1. С. 201–210.
- Дмитрак Ю.В., Цидаев Б.С., Дзапаров В.Х., Харебов Г.Х. Влияние режима перемешивания компонентов при изготовлении смесей с добавкой золы-уноса // *Вектор ГеоНаук*. 2019. Т. 2. N 1. С. 83–89.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / Information about author:**

**ГОЛИК Владимир Иванович** – доктор технических наук, профессор кафедры «Горное дело», Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, Россия; главный научный сотрудник Геофизического института – Филиала Владикавказского научного центра РАН,

362002, г. Владикавказ, Россия.

e-mail: v. i. golik@mail.ru

*Vladimir I. GOLIK – Doctor of Technical Sciences, Professor of Mining Department, North-Caucasian Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Russia; Chief researcher of Geophysical Institute – Branch of Vladikavkaz Scientific Center of RAS, 362002, Vladikavkaz, Russia.*

*e-mail: v.i.golik@mail.ru*



**ГАБАРАЕВ Олег Знаурович** – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Горное дело», Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет).

362021, г. Владикавказ, Россия.

*Oleg Z. GABARAEV – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Department of Mining, North-Caucasian Mining and Metallurgical Institute (State Technological University).*

*362021, Vladikavkaz, Russia.*



**КАЧУРИН Николай Михайлович** – зав. кафедрой «Геотехнологии и строительства подземных сооружений», Тульский государственный университет.

300012, г. Тула, Россия.

*Nikolay M. KACHURIN – Head. Department of "Geo-Technologies and Construction of Underground Structures", Tula State University. 300012, Tula, Russia.*



**СТАСЬ Галина Викторовна** – доцент кафедры «Геотехнологии и строительство подземных сооружений», Тульский государственный университет.

300012, г. Тула, Россия.

*Galina V. STAS – Associate Professor of "Geo-Technology and Construction of Underground Structures", Tula State University.*

*300012, Tula, Russia.*

## INFLUENCE OF THE BINDER PREPARATION MODE IN THE CONCRETES MANUFACTURE

<sup>1,2</sup> V. I. Golik,\*

<sup>1</sup> O. Z. Gabaraev,

<sup>3</sup> N.M.Kachurin,

<sup>3</sup> G. V. Stas

<sup>1</sup>North-Caucasian Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Russia

<sup>2</sup>Geo-Physical Institute – Branch of Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 362002, Vladikavkaz, Russia, v.i.golik@mail.ru

<sup>3</sup> Tula State University, 300012, Tula, Russia

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-315-320

When replacing expensive and scarce cement for the preparation of concrete mixtures, one of the promising alternative binders is fly ash which is formed when coal is burned at thermal power plants. The feasibility of such a replacement depends on the results of studies of the effect of the number of additives of complex binders of different types to cement on the strength of concrete mixtures.

The aim of the research was to determine the dependence of concrete strength on cement consumption with fly ash additives, which allows to evaluate the effect of reduc-

ing cement consumption while maintaining the quality of concrete.

As part of the research, the efficiency of the mixing operation of concrete mixtures components, which significantly affects the physical and mechanical properties of concrete products, was evaluated. So, it is determined that when the intense components mixing of concrete mix in the disintegrator concrete strength increases 1,5-2 and more times.

It is established that the optimal mode for mixing the con-

crete mixture in the disintegrator is the relative velocity of particle collision of 30 - 40 m/s, and a further increase in this velocity is impractical. The results of determining the quantitative parameters of the dependence between the flow rate of cement with fly ash additives and the strength of the concrete mixture are the basis for optimizing the ratio of binder and inert components with a decrease in cement consumption while maintaining the desired quality of concrete.

The quantitative values of optimal speeds of mixing are obtained experimentally by comparing alternatives by mixing manually or in the disintegrator.

Partial replacement of cement with alternative substances is a promising direction to reduce the deficit of binders not only to ensure the volume of preparation of concrete, but also to reduce the load on the environment. With the intense components mixing in the disintegrator concrete strength increases 1.5-2 and more times.

The results of the study are of interest in the manufacture of concrete to fill technological voids formed by the excavation of minerals in the process of underground mining.

The proposed technology is a reserve for obtaining economic effect in the modernization of mining and related industries.

**Keywords:** cement, fly ash, concrete mixture, mixing, grinding, activation, disintegrator.

#### References

1. McCarthy M. J., Dhir, R. K. Development of high volume fly ash cements for use in concrete construction. *Fuel*, 2005, Vol. 84, Issue 11, pp. 1423–1432.
2. Mirza, J., Mirza M. S., Roy, V., Saleh K. Basic rheological and mechanical properties of highvolume fly ash grouts. *Construction and Building Materials*, 2002, vol. 16, issue 6, pp. 353–363.
3. Lyashenko V. I. Improvement of environmental technologies and technical means for the mining industry in the development of uranium deposits. *Metallurgical and mining industry*, 2008, no. 4, pp. 92–96.
4. Atis C. D. Strength properties of high volume fly ash roller compacted and workable concrete, and influence of curing condition. *Cement and Concrete Research*, 2005, no.35, pp. 1112–1121.
5. Dmitruk Y. V., Kamnev E. N. JSC "Leading design and survey and scientific research Institute of industrial technology" - a Journey of 65 years. *Mining Journal*, 2016, no. 3, pp. 6–12.
6. Hoevel V., Komashchenko V., Morkun V., Irina G. Improving the effectiveness of explosive breaking on the bade of new methods initiation of borehole charges in quarries. *Metallurgical and Mining Industry*, 2015, Vol. 7, no. 7, pp. 383–387.
7. Dmitruk Y. V., Tsidaev B. S., Dzaparov V. Kh., Kharebov G. Kh. Influence of mixing mode of components in the manufacture of mixtures with the addition of fly ash. *Vector of Geosciences*, 2019, vol.2, no. 1, pp. 83–89.
8. Radchenko N., Levenkov S. Gavrilenkov V., Emelyanenko E. A. Joint disposal of tailings during the complex development of deposits of multi-component ores. *Mountain magazine*, 2016, no. 12, pp. 87–93.
9. Prokopov A. Yu., Maslennikov S. A., Shinkar D. I. On the influence of technological factors on the deformation characteristics of concrete in multilayer support. *Scientific review*, 2013, no. 11, pp. 97–102.
10. Filho J. H., Medeiros, M. H. F., Pereira, E. et al. High-volume fly ash concrete with and without hydrated lime: chloride diffusion coefficient from accelerated test. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2013, vol. 25, issue 3, pp. 411–418.
11. Lam L., Wong Y. L., Poon C. S., 2000. Degree of hydration and gel/ space ratio of high volume fly ash/cement systems. *Cement and Concrete Research*, 2000, Vol. 30, Issue 5, pp. 747–756.
12. Rashad A. M. Potential use of phosphor-gypsum in alkali-activated fly ash under the effects of elevated temperatures and thermal shock cycles. *Journal of Cleaner Production*, 2015, Vol. 87, pp. 717–725.
13. F. U. A. Shaikh, S. W. M. Supit Mechanical and durability properties of high volume fly ash (HVFA) concrete containing calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) nanoparticles. *Construction and Building Materials*, 2014, Vol. 70, pp. 309–321.
14. Golik V.I., Razorenov Y. I., Polukhin O. N. Metal extraction from ore beneficiation codas by means of lixiviation in a disintegrator. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2015, V. 10, no. 17, pp. 38105–38109.
15. Golik V. I., Dmitruk Yu. V., Khmelevskiy M. V., Stas P. P. Mixing mode of components in the manufacture of concrete with the addition of fly ash. *Proceedings of Tula State University, Earth Science*, 2019, no. 1, pp. 201–210.
16. Ryl'nikova M. V., Radchenko D. N. Methodological aspects of the design of control system of mineral raw material flows in the full cycle of complex development of ore deposits. *Rational development of mineral resources*, 2016, no.3, pp. 36–41.
17. Sorokozherdiev V. V., Khasheva Z. M. The fluent dynamics of Russian society: actual aspects of Economics, politics and law. *Economic science of modern Russia*, 2013, no. 1 (60), pp. 119–121.
18. Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Zaalishvili V. Enhancement of lost ore production efficiency by usage of canopies. *Metallurgical and Mining Industry*, 2015, vol. 7, no. 4, pp. 325–329.
19. Molev M. D., Tregulova N. G. Economics and analysis of enterprises: textbook. *Rostov-on-don*, 2011, 476 p
20. Pleshko M., Meskhi B., Pleshko M. New method of calculating the combined anchor-concrete pillars of the underground structures, *MATEC Web of Conferences*, 2018, 170, 03023.
21. Golik V., Dmitruk Y.V., Khmelevskiy V., Stas P.P. Mixing mode of components in the manufacture of concrete with the addition of fly ash. *Proceedings of Tula State University, Earth Science*, 2019, no. 1, pp. 201–210.
22. Dmitruk Y. V., Tsidaev B. S., Dzaparov V. Kh., Kharebov G. H. Effect of mixing components mode in the manufacture of mixtures with the addition of fly ash. *Vector of Geosciences*, 2019, vol.2, no. 1, pp. 83–89.

Article received 24.07.2019.

# КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

<sup>1</sup>Клюев Р.В.,  
<sup>1</sup>Босиков И.И.\*,  
<sup>2</sup>Майер А.В.

**Введение.** В настоящее время для разработки эффективных технологий переработки полезного компонента необходимо определить: способ переработки руд, наличие различных технологических типов и сортов руд, требующих различных способов переработки; технологические режимы переработки на всех этапах: а) рудоподготовки (шихтовка, обогащение, сортировка), б) измельчения (иногда целесообразно применение в несколько этапов); меры по предотвращению отрицательных экологических последствий переработки руд; показатели переработки руд.

Под технологическими свойствами сырья понимают способность добытого из недр сырья превращаться в процессе первичной переработки в новый, более ценный товарный продукт. Как правило, такая переработка заключается в отделении тем или иным способом ценных минералов от минералов пустых пород, при котором содержание ценного компонента в конечном продукте по сравнению с исходной массой существенно повышается. В некоторых случаях ценный элемент или минерал выделяются при переработке в относительно чистом виде.

Решение о внедрении новых технологий принимается на основе их детальной оценки по совокупности технологических, экономических, техногенных и других факторов, имеющих значение для горно-перерабатывающей промышленности горного региона, его населения и природного комплекса в целом.

Традиционные технологии переработки, включающие в себя стандартный набор геолого-технических мероприятий смогли в некоторой степени остановить нисходящую тенденцию в исследовании полезных компонентов [1–3].

**Цель исследований.** Изучение взаимосвязи состава, структуры, физических свойств и генетических особенностей минерального вещества с технологическими свойствами полезных компонентов Джекказганского месторождения.

## Методика исследований

Содержание элементов Cu, Pb, Zn, Ag, Rb, Sr, Zr, Ba было выявлено химическим и рентгенфлуоресцентным анализами. При этом содержание элементов Cu, Pb, Zn, Ag рассчитывали по нормальному закону распределения, а погрешность рентгенфлуоресцентного анализа подчинялась логарифмически нормальному закону распределения. Для остальных химических элементов рассчитывались среднегеометрические значения содержаний ( $C=10^{\log s}$ ) и стандартные множители ( $\epsilon=10^{\text{slog}}$ ), где  $\log s$  и  $\text{slog}$  – среднеарифметическое содержание и среднеквадратичное отклонение в десятичных логарифмах [1–5].

С целью определения типоморфного комплекса элементов рассчитывали коэффициенты концентрации  $K_c$ , которые определялись минералогической специализацией пород [5–10]. Используя данные рассчитанных статистических параметров, производили расчет коэффициента концентрации по формуле:

<sup>1</sup>Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, Россия, igor.boss.777@mail.ru

<sup>2</sup>Высшая нефтяная школа Института нефти и газа при Югорском государственном университете, 628012, г. Ханты-Мансийск, г. Тюмень, Россия

УДК: 622.272

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-321-330

*Существует необходимость в проведении комплексного анализа качества, взаимосвязи состава, структуры, физических свойств и генетических особенностей минерального вещества с технологическими свойствами полезных ископаемых на примере Джекказганского месторождения, что и стало целью исследований. Результаты проведенных исследований позволяют эффективно принять организационно-технологические решения для правильного выбора новых технологий горно-перерабатывающего комплекса. Особенность исследований состоит в том, что предложенная методика может использоваться на месторождениях горных территорий Северного Кавказа.*

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

*оценка, анализ качества и зональности руд, эффективность, минералогический анализ, технологии переработки.*

Статья поступила в редакцию 19.04.2019.

$$K_k = \frac{C_{cp}}{C_L} \quad (1)$$

где  $C_{cp}$  – среднегеометрическое (арифметическое) значение содержаний элементов в руде,  $C_L$  – значение кларка литосферы.

Если значение  $K_k > 1$ , это значит, что элемент накапливается на исследуемом участке.

Для определения силы и направления линейной связи между элементами рассчитывали коэффициент корреляции по формуле:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{(n-1) \cdot s(x) \cdot s(y)} \quad (2)$$

где  $x_i, y_i$  – классы значений;  $n$  – число пар значений;  $S$  – стандартное отклонение;  $\bar{x}, \bar{y}$  – средние арифметические значения.

Значение коэффициента корреляции изменялось в интервале [-1;+1]. Сила корреляционной связи – средняя ( $r = 0,5 - 0,7$ ).

Расчет корреляционных связей между элементами и построение дендрограмм проводились в программе ASOD.

#### Результаты исследований

Проводились исследования минералогической характеристики пород, содержащие три пачки: породы кварц-карбонатные (пкм), породы кварц-сидеритовые, являющиеся маркирующими для рудоносного горизонта (пс), минерализованные породы приконтактных рудных зон (мз).

Значения основных статистических параметров элементов (Cu, Pb, Zn в %, Ag, Rb, Sr, Zr, Ba в г/т) в различных участках пород Джекказганского месторождения, приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, содержания элементов изменяются в узких пределах. Наибольшая изменчивость отмечается у элементов Fe, Ba; остальные элементы в породах распределяются равномерно.

Рассчитывали коэффициенты концентрации для пород относительно Кларка литосферы (Cu, Pb, Zn в %, Ag, Rb, Sr, Zr, Ba в г/т). Результаты расчетов представлены в табл. 2 и на рис. 1.

Анализируя коэффициенты концентрации пород, можно сделать вывод о том, что исследуемые породы обогащены элементами Ag (469), Pb (361,92), Zn (37,12), Zr (20,05), Fe (3,65), и обеднены элементами Rb, Sr, Ba.

Чтобы выявить различие между коэффициентами концентрации вмещающих и измененных пород, находим соотношение между ними (табл. 3 и рис. 2).

Из данных расчетов видно, что измененные и вмещающие породы различаются по содержанию элементов Cu, Pb, Zn, Ag, причем данные элементы преобладают в измененных породах. Что касается элементов Zr и Ba, то содержания их практически одинаковые, а такие элементы, как Rb и Sr содержатся больше во вмещающих, чем в измененных породах. Делаем вывод, что измененные породы более обогащены рудными элементами, чем вмещающие породы [5–10].

Далее проводились исследования полезного компонента, представленного четырьмя пачками: руда бедная или рудные прослои во вмещающих кварц-карбонатных породах (рбк), руда бедная или рудные прослои во вмещающих кварц-сидеритовых породах (рбс), руда богатая в кварц-карбонатных породах (рк), руда богатая в кварц-сидеритовых породах (рс).

Таблица 1 / Table 1

#### Значения основных статистических параметров элементов в породах Джекказганского месторождения

Values of the main statistical parameters of the elements in the rocks of the Dzhzhkazgan deposit

Элемент Element	Кварц-карбонатные породы Quartz carbonate breeds				Кварц-сидеритовые породы Quartz siderite breeds				Минерализованные породы Mineralized breeds			
	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}^*$	$S/\varepsilon \pm 1$	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}^*$	$S/\varepsilon \pm 1$	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}^*$	$S/\varepsilon \pm 1$
Cu	0,01	0,4	0,15	0,662	0,01	0,62	0,58	1,01	0,01	0,8	0,55	1,435
Pb	0,01	0,3	0,12	0,66	0,01	0,6	0,31	0,49	0,02	0,89	0,29	0,436
Zn	0,29	6,33	0,78	1,008	1,09	31,4	16,9	4,95	0,79	27,7	12,4	6,456
Rb	42	120	67,1	1,181	1,05	285	31,0	2,29	1,7	134	48,0	2,210
Sr	1,7	175	112	1,819	0,11	95	17,7	2,73	0,48	123	14,1	3,169
Zr	0,01	83	42,7	3,959	3,6	106	41,4	2,54	0,01	161	27,5	2,416
Ag	1	81	18,7	2,451	2,5	263	32,2	2,42	0,01	267	20,4	2,794
Ba	3	1723	481	2,926	8,3	2884	896,	6,77	3	3239	383	6,107

Примечание:  $C_{cp}^*$  для Cu, Pb, Zn, Ag – среднее арифметическое, для Rb, Sr, Zr, Ba – среднее геометрическое значение.  
Note:  $C_{cp}^*$  for Cu, Pb, Zn, Ag – arithmetic mean, for Rb, Sr, Zr, Ba – geometric mean.



Коэффициенты концентрации пород относительно Кларка литосферы  
Concentration factors of rocks relative to Clark lithosphere

Элемент Element	Кварц-карбонатные породы (пкм) Quartz carbonate breeds (bqc)	Кварц-сидеритовые породы (пс) Quartz siderite breeds (bs)	Минерализованные породы (мз) Mineralized breeds (mb)
Cu	94,45552	361,9285	343,567
Pb	14,845	37,12166	34,79573
Zn	0,167371	3,654225	2,67348
Rb	0,4411	0,1556	0,2553
Sr	0,3081	0,0353	0,0415
Zr	20,049	0,1853	0,1623
Ag	247,14	469	291,4
Ba	0,5197	0,5729	0,5906

Таблица 3 / Table 3

Соотношение коэффициентов концентрации пород друг к другу  
The ratio of the concentration ratios of rocks to each other

Элемент Element	Измененная порода / вмещающая порода Modified breed / Host breed
Cu	1,77
Pb	1,58
Zn	7,31
Rb	0,27
Sr	0,2
Zr	1,14
Ag	2,89
Ba	1,05

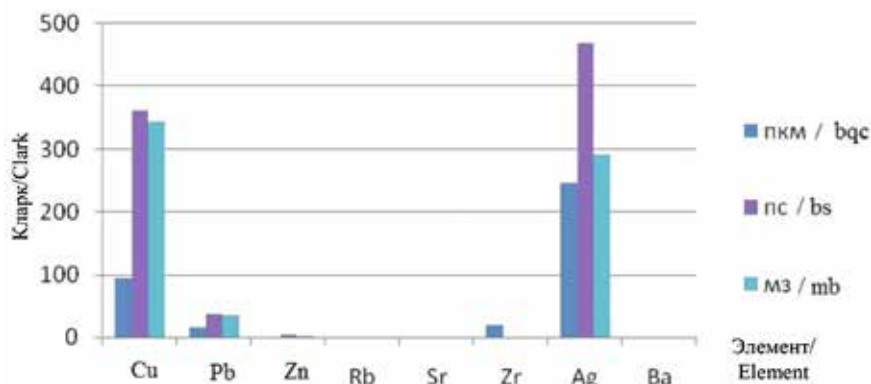


Рис. 1. Коэффициенты концентраций пород относительно Кларка литосферы, по месторождению

Fig. 1. Concentration factors of rocks relative to Clark lithosphere, by field

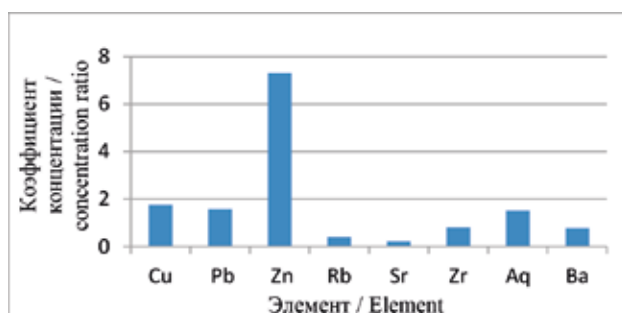


Рис. 2. Соотношение коэффициентов концентраций пород  
Fig. 2. The ratio of the concentration ratios of rocks

Значения основных статистических параметров элементов (Cu, Pb, Zn в %, Ag Rb, Sr, Zr, Ba в г/т) по типам руд месторождения приведены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, содержания ряда элементов колеблются в довольно широких пределах. Наибольшая изменчивость в целом по руде отмечается у элементов Cu, Pb, Zn, Ag, Ba; наименьшая – у Rb, Sr, Zr.

Для оценки обогащения или обеднения рудовмещающих пород элементами относительно друг друга, были рассчитаны соотношения коэффициентов концентрации между породами [10–15]. Результаты расчетов приведены в табл. 5 и рис. 3.

Анализируя результаты соотношений руд, делаем следующие выводы:

- из богатых руд наиболее представительными являются руды в сидеритовых породах, в них содержание Zn, Cu и Ag самое высокое, но содержание Pb в сидеритовых породах ниже, чем в карбонатных;

- что касается бедных руд, то здесь содержание руд в сидеритовых породах выше, относительно карбонатных руд, по всем главным элементам, но в карбонатных породах наблюдаются повышенные содержания Rb, Sr, Zr, Ba [10–15].

Отличия в содержаниях измененных и вмещающих пород приведены в табл. 6 и рис. 4.

Из табл. 6 и рис. 4 видно, что содержания таких элементов как Cu, Pb, Zn, Fe, Ag, Zr в рудах увеличиваются в десятки раз, а Rb, Sr, Ba выносятся из руды.

Значения основных статистических параметров элементов в рудах месторождения  
The values of the main statistical parameters of the elements in the ore of the deposit

Элемент Element	Руда бедная или рудные прослои во вмещающих кварц-карбонатных породах (рбк) / Poor ore or ore beds in host quartz-carbonate rocks (rbp)				Руда бедная или рудные прослои во вмещающих кварц-сидеритовых породах (рбс) / Poor ore or ore beds in host quartz siderite rocks (rsp)			
	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$
Cu	1,01	2,65	2,1	3,418	1,2	2,9	2,4	4,92
Zn	0,065	2,5	0,45	0,66	0,05	2,68	1,51	2,53
Zn	1,09	27,74	13,46	7,42	0,01	29,99	17,44	4,61
Rb	1	134	25,02	2,79	1	92	12,23	2,55
Sr	0,13	107	10,65	3,55	0,07	61	7,82	3,32
Zr	4,08	89	25,71	2,22	1	94	14,17	2,87
Ag	1	193	24,57	2,76	1	257	39,42	2,39
Ba	58	4845	1074,3	2,64	1	3577	161,76	7,45
Элемент Element	Руда богатая в кварц-карбонатных породах (рк) / Ore rich in quartz-carbonate rocks (rc)				Руда богатая в кварц-сидеритовых породах (рс) / Ore rich in quartz-siderite rocks (rs)			
	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$
Pb	3,05	47,45	11,29	8,65	3,1	37,95	7,99	6,48
Zn	0,005	19,58	1,01	1,93	0,03	20,25	1,41	2,41
Fe	1,55	20,51	11,31	3,12	1,29	31,23	18,22	3,97
Rb	0,005	79	17,45	2,54	1	70	9,57	2,60
Sr	0,005	75	12,67	4,22	0,01	62	7,48	2,70
Zr	2	258	65,39	2,39	0,01	451,84	38,05	3,26
Ag	0,12	274	18,35	7,46	1	257	60,38	2,08
Ba	24	7544	720,58	4,15	0,76	5094	141,68	6,45

**Примечание.**  $C_{cp}^*$  – среднее арифметическое значение для Cu, Pb, Zn, Ag; среднее геометрическое – для Rb, Sr, Zr, Ba.  
Note.  $C_{cp}^*$  for Cu, Pb, Zn, Ag – arithmetic mean, for Rb, Sr, Zr, Ba – geometric mean.

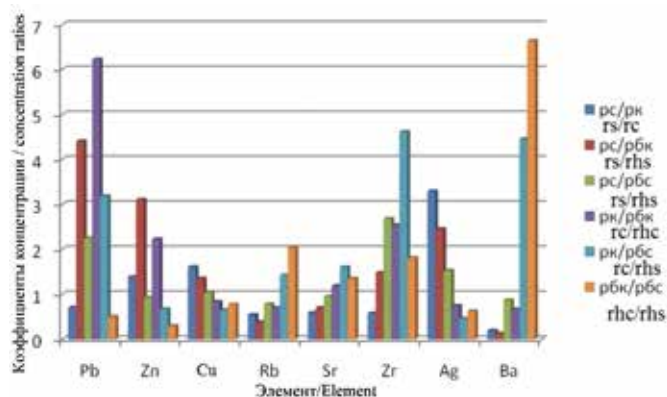


Рис. 3. Коэффициенты концентрации типов руд относительно друг друга

Fig. 3. Concentration coefficients of ore types relative to each other

Проанализировав все вышеперечисленные таблицы и диаграммы, сделан вывод:

- измененные породы и сами руды по отношению к Кларку литосферы обогащаются элементами Pb, Zn, Fe, Ag и обедняются элементами Rb, Sr, Zr, Ba;

- на основании данных результатов по литологическому признаку руды практически не различаются, поэтому в дальнейшем статистические параметры

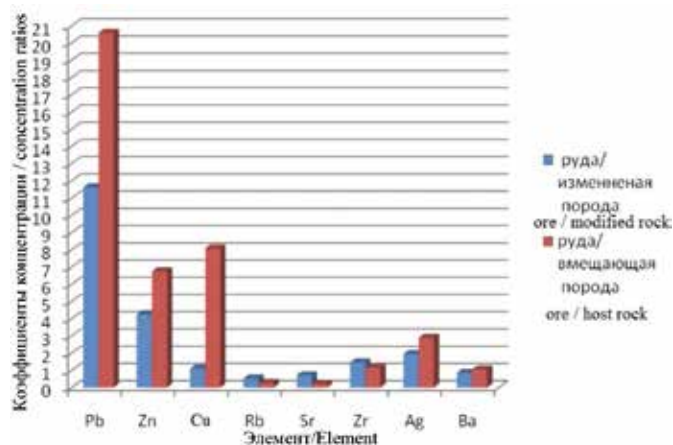


Рис. 4. Коэффициенты концентраций измененных и вмещающих пород относительно руд

Fig. 4. Concentration coefficients of altered and host rocks regarding ores

рассчитывались по минералогическому признаку по каждому горизонту отдельно.

Результаты расчетов значений основных статистических параметров элементов в рудах (Cu, Pb, Zn в %, Ag, Rb, Sr, Zr, Ba в г/т) представлены в табл. 7.

Чтобы понять, как изменяются содержания с глубиной (по горизонтам) строим графики и тренды распределения по главным элементам (рис. 5–7).

Таблица 5 / Table 5

Соотношение коэффициентов концентрации типов руд  
Concentration coefficients of ore types relative to each other

Элемент Element	Руда богатая в кварц-сидеритовых породах (рс) / руда бедная во вмещающих кварц-карбонатных породах (рбк)	Руда богатая в кварц-сидеритовых породах (рс) / руда бедная во вмещающих кварц-сидеритовых породах (рбс)	Руда богатая в кварц-карбонатных породах (рк) / руда бедная во вмещающих кварц-карбонатных породах (рбк)	Руда богатая в кварц-карбонатных породах (рк) / руда бедная во вмещающих кварц-сидеритовых породах (рбс)	Руда бедная во вмещающих кварц-карбонатных породах (рбк) / руда бедная во вмещающих кварц-сидеритовых породах (рбс)
	<i>Ore rich in quartz-siderite rocks (rs) / Poor ore in host quartz-carbonate rocks (rhc)</i>	<i>Ore rich in quartz-siderite rocks (rs) / Poor ore in host quartz-siderite rocks (rhs)</i>	<i>Ore rich in quartz-carbonate rocks (rc) / Poor ore in host quartz-carbonate rocks (rhc)</i>	<i>Ore rich in quartz-carbonate rocks (rc) / Poor ore in host quartz-siderite rocks (rhs)</i>	<i>Poor ore in host quartz-carbonate rocks (rhc) / Poor ore in host quartz-siderite rocks (rhs)</i>
Cu	0,73	2,2	6,2	3,18	0,51
Pb	1,36	0,9	2,2	0,67	0,3
Zn	1,68	1,04	0,84	0,64	0,77
Rb	0,54	0,78	0,69	1,42	2,04
Sr	0,59	0,95	1,18	1,6	1,35
Zr	0,58	2,68	2,54	4,61	1,81
Ag	3,29	1,53	0,74	0,46	0,62
Ba	0,19	0,87	0,67	4,45	6,64

Таблица 6 / Table 6

Коэффициенты концентрации измененных и вмещающих пород относительно руды  
Concentration factors of altered and host rocks relative to ore

Элемент / Element	Руда / измененная порода / Ore / Altered Rock	Руда / вмещающая порода / Ore / Host rock
Cu	11,61	20,59
Pb	4,24	6,73
Zn	1,1	8,07
Rb	0,53	0,27
Sr	0,71	0,2
Zr	1,45	1,14
Ag	1,95	2,89
Ba	0,85	1,05

Значения основных статистических параметров элементов в рудах  
 Values of the main statistical parameters of elements in ores

Горизонт / Horizon 270					Горизонт / Horizon 220			
Элемент Element	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$
Pb	1	1,09	1,05	0,05	1	9,23	1,14	5,76
Zn	0,5	1,24	1,12	0,03	0,02	2,7	0,41	0,57
Ag	5	9	4,5	0,23	2	61,6	7,91	290,82
Cu	0,22	3,64	0,79	0,249	0,27	25,85	1,27	6,87
Rb	30	308	116,38	0,052	0,6	202	81,75	77,23
Sr	8	261	85,64	0,14	1,2	221	101,55	86,69
Zr	35	165	78,72	0,04	11	119	64,55	60,99
Ba	1,5	1843	469,9	0,31	5	4412	1350,91	1155,52
Горизонт / Horizon 180					Горизонт / Horizon 120			
Элемент Element	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$
Pb	1,1	8,33	2,9	5,64	1,05	6,67	1,89	1,11
Zn	0,04	6,84	2,62	8,68	0,09	14,88	1,49	2,83
Ag	10	62,25	24,86	315,7	3,63	63,9	16,38	97,77
Cu	0,23	26,41	2,2	0,18	0,33	24,94	11,12	0,41
Rb	34	211	78,23	73,16	1	213	47,56	29,23
Sr	12	193	66,82	59,36	2	154	51,23	30,12
Zr	2	96	61,09	58,33	3,2	100	50,48	49,36
Ba	65	6066	1418,27	1104,06	3	7544	1215,78	759,22
Горизонт / Horizon 90					Горизонт / Horizon 60			
Элемент Element	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$
Pb	1,04	27,52	5,43	21,33	1,1	30,31	7,08	41,37
Zn	0,01	17	2,93	6,61	0,5	5,68	0,9	1,09
Ag	4,08	186,92	45,98	1300,5	5,67	229,67	53	2202,77
Cu	0,33	27,74	14,43	0,33	0,66	26,23	11,82	40,07
Rb	34	205	42,32	26,38	6	150	49,74	37,75
Sr	2	144	30,819	14,67	1	107	26,11	16,13
Zr	0,01	131	45,52	31,87	1	452	28,62	11,69
Ba	17	3433	817,64	522,69	1	3577	926,4	289,28
Горизонт / Horizon 40					Горизонт / Horizon 10			
Элемент Element	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$	$C_{min}$	$C_{max}$	$C_{cp}$	$S/\varepsilon \pm 1$
Pb	1,2	38,11	5,78	30,51	1,04	38,63	7,77	42,65
Zn	0,1	11,46	0,36	0,674	0,1	3,79	0,29	0,31
Ag	2,97	257,12	45,93	1783,84	5,97	297,66	59,37	2351,35
Cu	2,5	31,23	11,05	64,3	0,36	28,95	13,64	27,96
Rb	1	161	48,43	33,15	5	106	22,6	12,31
Sr	1	175	50,5	28,43	0,01	123	27,3	12,33
Zr	4	2,3784	51,16	43,53	12	258	68,8	51,8
Ba	8	5094	994,46	642,26	1	187	68,96	45,35

Примечание.  $C_{cp}^*$  для Pb, Zn, Cu, Ag – среднее арифметическое, для Rb, Sr, Zr, Ba – среднее геометрическое значение.  
 Note.  $C_{cp}^*$  for Cu, Pb, Zn, Ag – arithmetic mean, for Rb, Sr, Zr, Ba – geometric mean.

Как видно из рис. 5 содержание Pb с горизонтом постепенно увеличивается. Исключение составляют горизонты 120 и 40, что указывает на «выбивание» этих горизонтов из общей линии тренда.

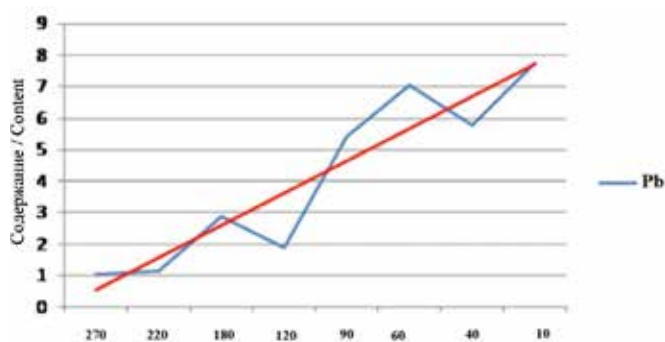


Рис. 5. Тренд распределения средних содержаний по свинцу  
Fig. 5. The trend of the distribution of average contents for lead

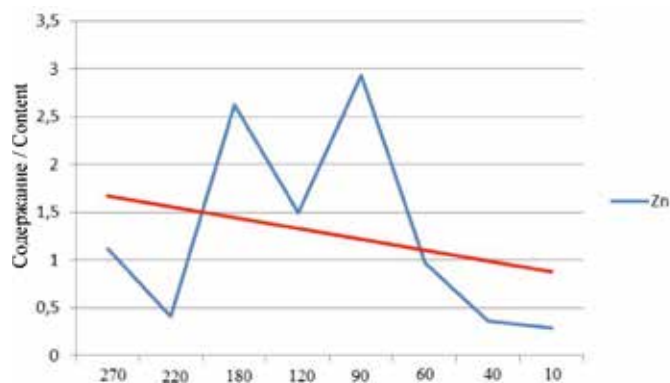


Рис. 6. Тренд распределения средних содержаний по цинку  
Fig. 6. Trend of distribution of average zinc contents

По графику (рис. 6) трудно анализировать, как ведет себя Zn с изменением глубины выработки, так как распределение его средних содержаний не однозначно: то увеличивается, то уменьшается. Но если судить по линии тренда, то содержания Zn уменьшаются с глубиной выработок.

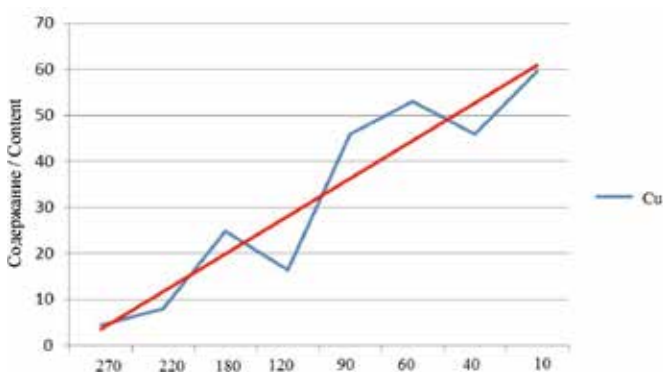


Рис. 7. Тренд распределения средних содержаний по меди  
Fig. 7. Trend of average cuprum distribution

Из рис. 7 видно, что содержание Cu постепенно и закономерно увеличивается с глубиной, о чем свидетельствует линия тренда, с небольшими отклонениями на 120 и 40 горизонтах.

В лабораторных исследованиях были выделены монофракции борнита, халькозина и галенита по трем нижним горизонтам, химический состав элементов-примесей определен спектральным анализом [15–21]. Результаты исследований атомно-эмиссионного спектрального анализа исследуемого рудного тела, [ $n \times 10^{-3} \%$ ; Cu %; Ag г/т] приведены в табл. 8.

Таблица 8 / Table 8

Результаты атомно-эмиссионного спектрального анализа элементов-примесей  
The results of atomic emission spectral analysis, the chemical composition of galena of the Main ore body

Горизонт / Horizon	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co
60	56	260	0,5	<6	2,8	2,4	0,89	<6	5,9
40	46	120	0,5	<6	3,5	5,2	3,3	<6	4,5
10	77	117	0,5	<6	5,1	6,4	5,4	<6	20
Горизонт / Horizon	Cr	Cu	Fe	Hg	La	Mn	Mo	Nb	Ni
60	2,4	<0.4	3	<0.5	<5	140	0,1	<5	3,2
40	<2	11	6,4	<0.5	<5	1300	<0.1	<5	2,9
10	<2	<0.4	8,9	<0.5	<5	1000	<0.1	<5	2,9
Горизонт / Horizon	Sb	Sn	Sr	Ti	U	V	W	Y	Zr
60	<1	1,4	<10	49	<30	6,1	0,33	<3	10
40	<1	0,32	<10	56	<30	2,5	<0.1	3,2	20
10	<1	1,2	<10	79	<30	1,5	0,19	<3	26

Из табл. 8 видно, что примеси в борните, халькозине галените, такие как Ag, Be, Bi, Cd, Co, Fe, Mn, Ti, Zr, постепенно увеличиваются, а такие как As, Ni, V, W – уменьшаются, содержание остальных элементов меньше чувствительности прибора.

Большинство примесей присутствуют вследствие микроскопических включений посторонних минералов, таких как теннантин, тетраэдрит, буланжерит, аргенит, арсенопирит, марказит, пирит, пирротин, магнетит и др.

### Заключение

Результаты проведенных исследований позволяют принять организационно-технологические решения для правильного выбора новых технологий горно-перерабатывающего комплекса.

Особенность исследований состоит в том, что предложенная методика может использоваться на полиметаллических месторождениях Северного Кавказа в условиях горных территорий.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ревнивцев В.И. Роль технологической минералогии в обогащении полезных ископаемых // Записки Всероссийского минералогического общества. 1982. Вып. 4. С. 4–20.
2. Пирогов Б.И. Роль минералогических исследований в обогащении руд // Минерал. журнал. 1982. N 1. С. 81–92.
3. Изойтко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. СПб.: Наука, 1997. 582 с.
4. Бискэ Н.С. Влияние регионального метаморфизма на технологические свойства графитоносных пород // Технологическая минералогия главнейших промышленных типов месторождений. Л.: Наука, 1987. С. 183–188.
5. Григорьев Д.П. Позиции онтогении минералов // Записки Всероссийского минералогического общества. 1978. Ч. 107. Вып. 4. С. 407–415.
6. Руденко С.А., Иванов М.А., Романов В.А. Метаморфизм минералов – важное явление в истории их формирования // Записки Всероссийского минералогического общества. 1978. N 6. С. 698–710.
7. Пирогов Б.И. Онтогенический метод в познании технологических свойств минералов // Проблемы онтогении минералов. Л.: Наука, 1985. С. 22–30.
8. Григорьев Д.П. Соотношение технологической минералогии с сопредельными отраслями знания // Онтогения минералов и технологическая минералогия. Киев: Наукова Думка, 1988. С. 11–15.
9. Юшкин Н.П. Наноминералогия: объекты, функции, перспективы // Минералогическое общество и минералогическая наука на пороге XXI века. СПб.: Минералогическое общество при РАН, 1999. 20 с.
10. Котова О.Б. Поверхностные процессы в тонкодисперсных минеральных системах. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 194 с.
11. Сидоренко Г.А. Современный фазовый анализ как средство оценки качества и обоснования путей технологической переработки минерального сырья // Обогащение руд. 1996. N 1. С. 32–35.
12. Ожогина Е.Г., Рогожин А.А. Применение комплекса

### Выводы

1. Проведены исследования минералогической характеристики пород, содержащие три пачки: породы кварц-карбонатные (пкм), породы кварц-сидеритовые, являющиеся маркирующими для рудоносного горизонта (пс), минерализованные породы приконтактных рудных зон (мз). В лабораторных исследованиях были выделены монофракции борнита, халькозина и галенита по трем нижним горизонтам, химический состав элементов-примесей определен спектральным анализом.

2. Установлено что примеси в борните, халькозине галените, такие как Ag, Be, Bi, Cd, Co, Fe, Mn, Ti, Zr, постепенно увеличиваются, а такие как As, Ni, V, W, уменьшаются, содержание остальных элементов меньше чувствительности прибора.

3. Определены различные технологические типы и сорта руд, проведена оценка технологических свойств сырья, что дает определить эффективный способ переработки руд и показателей извлечения.

минералого-аналитических методов для технологической оценки руд черных и цветных металлов // Разведка и охрана недр. 2005. N 4. С. 33–36.

13. Кушпаренко Ю.С. Минералогическая технология – новое направление изучения вещественного состава минерального сырья. М.: РИЦ ВИМСа, 1997. 40 с.

14. Туресебеков А.Х., Конеев Р.И., Каширский С.А., Ахмедов А.М. Дискретное состояние вещества в рудных и техногенных системах // Минералогическое общество и минералогическая наука на пороге XXI века. СПб.: Минералогическое общество при РАН, 1999. С. 174–175.

15. Ревнивцев В.И. Рудоподготовка как новое направление горных наук // Основные направления развития техники и технологии обогащения полезных ископаемых. Л., 1983. С. 3–22.

16. Bosikov I. I., Klyuev R. V, Revazov V. Ch., Performance evaluation of functioning of natural-industrial system of mining-processing complex with help of analytical and mathematical models // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 327 022013.

17. Bosikov I.I., Klyuev R.V., Kelekhsaev V.B. Method for determining of the ventilation object transfer function according to normal operation (by the example of mining and processing complex) / 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 - Proceedings 8076113.

18. Bosikov, I.I., Klyuev, R.V., Kelekhsaev, V.B. Development of indicators for performance functioning natural-industrial system evaluation at the mining and processing complex using the analytical hierarchy method / 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 – Proceedings 8076114.

19. Norman J. Hayn. Geology, exploration, drilling and oil production. M.: Olymp-Business, 2008. 752 с.

20. Tang G.-Q. & Morrow, N.R. Influence of brine

composition and fines migration on crude oil/brine/rock interactions and oil recovery // Journal of Petroleum Science and Engineering, 1999. 111, no. 24. P. 99

21. Morrow N., Buckley J. Improved oil recovery by Low-Salinity Waterflooding. SPE 129421.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / Information about authors:



**МАЙЕР Андрей Владимирович** – кандидат технических наук, директор высшей нефтяной школы Института нефти и газа ФГБОУ ВО "Югорский государственный университет".

628012, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, г. Ханты-Мансийск, Россия.

Тел.: 8-922-073-22-34

e-mail: mayer-14@mail.ru

*Andrey V. MAYER – Candidate of Technical Sciences, Director of the Higher Oil School of the Institute of Oil and Gas of Yugra State University.*

*628012, Khanty-Mansiysk Autonomous Region-Yugra, Khanty-Mansiysk, Russia.*

*Ph.: 8-922-073-22-34.*

*e-mail: mayer-14@mail.ru*



**КЛЮЕВ Роман Владимирович** – доктор технических наук, профессор.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, Владикавказ, Россия.

Тел.: 8(8672)-40-73-71 (раб.);

8(918)707-39-25 (моб.);

e-mail: kluev-roman@rambler.ru

*Roman V. KLYUEV – Doctor of Technical Sciences, Professor. North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Russia.*

*Ph.: 8(8672) 40-73-71 (slave.); 8(918) 707-39-25 (mob.);*

*e-mail: kluev-roman@rambler.ru*



**БОСИКОВ Игорь Иванович** – кандидат технических наук, доцент.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет).

362021, Владикавказ, Россия.

Тел.: 8(928) 685-71-17

e-mail: igor.boss.777@mail.ru

*Igor I. BOSIKOV – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.*

*North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University).*

*362021, Vladikavkaz, Russia.*

*Ph.: +7(928) 685-71-17.*

*e-mail: igor.boss.777@mail.ru*

## COMPLEX ANALYSIS OF GENETIC FEATURES OF MINERAL SUBSTANCE AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF USEFUL COMPONENTS OF DZHEZKAZGAN DEPOSIT

<sup>1</sup> R.V. Klyuev,

<sup>1</sup> I.I. Bosikov,\*

<sup>2</sup> A.V. Mayer

<sup>1</sup> North-Caucasian Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Russia, igor.boss.777@mail.ru

<sup>2</sup> Institute of Oil and Gas of Yugra State University, 628012, Khanty-Mansiysk Autonomous Region-Yugra, Khanty-Mansiysk, Russia.

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-321-330

Traditional technologies for the development of ore deposits of the Dzhezkazgan deposit, including a standard set of geological and technical measures were able to stop the downward trend in the study of the characteristics of the mineral substance of useful components to a certain extent. But this effect can not last long. There is a need for a comprehensive analysis of the quality, relationship of composition, structure, physical properties and genetic characteristics of the mineral substance with the technological properties of minerals on the example of Dzhezkazgan deposit.

The decision on introduction of new technologies is made on the basis of their detailed assessment on a set of technological, economic, technogenic and other factors important for mining and processing industry of the mountain region, its population and natural complex as a whole.

**Purpose of research.** Study of interrelation of composition, structure, physical properties and genetic features of mineral substance with technological properties of useful components of Dzhezkazgan deposit.

**Research result.** The results of the study make it possible

to effectively make organizational and technological decisions for the correct choice of new technologies of the mining and processing complex. The peculiarity of the study is that the proposed method can be used in the fields of the mountainous regions of the North Caucasus.

#### Summary.

1. Study of mineralogical characteristics of rocks containing three packs: quartz-carbonate rocks (PCM), quartz-siderite rocks, which are marking for the ore-bearing horizon (PS), mineralized rocks of near-contact ore zones (MZ). In laboratory studies, monofractions of bornite, chalcosine and Galena were isolated along the three lower horizons, and the chemical composition of impurity elements were determined by spectral analysis.

2. It is established that impurities in bornite, chalcosine Galena, such as Ag, Be, Bi, Cd, Co, Fe, Mn, Ti, Zr, gradually increase, and such as As, Ni, V, W, decrease, the content of the remaining elements is less than the sensitivity of the device.

Various technological types and grades of ores are defined, the assessment of technological properties of raw materials that allows to define an effective way of processing of ores and indicators of extraction is carried out.

**Keywords:** assessment, analysis of the quality and zonality of ores, efficiency, mineralogical analysis, processing technologies.

#### References

1. Revnitshev V. I. Role of technological Mineralogy in mineral enrichment. *Notes of the all-Russian mineralogical society*, 1982, vol. 4, pp. 4–20.
2. Pirogov B. I. Role of mineralogical research in ore enrichment. *Mineralog. J.*, 1982, no. 1, pp. 81–92.
3. Izoitko V. M. Technological mineralogy and evaluation of ore. *St. Petersburg, Nauka*, 1997, 582 p.
4. Biske N. S. Influence of regional metamorphism on technological properties of graphite-bearing rocks. *Technological Mineralogy of the main industrial types of deposits. Leningrad, Nauka*, 1987, pp. 183–188.
5. Grigoriev D. p. Positions of ontogeny of minerals. *Notes of the all-Russian mineralogical society*, 1978, no. 107, vol. 4, pp. 407–415.
6. Rudenko S. A., Ivanov M. A., Romanov V. A. Metamorphism of minerals – an important phenomenon in the history of their formation. *Notes of the all-Russian mineralogical society*, 1978, no. 6, pp. 698–710.
7. Pirogov B. I. Ontogenic method of minerals problems technological properties of minerals ontogeny study. *Leningrad, Nauka*, 1985, pp. 22–30.
8. Grigoriev D. P. Value of mineralogy process from the adjacent fields of knowledge minerals ontogeny study. *Kyiv, Naukova Dumka*, 1988, pp. 11–15.
9. Yushkin N. P. Nanomineralogy: objects, functions, prospects. *Mineralogical society and mineralogical science at the threshold of the XXI century. St. Petersburg, Mineralogical society at RAS*, 1999, 20 p.
10. Kotova O. B. Surface processes in fine mineral systems. *Ekaterinburg, URO RAS*, 2004. 194 p.
11. Sidorenko G. A. Modern phase analysis as a means of assessing the quality and justification of the ways of technological processing of mineral raw. *Ore Processing*. 1996, no. 1, pp. 32–35.
12. Ozhogina E. G., Rogozhin A. A. Application of complex mineralogical and analytical methods for technological evaluation of ferrous and nonferrous metal ores. *Exploration and protection of mineral resources*, 2005, no. 4, pp. 33–36.
13. Kucherenko Y. S. Mineralogical technology – a new direction of studying the material composition of mineral raw materials. *Moscow, RIC Weems*, 1997, 40 p.
14. Turisbekov A. J., Koneev R. I., Kashirskaya S. A., Akhmedov A. M. Discrete state of matter in the ore and technogenic systems. *Mineralogical society and mineralogical science on the threshold of the XXI century. St. Petersburg, Mineralogical Society at RAS*, 1999, pp. 174–175.
15. Revnitshev V. I. Ore preparation as a new direction of mining Sciences. *Main directions of development of equipment and technology of mineral processing, Leningrad*, 1983, pp. 3–22.
16. Bosikov I. I., Klyuev R. V., Revazov V. Ch. Performance evaluation of functioning of natural-industrial system of mining-processing complex with help of analytical and mathematical models. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, 327, 022013.
17. Bosikov I.I., Klyuev R.V., Kelekhsaev V.B. Method for determining of the ventilation object transfer function according to normal operation (by the example of mining and processing complex). *2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 – Proceedings*, 8076113.
18. Bosikov I.I., Klyuev R.V., Kelekhsaev V.B. Development of indicators for performance functioning natural-industrial system evaluation at the mining and processing complex using the analytical hierarchy method. *2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 – Proceedings*, 8076114.
19. Norman J. Hayn. Geology, exploration, drilling and oil production. *Moscow, Olymp-Business*, 2008, 752 p.
20. Tang G.-Q. & Morrow, N.R. Influence of brine composition and fines migration on crude oil/brine/rock interactions and oil recovery. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 1999, 111, no. 24, pp. 99
21. Morrow N., Buckley J. Improved oil recovery by Low-Salinity Waterflooding. *SPE*, 129421.

Article received 19.04.2019..



# OPTIMIZATION OF WATERFLOODING CONSIDERING THE IMPACT OF DISLODGED RESERVOIR ROCK PARTICLES DURING LOW SALINITY WATER INJECTION

<sup>1</sup>Bassey Iniko Ekeng\*,  
<sup>1</sup>Antigha Richard E.,  
<sup>1</sup>Obio Ekpe A.

## 1. Introduction

The principal reason for water flooding an oil reservoir is to increase the oil production rate and, ultimately, the oil recovery [1]. Injecting a certain amount of water makes the reservoir maintain high pressure to sweep oil towards producers [2]. However, the current well control optimization strategies mainly concentrate on deliverability of the pipeline, facilities operational ability [3], the reservoir uncertainty [2; 4], market uncertainty [5; 6], or a combination of these considerations. The formation damage, caused by the existence of suspended particles in injected water, has rarely been considered in well control optimization.

Generally, when water is injected into the formation, these suspended particles in injected water migrate in the rock [7–9]. The suspended particles with size larger than pore throats gather on the well bore surface and form the external cake, while the fines with size smaller than pore throats penetrate in formation and then are captured in pores forming internal filter cake [8; 9]. The fines migration, retention and cake formation lead to the permeability decline near the wellbore and formation damage gradually occurs [8; 10; 11]. These processes of fines accumulation are mainly accounted for in two areas of the porous media:

1. External cake – the formation of a "crust" on the outer wall of the sample and clogging of the filtration channel;

2. Internal cake – sedimentation and accumulation of suspended particles inside the pores of the formation with a subsequent decrease in the area available for filtration, see Fig. 1.

Numerous mathematical models have been developed to evaluate this process of Deep Bed Filtration (DBF) in which particles present in the flowing suspension, deposit at different locations within the porous medium. The degree of resulting formation damage is dependent on the characteristics of particles, the reservoir properties, and the interaction between the suspended particles and reservoir materials [12].

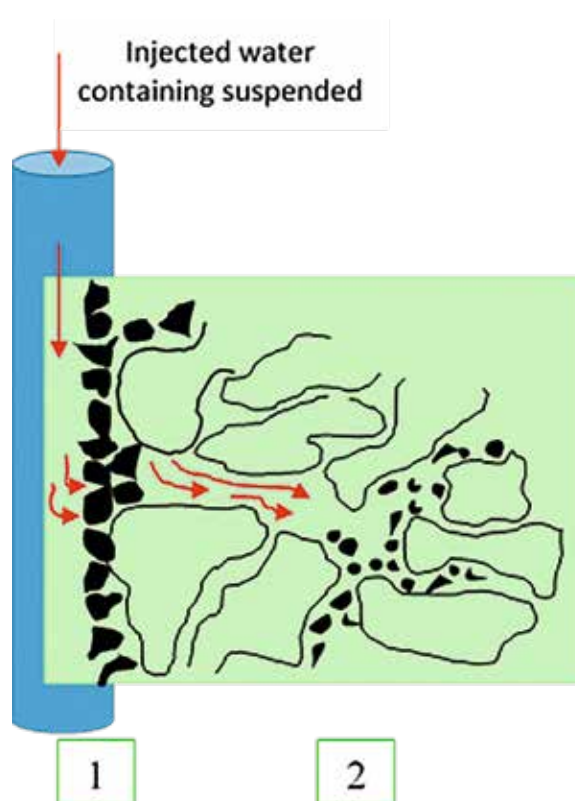


Fig. 1. Formation damage caused by suspended particles in injected water

УДК: 622.276.66  
DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-331-340

Currently, the most impactful method of reservoir development for efficient oil recovery is water flooding. The main objectives of this method are to maintain reservoir pressure and increase the final oil recovery rate. However, formation damage caused by suspended particles in injected water always occurs during water flooding, thus leading to injectivity decline. This also gives rise to higher injection pressures, above the maximum injection pressure than the surface facilities can provide. Relatively little consideration is given to formation damage in the process of well control optimization. In this study the effect of formation damage caused by clay particles dislodged by low salinity injection water on the well production performance is predicted by coupling an analytical model with a reservoir numerical simulator. This method is applied in a Niger Delta type field model to evaluate its effectiveness. The strength of the model lies in its ability to predict accurately effluent concentration profiles, permeability changes during reservoir water flooding, and the evolution of the filter coefficient with time using bed filtration model. In this study, model predictions for different particle and pore size distributions of particles are in agreement with experimental data.

### KEYWORDS:

Rock formation, water flooding efficiency, well control optimization, formation damage, permeability, water injection, suspended particles.

Article received 27.12.2018.

\*Cross River University of Technology, Calabar, Nigeria. index\_2k6@yahoo.com

Some models have been established to predict the declined injectivity [7; 13] only considered internal filter cake and purposed a simplified model to predict injectivity decline, in which the damage factor and the volume filter coefficient were introduced.

A particle-filtration test conducted by [7; 13], in which the sizes of all particles range from 0.05 to 7  $\mu\text{m}$ , illustrates that larger particles lead to a more rapid decline in permeability. Even though the scope perturbed by the formation damage is very small, it can result in a tremendous decline of the injectivity. However, both the internal and external filter cakes form in the actual formation damage. By using the transition time, mathematical models are established to describe the formation of the internal and external filter cakes [10]. Based on these models and injection histories [12] developed a method to estimate four injectivity damage parameters, which can be used to predict the injectivity decline [14].

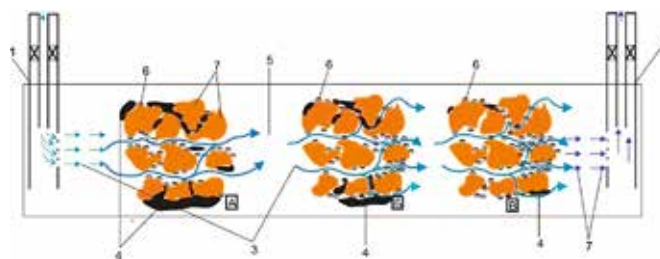
Therefore, in order to realize the optimal well control strategy in actual oilfield development, a higher injection pressure is needed which may be higher than the maximum injection pressure than the surface facilities can provide. Following this therefore, our well optimization work is devoted to evaluate the effect of formation damage (FD) caused by injected water, on well oil production performance.

We apply the relevant data generated in laboratory core flooding analysis of sandstone reservoir rock and fluid samples from the Niger Delta oil field, Nigeria to develop a new method of optimizing well control considering FD caused by dislodged reservoir particles in injected water. This is achieved by coupling a derivative-free algorithm and a reservoir numerical simulator, which incorporates formation damage during water flooding.

## 2. Experimental determination of the impact of formation damage caused by suspended particles in injection water on filtration properties (capacities) of the reservoir rock

From our proposed technology of applying LSW to improve reservoir oil recovery in the late stage of developing the field under study, it has been shown by results of laboratory core flood experiments that oil recovery could be increased by the established optimal salinity. This optimal water salinity triggers the migration of fines in the reservoir and moving them towards the producing wells, leading to decreasing permeability near the producing wellbore as shown in fig. 2.

By reason of clay particle detachment, migration and clogging of reservoir pore throats and channels as a result of interaction between low salinity injection water and reservoir rock, there is a considerable reduction in permeability and pressure change. This leads to declining flow potential of the reservoir mostly at interwell spaces at considerable distance from the injection wells.

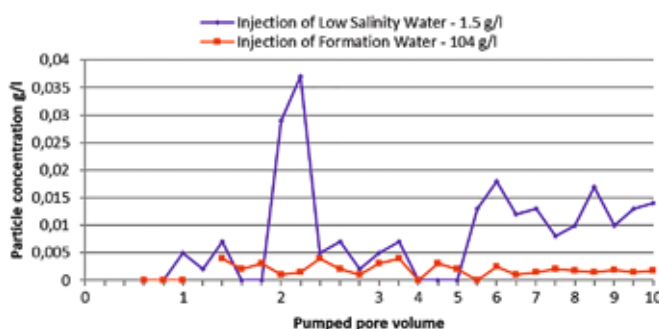


**Fig. 2.** The schematic of mechanism of reservoir rock particle release, migration and eventual blockage of reservoir pore channels:

1 – Injection well, 2 – Production well, 3 – Flow Direction of injected low-mineralized water, 4 – Residual oil, 5 – Oil reservoir, 6 – Clay Particles, 7 – Reservoir fluid

On the reservoir core samples used for studies, water injection was carried out in a stepwise manner with different water salinity: from high to low-salinity. The samples were initially saturated with formation water and then water samples at the core outlet were collected during filtration, and analyzed by a particle counter. As a result, the yield of particles were recorded for all the injected water samples.

Fig. 3, shows the average particle yield from the core samples during flooding with formation water and low-mineralized water. The average particle concentration measured in collection flasks with liquid after injecting formation water for all samples did not exceed 0.004 g/l, whereas after pumping of low-mineralized water it averaged 0.03 g/l.



**Fig. 3.** A comparison of the particles yield after water flooding the core sample (No. 10) of the studied oil field

On average, according to the tests carried out, with a decrease in the salinity of the injected water from the formation water salinity of 104 g/l to low salinity of about 1.5 g/l, the permeability of the rock decreases 2.4 times. The main reason for the decrease in water phase relative permeability is the migration of clay particles in the rock under the action of low-mineralized water.

In this work, an assessment of the impact of formation damage on the dynamics of technological parameters using hydrodynamic models is performed and the results of calculations on the sector models show a significant influence of formation damage on the dynamics of the average yearly fluid production.

### 3. Simulation of formation damage during the (low salinity water injection) injection of water containing suspended particles

The proposed method was tested for field conditions with a high degree of heterogeneity of the filtration properties, on which waterflooding is applied. The permeability of rocks in the model varies from  $0.1 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$  (MKM<sup>2</sup>) to  $2.5 \mu\text{m}^2$  (MKM<sup>2</sup>), which leads to uneven development of hydrocarbon reserves and pumping large volumes of water through the most permeable parts of the reservoir. The study considered two scenarios:

- Option 1 (basic) – optimizing well control without taking into account the quantitative effect of suspended particles in injected water on the well performance index
- Option 2 - optimizing well control taking into account quantitative effect of suspended particles in injected water on the oil well performance, on the basis of the proposed modeling method.

#### 3.1 Model of reservoir formation damage

The injectivity decline process caused by injected water can be divided into two stages: firstly the injected particles are captured by the porous media (also termed deep-bed filtration) and then, after the transition time between the deep bed filtration and external filter cake formation [9; 14] the external filter cake forms (see Fig. 1). The model for deep bed filtration is [8; 9; 13] and the pressure drop changes are then related to the amount of deposition by empirical correlations, such as [7; 14],

$$\phi \frac{\partial c}{\partial t} + \frac{q}{2\pi r} \frac{\partial c}{\partial x} = \frac{\partial \sigma}{\partial t}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial t} = \lambda' U c, \quad (2)$$

$$U = -\frac{k_0 k_{r_{wor}}}{(1 + \beta \sigma) \mu} \frac{\partial p}{\partial r}, \quad (3)$$

where  $\phi$  is formation porosity;  $\lambda'$  is filtration coefficient denoting the ability of particles captured by porous media,  $m^{-1}$ ;  $\beta$  is the formation damage coefficient;  $c$  represents the concentration of suspended particles, particle volume per unit fluid volume;  $\sigma$  is the deposited particle concentration, volume per unit filter volume;  $U$  is total flow velocity, m/s;  $\mu$  is viscosity, Pa.s;  $k_0$  is the permeability before the injection,  $\text{m}^2$ ;  $k_{r_{wor}}$  is relative permeability for water at the presence of residual oil;  $p$  is pressure, Pa;  $r$  is radius distance,  $m$ . Eq. (1) describes mass balance of the suspended and deposited particles, Eq. (2) is the equation of particles capture kinetics, and Eq. (3) is Darcy's flow equation considering formation damage.

Assuming that external cake forms instantly after the deep-bed filtration stage, the dimensionless transition time  $T_{tr}$  between the deep bed filtration and the external filter cake can be calculated by [13; 15; 17]:

$$T_{tr} = \frac{2\alpha r_w}{\lambda' c^0 R_e^2}, \quad (4)$$

where  $\alpha$  is the critical porosity;  $c^0$  is the injected suspended particle volume concentration, particle volume per injected volume;  $R_e$  is drainage radius,  $m$ ;  $r_w$  is well radius,  $m$ .

However, our model is a combination of this model equation which accounts for only suspended particles introduced by injected water and the particles dislodged from the reservoir rock surfaces as a result of rock-brine interaction. So we modify this model equation thus:

$$T_{tr} = \frac{2\alpha r_w}{\lambda'(c^0 + c^l)R_e^2}, \quad (5)$$

where  $c^l$  is introduced to account for the impact of released particles and fines from the reservoir rock. The volume balance equation of particles forming external filter cake is given by [5]:

$$\pi [r_w^2 - (r_w - h_c)^2] (1 - \phi_c) = c^0 \int_{t_{tr}}^t q(r) dr, \quad (6)$$

where  $h_c$  is external cake thickness,  $m$ ;  $\phi_c$  is external cake porosity;  $t_{tr}$  is the transition time,  $s$ . Injectivity index is the injection rate per unity pressure difference between the injector and the reservoir. Impedance, which is defined as the inverse of the dimensionless injectivity index, is identical to the ratio of the initial to current injectivity index [18; 19].

Accounting for the modified model in equation (5), equation (6) is formulated as:

$$\pi [r_w^2 - (r_w - h_{c+c^l})^2] (1 - \phi_{c+c^l}) = (c^0 + c^l) \int_{t_{tr}}^t q(r) dr, \quad (7)$$

where introduction of  $h_{c+c^l}$  is the total cake thickness,  $m$ ;  $c^0 + c^l$  is the cake porosity.

The impedance  $J$  for two injectivity decline stages, which are caused by internal filter cake and external filter cake, is a two-piecewise-linear function of dimensionless time [3]:

$$J(T) = \begin{cases} 1 + mT & T < T_{tr} \\ 1 + mT_{tr} + m_c(T - T_{tr}) & T > T_{tr} \end{cases}, \quad (8)$$

where  $T$  is dimensionless injection time;  $m$  and  $m_c$  are the impedance slope during deep bed filtration and the external filter cake formation.  $m$  and  $m_c$  are calculated as [12]:

$$m = \frac{\beta \phi c^0 (\lambda' R_e)^2}{\text{In} \left( \frac{R_e}{r_w} \right)} \left[ \frac{1}{\lambda' r_w} + e^{\lambda' r_w} \text{Ei}(\lambda' r_w) \right], \quad (9)$$

$$m_c = \frac{k_0 k_{r_{wor}} \phi c^0}{4k_c (1 - \phi_c) \text{In} \left( \frac{R_e}{r_w} \right)} \left( \frac{R_e}{r_w} \right)^2. \quad (10)$$

The most commonly used measure of formation damage in a well is the skin factor,  $S$ . It can be used to describe

the formation damage caused by suspended particles in injected water. The skin factor is a dimensionless pressure drop caused by a flow restriction in the near-wellbore region. It is defined as follows (in field units), [6; 20]:

$$S = (J - 1) \ln \left( \frac{R_e}{r_w} \right), \quad (11)$$

where  $S$  is skin factor. To calculate the skin factor, the quality parameters of injected water including injected suspended particle concentration  $C_o$ , particle size  $D_p$ , and oil concentration  $c_{oil}$  were measured before calculation.

In the assumption that injected water quality is constant during the process of injection, then for injector, the skin factor is influenced by the cumulative water injection. By this assumption, the skin factor can be formulated thus:

$$S(Q_{inj}, t) = (J(Q_{inj}, t) - 1) \ln \left( \frac{R_e}{r_w} \right), \quad (12)$$

where  $Q_{inj}$  is water injection rate,  $m^3/d$ ;  $t$  is injection time,  $s$ .

### 3.2. Reservoir simulation considering formation damage

Assuming that the injection rate  $Q_{inj}^{(t)}$  is constant from injection time  $t$  to  $t + \Delta t$ . The skin factor at the beginning of injection time  $t$ ,  $S(Q_{inj}^{(t-\Delta t)}, t)$  is influenced by the cumulative water injection at time  $t$ . Then Skin factor becomes:

$$S(Q_{inj}^{(t-\Delta t)}, t) = (J(Q_{inj}^{(t-\Delta t)}, t) - 1) \ln \left( \frac{R_e}{r_w} \right). \quad (13)$$

Water injection rate is calculated by:

$$Q_{inj}^{(t)} = \frac{2\pi akH(p_{wf}^{(t)} - p_{BPR}^{(t)})}{\mu_l B_l \left( \ln \frac{r_{eq}}{r_w} + S(Q_{inj}^{(t-\Delta t)}, t) \right)}, \quad (14)$$

where  $a$  is the unit-conversion factor,  $8.64 \times 10^5$ ;  $k$  is permeability,  $mD$ ;  $H$  is vertical production thickness,  $m$ ;  $p_{wf}^{(t)}$  and  $p_{BPR}^{(t)}$  are the bottom hole flowing pressure and the block pressure where the injector locates at injection time  $t$ ,  $MPa$ ;  $B_l$  is volume factor of injected fluid;  $\mu_l$  is viscosity of injected fluid,  $Pa \cdot s$ ;  $r_{eq}$  is the equivalent well-block radius,  $m$ .

To execute the formation damage (FD) simulation and the well control optimization, we use the features available in commercial reservoir simulators. Correlation between FD and the well model is built by updating the skin factor at every interval  $D_i$  by using equation 11 to simulate the FD process during water flooding process as shown in fig. 4:

Step 1. Create the reservoir geological model, enter initial values of well control and skin factor for each injector.

Step 2. Enter water quality parameters.

Step 3. Run the reservoir simulator from time  $t_0$  to  $t_1$ .

Step 4. For each injector at time  $t_1$ , calculate the cumulative water injection  $Q_T$ .

Step 5. For each injector, calculate the skin factor  $S$  under the cumulative water injection  $Q_T$ .

Step 6. Update time of simulation,  $t_0 = t_0 + \Delta t$  and  $t_1 = t_1 + \Delta t$ .

Step 7. Repeat Step 3 to 6 from time  $t_0$  to  $t_1$ .

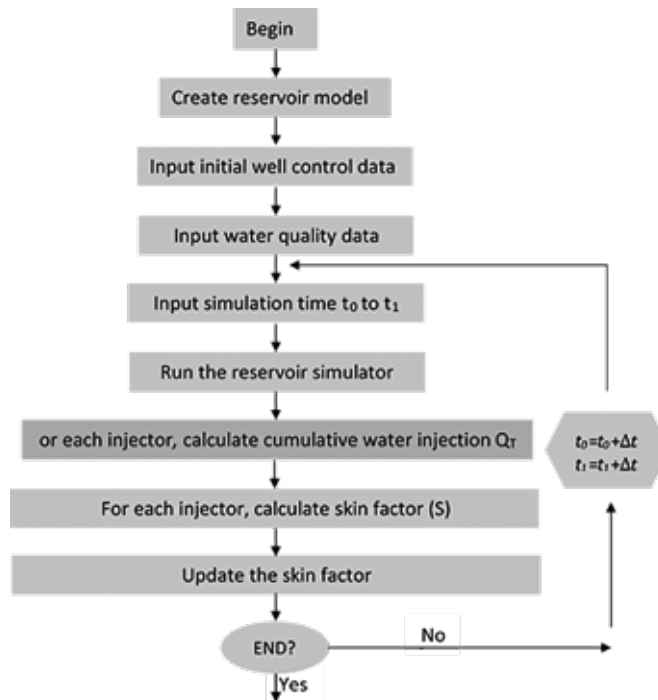


Fig. 4. Algorithm for executing simulation procedure of formation damage taking into account the reduction of the filtration properties of the reservoir during injection of water containing suspended particles

## 4. Well control optimization model and algorithm

### 4.1. Well control optimization problem

Our optimization problem is the determination of optimal well control to maximize either the cumulative oil production or the net present value (NPV) objectives subjected to the constraints such as injection pressure, single well injection or production rate, and etc. Using [21], maximizing net present value (NPV) is calculated as the objective function:

$$\max NPV = \sum_{t=1}^T \left[ \frac{1}{(1+b)^t} X \left( \sum_{j=1}^{N_{prod}} C_{oil} Q_{oilj}^{(t)} - \sum_{j=1}^{N_{prod}} C_{water} Q_{waterj}^{(t)} - \sum_{j=1}^{N_{inj}} C_{inj} Q_{inji}^{(t)} \right) \right], \quad (15)$$

where  $b$  is annual discount rate;  $T$  is total production time,  $d$ ;  $Q_{oilj}^{(t)}$  and  $Q_{waterj}^{(t)}$  are oil production rate and water production rate of  $j$  producer at time  $t$ ,  $m^3/d$ ;  $Q_{inji}^{(t)}$  is water injection rate of  $i$  injector at time  $t$ ,  $m^3/d$ ;  $C_{oil}$  is oil price,  $USD/m^3$ ;  $C_{water}$  is water production cost,  $USD/m^3$ ;  $C_{inj}$  is water injection cost,  $USD/m^3$ ;  $N_{inj}$  and  $N_{prod}$  are the total number of injectors and producers, respectively.

The constraints for the well control optimization is as follows:

$$\begin{aligned}
Q_{injmin}^{(t)} &\leq Q_{injmin}^{(t)} \leq Q_{injmax}^{(t)} \\
Q_{prodmin}^{(t)} &\leq Q_{prodj}^{(t)} \leq Q_{prodmax}^{(t)} \\
Q_{Totalmin}^{(t)} &\sum_{i=1}^{N_{inj}} Q_{inji}^{(t)} \leq Q_{Totalmax}^{(t)} \\
p_{inji}^{(t)} \left( S(Q_{inji}^{(t-\Delta t)}, t) \right) - p_{gan} &\leq 0 \\
\sum_{i=1}^{N_{inj}} Q_{inji}^{(t)} - \sum_{j=1}^{N_{prod}} Q_{prodj}^{(t)} &= 0
\end{aligned} \tag{16}$$

where  $Q_{injmin}^{(t)}$  and  $Q_{injmax}^{(t)}$  – minimum and maximum injection rate at time  $t$ , m<sup>3</sup>/d;  $Q_{prodmin}^{(t)}$  and  $Q_{injmax}^{(t)}$  – minimum and maximum production rate at time  $t$ , m<sup>3</sup>/d;  $Q_{Totalmin}^{(t)}$  and  $Q_{Totalmax}^{(t)}$  – minimum and maximum total injection rate of  $N_{inj}$  injectors at time  $t$ , m<sup>3</sup>/d;  $p_{inji}^{(t)}$  injection pressure at time  $t$ , MPa;  $p_{gan}$  – maximum injection pressure that the facilities can be applied, MPa; Ignoring the frictional pressure and pressure-loss through water nozzle, the injection pressure  $p_{inji}^{(t)}$  can be calculated as:

$$p_{inji}^{(t)} = \rho_{BPRi}^{(t)} + \frac{Q_{inji}^{(t)} \mu_l B_l \left[ \ln(R_e / r_w) + S(Q_{inji}^{(t-gt)}, t_i) \right]}{2\pi a k H_i} - 10^{-6} \times \rho_i g h_i, \tag{17}$$

where  $h_i$  is vertical height between surface and producing pay, m;  $\rho_l$  – density of injected the fluid, kg/m<sup>3</sup>;  $g$  – acceleration of gravity, m/s<sup>2</sup>. Eqs. (11) and (15) show that the skin factor can be influenced by the injection rate and it can affect the injection rate under the injection pressure constraint, vice versa. Therefore it is more reliable to consider formation damage during well control optimization.

#### 4.2. Optimization algorithm

The CMA-ES (Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy) is an evolutionary algorithm for difficult non-linear non-convex black-box optimisation problems in continuous domain. The CMA-ES is typically applied to unconstrained or bounded constraint optimization problems, and search space dimensions between three and a hundred. It is one of the most efficient derivative-free optimization algorithms because of its excellent performance in solving well control and placement optimization problems [12; 14; 16]. It is used in this work to solve the well control problem.

The sampling distribution is a multivariate normal distribution. The searching  $\lambda_c$  points in the  $g_c+1$  generation are sampled as  $\mathbf{x}_{kc}^{(g+1)}$  which is calculated by:

$$\mathbf{x}_k^{(g_c+1)} = \mathbf{m}^{g_c} + \sigma_c^{(g_c)} N(0, \mathbf{C}^{(g_c)}), \text{ for } k=1, \dots, \lambda_c \tag{18}$$

The searching  $\lambda_c$  points are ranked according to the objective function  $f$ , and then the best  $\mu_c$  individuals are selected to calculate the new mean of search distribution  $\mathbf{m}_c^{(g+1)}$ :

Those  $\lambda$  individuals are evaluated in step 2. and ranked according to  $f$ :

$$f(x_{1:\lambda_c}^{(g_c+1)}) \leq \dots \leq f(x_{2:\lambda_c}^{(g_c+1)}) \leq \dots \leq f(x_{\mu_c:\lambda_c}^{(g_c+1)}) \leq \dots \leq f(x_{\lambda_c:\lambda_c}^{(g_c+1)}), \tag{19}$$

where we use the notation  $(x_{1:\lambda_c}^{(g_c+1)})$  for  $k^{\text{th}}$  best individual. The mean  $m^{sc}$  is then updated by taking the weighted mean of the best  $\mu$  individuals:

$$\mathbf{m}^{(g+1)} = \sum_{i=1}^{\mu} \omega_i \mathbf{x}_{i:\lambda}^{(g+1)} = \mathbf{m}^{(g+1)} + a \sigma^{(g)} \sum_{i=1}^{\mu} \omega_i \mathbf{y}_{i:\lambda}, \tag{20}$$

where  $\mathbf{y}_{i:\lambda} = \mathbf{x}_{i:\lambda}^{(g+1)} - \mathbf{m}^{(g+1)}/\sigma(g)$ . In general  $\mu = \frac{\lambda}{2}$  and  $(w_i)_{1 \leq i \leq \mu}$  are strictly positive and normalized weights, i.e., satisfying

$$\sum_{i=1}^{\mu} \omega_i = 1. \tag{21}$$

This update displaces the mean vector towards the best solutions. Then the covariance matrix  $C_c^{(g+1)}$  is updated. There are two mechanisms to update the covariance matrix. One of the mechanisms is the rank-one update to update the evolution path and the other is the rank-m update [14; 16; 19]. The covariance matrix is updated as:

$$p_c^{(g+1)} = (1 - c_c) * p_c^{(g)} + H_{\sigma}^{(g+1)} \sqrt{c_c (2 - c_c)} * \frac{\mu_{eff}}{\sigma(g)} (x_w^{(g+1)} - x_w^{(g)}) \tag{22}$$

$$C^{(g+1)} = (1 - c_{cov}) * C^{(g)} + c_{cov} \frac{1}{\mu_{cov}} p_c^{(g+1)} (p_c^{(g+1)})^T + c_{cov} * \left(1 - \frac{1}{\mu_{cov}}\right) \sum_{i=1}^{\mu} \frac{\omega_i}{\sigma^{(g)^2}} (x_{i:\lambda}^{(g+1)} - x_w^{(g)}) (x_{i:\lambda}^{(g+1)} - x_w^{(g)})^T \tag{23}$$

We define performance as the number of function evaluations needed to reach a certain function value, where  $P_c^{(0)}$  is the initial evolution path  $P_c^{(g+1)}$  is the new evolution path and  $C_{cov}, \mu_{cov}$  are parameters of the algorithm. The new evolution path  $P_c^{(g+1)}$ , which gives a direction where we expect to see good solutions, is based on the old evolution path  $P_c^{(g)}$  and the descent direction [5; 19; 21].

The update of the covariance matrix  $C_{oc}$  uses two mechanisms. First of all the rank-one update using the so called evolution path  $P_{\sigma c}^{(g)} \in R^n$  whose update is given by:

$$P_c^{(g+1)} = (1 - c_c) P_c^{(g)} + \sqrt{c_c (2 - c_c)} \mu_{eff} \frac{m^{(g+1)} - m^{(g)}}{\sigma^{(g)}}, \tag{24}$$

where  $c_c \in (0, 1]$ . For the constant  $c_c = 1$ , the evolution path points towards the descent direction  $\frac{m^{(g+1)} - m^{(g)}}{\sigma^{(g)}}$  and for  $c_c \neq 1$ , the vector  $P_c^{(g)}$  adds the steps followed by the mean vector over the iterations using some normalization to dampen previous steps, so as

$$\sigma_c^{(g+1)} = \sigma_c^{(g)} \exp \left( \frac{c_{\sigma_c}}{d_{\sigma_c}} \left( \frac{\|P_{\sigma c}^{(g+1)}\|}{E \|N(0, I)\|} - 1 \right) \right), \tag{25}$$

where  $P_c^{(0)}$  and  $\sigma_c$  are parameters of the algorithm with default values defined in [15]. This update rule implements to increase the step-size when the length of the conjugate evolution path is larger than the length it would have if selection would be random (this length will then be equal to  $\|N(0, I)\|$  and decrease it otherwise. The step size  $\sigma_c^{(g+1)}$  is decreased when the length of the conjugate evolution path is less than the length it would have if selection would be random and the step size is increased otherwise [18].

In the work of [7, 20; 22]; a typical well control optimization problem was expressed as:

$$\begin{aligned} & \min f(x) \\ & s.t \ c_{ii} \leq 0 \quad (ii = 1, \dots, n) \\ & \quad h_{ii(x)} = 0 \quad (ii = n + 1, \dots, n_i) \end{aligned} \tag{26}$$

where  $c_{ii(x)}$  is the inequality constraint;  $h_{ii(x)}$  is the equality constraint;  $n$  and  $n_i$  are the number of inequality constraints and the total number of constraints, respectively. In handling the constraints, a composite Lagrangian barrier/augmented Lagrangian function is constructed to enable the transformation of the established optimization problem into an unconstrained problem. This is done by integrating the constraints into the objective function [8], given by:

$$\Theta(x, \lambda, s, \mu) = f(x) - \sum_{i=1}^m \lambda_i s_i \log(c_i(x) + s_i) + \sum_{i=m+1}^{m_i} \lambda_i c_i(x) + \frac{1}{2\mu_p} \sum_{i=m+1}^{m_i} c_i(x)^2, \tag{27}$$

where the components  $\lambda_i$  of the vector  $\lambda$  are Lagrangian multiplier estimates which are nonnegative; the elements  $s_i$  of the vector  $s$  are positive and are known as shifts; and  $\mu_p$  is a positive penalty parameter.

The algorithm minimizes a sequence of subproblems, which have a fixed value of  $\lambda, s$  and  $\mu_p$ , and each subproblem is an approximation of original problem. When the stopping are not met, the process repeats, otherwise it stops.

### 5. Model description and simulation

The reservoir model was constructed using data from the static model, material balance analysis and relevant rock

and fluid properties, SCAL, well completion and field data. The studied block is a single-porous sandstone deposit and has 6 oil layers with producing wells perforated into the upper 4 layers and injection wells perforated in all 6 layers. The dimensions of the reservoir are roughly  $10 \times 3$  km with an average thickness of about 218 m.

It is assumed that oil and water are the only phases in the formation with a relatively light oil with API class 34. The gas factor in this reservoir is estimated at 700 scf/STB (19.8 m<sup>3</sup>/STB) and the reservoir oil volume factor (FVF) is about 1.4 bbl/STB. The field under study has been developed since 1993 and is now at a late stage of development. The oil-water contact (OWC) is 2271 m (7450 ft). The water depth is 120 m and the saturation pressure is 27 MPa. From the special analysis of the core (SCAL) obtained parameters of the relative permeability of the Corey, which indicates the oil-wetted reservoir.

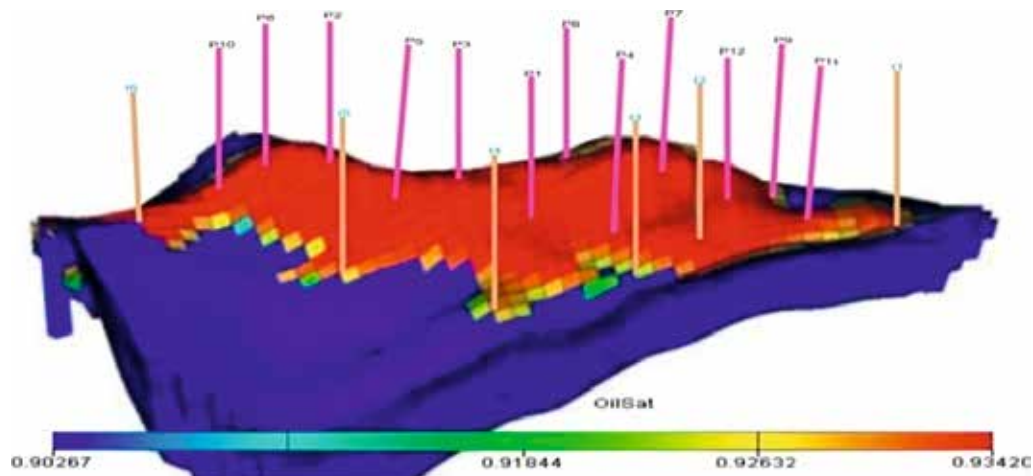
The simulation aspect of this work was implemented using the CMA-ES algorithm with ECLIPSE 100 to optimize well control in the studied oil field in Niger delta of Nigeria. The SKIN keyword in ECLIPSE 100 was used to build the correlation between the formation damage and the well model in the reservoir simulator [23].

The developed studied field model is only oil-water two-phase flow system. Permeability is 800 mD. The porosity and the initial water saturation are 0.3 for all grids. The total well control optimization time for this simulation is 3600 days, and divided into five control steps, i.e., 720 days per step. All wells are under rate control.

There are 6 injectors and 12 producers as earlier established. There are high-permeability channels in this geological model, which can result in inefficient water injection and unstable fingering impede the water flooding performance. Accordingly, it is necessary to optimize the well control strategy for this model. We assume this field has been developed for 3600 days and the formation damage has occurred.

The maximum injection rate of every injector is 50m<sup>3</sup>/day (315.5 bbl), the production rate of every production well is 100 m<sup>3</sup>/d (629 bbl) and the maximum injection pressure is 20 MPa. The injection rate is equal distribution for the 12 producers to keep a balanced injection-production. Injected water quality is given in Table 6. The formation damage parameters for 6 injectors are calculated, which are listed in Table 2.

NPV is the objective function (Equation 13) and the economic parameters for the calculation of NPV are given in Table 3.



**Fig. 5.** Initial oil saturation in the upper layer of the reservoir "X", showing the location of 12 producing and 6 injection wells

**Table 1**

**Injected water quality parameters of the considered reservoir model**

Parameters	Value	
<b>Injected water quality</b>	Suspended particle concentration $C_o$ , mg/L	21
	Particle size $D_p$ , $\mu\text{m}$	5
	Oil concentration $C_{oil}$ , mg/L	30
<b>Optimization parameters</b>	Initial injection rate for each injector, m <sup>3</sup> /d	80
	Initial production rate for each producer, m <sup>3</sup> /d	40
	Injection rate range, m <sup>3</sup> /d	0-160
	Production rate range, m <sup>3</sup> /d	0-160
	Total injection rate range, m <sup>3</sup> /d	540-640
Maximum injection pressure, MPa	35	

Table 2

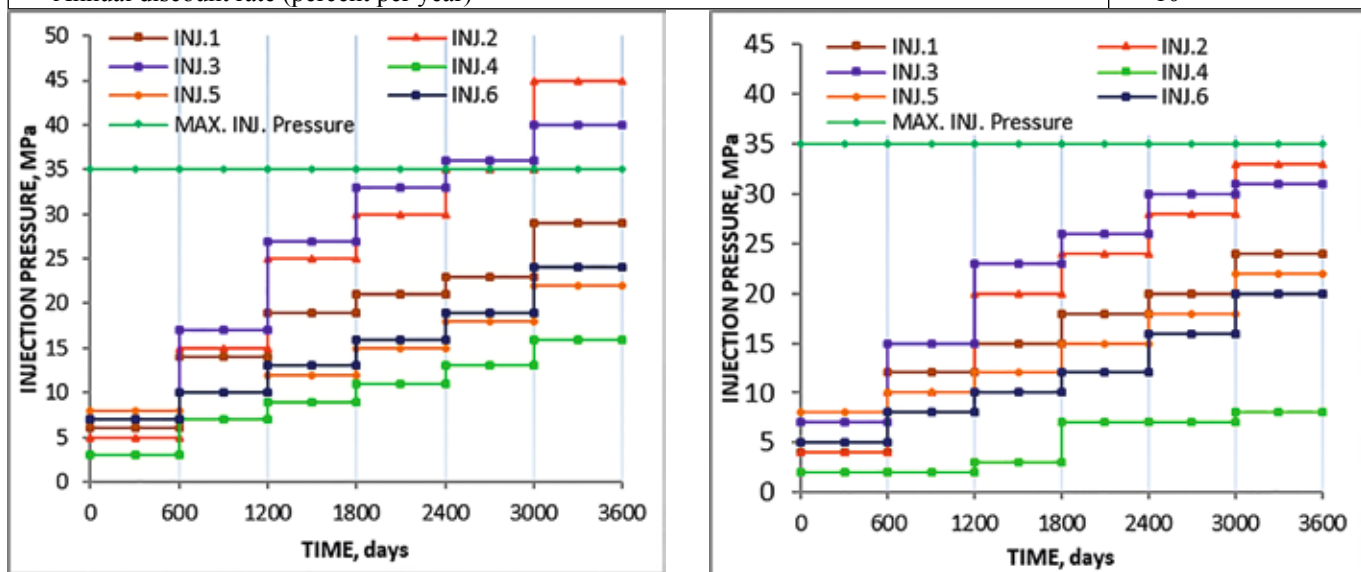
Formation damage parameters of the Reservoir Model

Parameters	Injector 1	Injector 2	Injector 3	Injector 4	Injector 5	Injector 6
$\lambda'$ , $m^{-1}$	0.4552	0.0939	0.1210	1.4322	0.0142	0.1761
$\beta$	241.22	401.02	291.95	92.998	892.00	245.00
$T_{cr}$ , PVI	0.06834	0.5995	0.4126	0.0299	3.1422	0.2335
$m$	1.4872	0.4500	0.6433	2.5842	0.1926	0.7866
$m_c$	0.0239	0.0041	0.0029	0.0013	0.0071	0.0026

Table 3

Economic parameters to calculate NPV

Parameters	Value
Oil price, (\$)/ $m^3$	250
Water production costs, (\$)/ $m^3$	40
Water injection costs, (\$)/ $m^3$	30
Annual discount rate (percent per year)	10



a) Ignoring formation damage

b) Considering formation damage

Fig. 6. The injection pressure optimization

Under the constraint of maximum injection pressure, the optimal well control strategy of the developed model is different between ignoring and considering formation damage, as illustrated in figs 6 a and b.

Fig. 6(a) indicates that the actual injection pressures of the well control strategy, which is optimized ignoring formation damage, are over the maximum injection pressure. More exactly, the actual injection pressures of INJECTION2 and INJECTION3 at 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> control steps are over the maximum injection pressure. Therefore, this optimal well control strategy cannot be realized in actual oil field development. In order to the make injection pressure lower than the maximum injection pressure, the optimal injection rates of INJECTION2 and INJECTION3 should be reduced, which influences the whole optimal well control strategy.

Fig 6 (b) indicates that the optimal injection rates of INJECT2 during six control steps are gradually decreased while the injection pressures of INJECT3 are increased. The reason for this phenomenon is that formation damage de-

gree of low permeability injector would be more significant than high permeability injector at the same injected water quality and cumulative water injection. As the cumulative water injection increasing, the formation damage degree of INJECT3 is increasingly severe and the skin factor grows considerably. This leads to a significant increase in the injection pressure of INJECT3 even though the injection rate is decreased. If the formation damage is not taken into account during the optimization, the optimal injection rate of INJECT3 may be higher to reach a higher NPV while the actual injection pressure may increase beyond the maximum injection pressure in actual water flooding.

Well production performance is shown in fig. 7 and it can be observed that the NPV of optimal well control strategy considering formation damage is lower than the NPV of optimal well control strategy ignoring formation damage – fig. 7. The optimal well control strategy considering formation damage is a suboptimal solution of the optimal well control strategy ignoring formation damage. Therefore, it is



necessary to account for the formation damage during well control optimization and the method developed in this work can provide a practical well control strategy for field development.

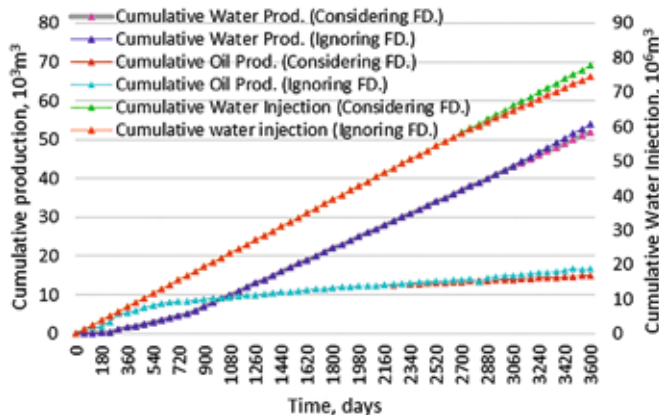


Fig. 7. Cumulative production and cumulative water injection of the studied model

Fig. 8 shows comparison between optimized injection rates assuming no formation damage and optimized injection rates considering formation damage during water flooding.

In order to predict the effect of formation damage on optimal well control strategy, we optimize the injection rates of the studied model considering formation damage. Fig. 8 shows the final optimized NPV of  $5.5 \times 10^6$  USD accounting for FD against the NPV of  $6.2 \times 10^6$  USD not considering FD. The NPV of optimal well control strategy considering formation damage is lower than the NPV of optimal well

control strategy ignoring formation damage. The optimal well control strategy considering formation damage is a suboptimal solution of the optimal well control strategy ignoring formation damage. This result underscores the importance to account for FD during water flood optimization.

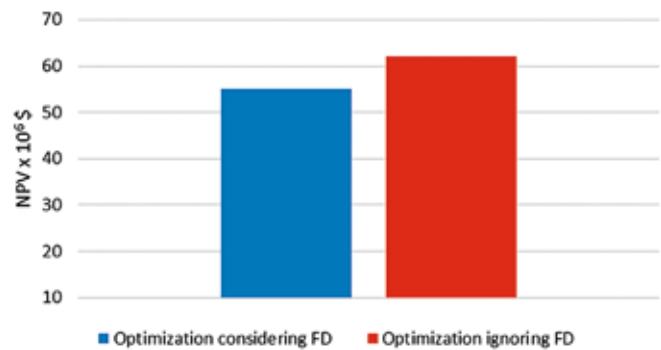


Fig. 8. Comparing the NPV of the considered well control optimization option

## 6. Conclusions

In this study, an analytical prediction model was built and run, using a reservoir numerical simulator to study formation damage caused by suspended particles in injected water during water flooding. Furthermore, a well control optimization model is established and solved by CMA-ES algorithm, which results demonstrate that the optimal well control strategy accounting for formation damage is a suboptimal solution of the optimal well control strategy not considering formation damage. This informs the proposed approach of the importance of accounting for FD in the process of optimizing reservoir waterflooding.

## REFERENCES:

1. Rege S. D., Fogler H. S. A Network Model for Deep Bed Filtration of Solid Particles and Emulsion Drops. *AICHE Journal*, 1988, vol. 34, no. 1, pp. 1761–1772.
2. Stenger B.A., Al-Katheeri A.B., Hafez H.H., Al-Kendi S.A. Short-term and Long-term Aspects of a Water Injection Strategy. *SPE*, 2008, 116989.
3. Wang S., Feng Q., Dong Y., Han X., Wang S., 2015a. A dynamic pore-scale network model for two-phase imbibition. *J. Nat. Gas. Sci. Eng.*, 26, pp. 118–129.
4. Ohen H.A., Civan F. Simulation of formation damage in petroleum reservoirs. *Los Angeles, SPE*, 1990. 19420.
5. Keelan D.K., Koepf E.H. The role of cores and core analysis in evaluation of formation damage. *Journal of Petroleum Technology*, 1977, SPE-5696-PA.
6. Lund M.W. 2000. Valuing flexibility in offshore petroleum projects. *Ann. Oper. Res.*, 2000, 99 (1–4), pp. 325–349.
7. Civan F. Reservoir Formation Damage: Fundamentals, Modeling, Assessment, and Mitigation. *Houston, Texas*, 2000.
8. Yuan B., Moghanloo R.G., Pattamasingh P. Applying Method of Characteristics to Study Utilization of Nanoparticles to Reduce Fines Migration in Deepwater Reservoir. *SPE*, 2015, 174192.
9. Sacramento R.N., Yang Y., You Z., Waldmann A., Martins A.S., Zitha P.J., Bedrikovetsky P. Deep bed and cake filtration of two-size particle suspension in porous media. *J. Pet. Sci. Eng.*, 2015, 126, pp. 201–210.
10. Feng Q., Li S., Han X., Wang S., 2015b. Network simulation for formation impairment due to suspended particles in injected water. *J. Pet. Sci. Eng.*, 2015, 133, pp. 384–391.
11. Nwizug-bee L. K. Heavy oil deposits and compositional analysis of some bituminous oil sand samples of southwestern Nigeria. *Sustainable Development of Mountain Territories*, vol. 10, no 1 (35), 2018, pp. 63–68.
12. Nasrabadi H., Morales A., Zhu D. Well placement optimization: a survey with special focus on application for gas/gas-condensate reservoirs. *J. Nat. Gas. Sci. Eng.*, 2012, 5, pp. 6–16.
13. Bedrikovetsky P.G., Furtado C.J.A., Siqueira A., de Souza, A.L.S. A Comprehensive Model for Injectivity Decline Prediction during PWRI. 2007, *SPE*, 100334.
14. Bouzarkouna Z., Ding D.Y., Auger A. Well placement optimization with the covariance matrix adaptation evolution strategy and meta-models. *Comput. Geosci.*, 2012, 16 (1), pp. 75–92.
15. Sarma P., Durllofsky L.J., Aziz K. Efficient Closed-loop Production Optimization under Uncertainty. *SPE*, 2005, 94241.
16. Awotunde A.A., Naranjo C. Well Placement Optimization Constrained to Minimum Well Spacing. *SPE*, 2014, 179272.
17. You Z., Yang Y., Badalyan A., Bedrikovetsky P., Hand M. Mathematical modelling of fines migration in geothermal reservoirs. *Geothermics*, 2016, 59, pp. 123–133.
18. Oliveira M.A., Vaz A.S., Siqueira F.D., Yang Y., You Z., Bedrikovetsky P. Slow migration of mobilised fines dur-

ing flow in reservoir rocks: laboratory study. *J. Pet. Sci. Eng.*, 2014, 122, pp. 534–541.

19. Qihong Feng et al. Well control optimization considering formation damage caused by suspended particles in injected water. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 2016, 35, pp. 21–32.

20. Li Y.H., Fambrough J.D., Montgomery C.T. Mathematical modeling of secondary precipitation from sandstone acidizing. 1998, *SPE J.*, 3 (04), pp. 393–401.

21. Humphries, T.D., Haynes, R.D., James, L.A. Simultaneous and sequential approaches to joint optimization of

well placement and control. *Comput. Geosci.*, 2014, 18 (3–4), pp. 433–448.

22. Vetter O.J., Kandarpa V., Stratton M., Veith E. Particle invasion into porous medium and related injectivity problems, *SPE*, 1987, 16255.

23. GeoQuest S. ECLIPSE Reference Manual, 2010.1. Schlumberger.

24. Bouzarkouna, Z., Ding, D.Y., Auger, A., 2012. Well placement optimization with the covariance matrix adaptation evolution strategy and meta-models. *Comput. Geosci.* 16 (1), pp. 75–92.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / Information about authors:



**БЭССЕЙ Инико Экенг** – кандидат технических наук, преподаватель кафедры гражданского строительства Технологического университета Кросс-Ривер, Калабар, Нигерия.

Тел.: +2348033380567.

e-mail: index\_2k6@yahoo.com

*Iniko Ekeng BASSEY – Phd., Lecturer, Department of Civil Engineering, Cross*

*River University of Technology, Calabar, Nigeria.*

*Ph.: +2348033380567.*

*e-mail: index\_2k6@yahoo.com*



**АНТИГА Ричард Э.** – кандидат технических наук, заведующий кафедрой гражданского строительства, Технологический университет Кросс-Ривер, Калабар, Нигерия.

Тел.: +2347038782554.

e-mail: revantiga68@gmail.com

*Richard E. ANTIGHA – Phd, Head,*

*Department of Civil Engineering, Cross River University of Technology, Calabar, Nigeria.*

*Ph.: +2347038782554.*

*e-mail: revantiga68@gmail.com*



**ОБИО Екпе А.** – магистр техники, преподаватель кафедры агрономии Технологического университета Кросс-Ривер, Калабар, Нигерия.

e-mail: ekpeobio2016@gmail.com

*Ekpe A. OBIO – M. Eng., Lecturer, Department of Agronomy, Cross River University of Technology, Calabar, Nigeria. e-mail: ekpeobio2016@gmail.com*

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОБВОДНЕНИЯ С УЧЕТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫТЕСНЕННЫХ ЧАСТИЦ ПОРОД КОЛЛЕКТОРА ПРИ ЗАКАЧКЕ МАЛОСОЛЕВОЙ ВОДЫ

<sup>1</sup> Бэссей И. Э.,\*

<sup>1</sup> Антига Р. Э.,

<sup>1</sup> Обио Екпе А.

<sup>1</sup> Технологический университет Кросс-Ривер, Калабар, Нигерия, index\_2k6@yahoo.com.

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-331-340

В настоящее время наиболее эффективным методом разработки пластов для эффективной добычи нефти является обводнение. Основными задачами данного способа являются поддержание пластового давления и повышение конечной скорости извлечения нефти. Однако повреждение пласта, вызванное взвешенными частицами в закачиваемой воде, всегда происходит во время обводнения, что приводит к снижению приемистости. Это также приводит к более высоким давлениям впрыска, выше максимального давления впрыска, чем могут обеспечить поверхностные сооружения. Относительно мало внимания уделяется повреждению пласта в процессе оптимизации управления скважиной.

В данном исследовании влияние повреждения пласта глинистыми частицами, вытесненными мало солевой нагнетательной водой, на эксплуатационные характеристики скважины прогнозируется путем сопряжения анали-

тической модели с численным имитатором пласта. Этот метод применяется в полевой модели типа Дельта Нигера для оценки ее эффективности.

Прочность модели заключается в ее способности точно прогнозировать профили концентрации сточных вод, изменения проницаемости при обводнении пластовых вод, а также эволюцию коэффициента фильтра со временем с использованием модели фильтрации пласта. В данном исследовании модельные прогнозы для различных распределений частиц и пор по размерам согласуются с экспериментальными данными.

**Ключевые слова:** горная порода, эффективность обводнения, оптимизация управления скважиной, повреждение пласта, проницаемость, закачка воды, взвешенные частицы.

Статья поступила в редакцию 27.12.2018.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ ENGINEERING



*Если бы я захотел читать, еще не зная букв, это было бы бессмыслицей.  
Точно так же, если бы я захотел судить о явлениях природы,  
не имея никакого представления о началах вещей, это было бы такой же бессмыслицей.  
Михаил ЛОМОНОСОВ*

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ПОДЭТАЖНОГО ОБРУШЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ НАКЛОННОГО КОНТАКТА РУДЫ С ПОРОДАМИ

<sup>1</sup>Атрушкевич В.А.,  
<sup>1</sup>Пепелев Р.Г.

### Введение

При подземной разработке месторождений широко применяют системы с обрушением руды и вмещающих пород, в частности, системы подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды, которые характеризуются сравнительно низкой себестоимостью, возможностью применять современное добычное оборудование и высокой производительностью труда [1–3].

На подземных рудниках России и СНГ они являются основными при добыче железных и фосфатных руд, например, в Горной Шории, на Урале; на ряде крупных предприятий цветной металлургии (комбинаты Тырныаузский, Зыряновский, Салаирский, Лениногорский) и это положение может сохраняться долгое время.

Варианты систем с обрушением применяются для отработки, преимущественно, мощных рудных тел, нередко, с выходом зоны обрушения на земную поверхность. Технология характерна для горнопромышленных районов с горным рельефом. Ее последствия в большей степени ощутимы по сравнению с равнинными районами, поскольку работы в горах развиваются в условиях ограниченной возможности реабилитации окружающей среды из-за наличия ущелий, а также водных и атмосферных потоков.

Однако в связи с особенностями выпуска отбитой руды под обрушенными породами, показатели извлечения руды: потери и разубоживание при этом достигают значений, ограничивающих область экономически приемлемого значения.

Снижение уровня потерь и разубоживания руды при выпуске под обрушенными породами становится целью при проектировании конструктивных и технологических параметров систем разработки, уменьшающих экономический ущерб [4–6].

Для достижения поставленной цели разрабатывается методика выбора оптимальных параметров системы подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды [7–9].

### Результат разработки

Показателем оптимизации технологии добычи руд по критерию качества эксплуатации недр является условие:

УДК: 504.55.054:622(470.6)  
DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-341-346

*Предложена новая методология расчетов конструктивных и технологических параметров системы подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды при наличии наклонного контакта выпускаемого слоя руды с обрушенными породами при ромбовидной форме очистного забоя. Предлагаемые аналитические, эмпирические и графические взаимозависимости параметров выпуска руды применимы при проектировании и эксплуатации горнодобывающих и перерабатывающих предприятий. Рекомендуется для инженерно-технических работников горнодобывающих предприятий, проектных организаций, преподавателей, научных сотрудников и студентов учебных заведений горного профиля.*

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

*подэтажное обрушение, торцевой выпуск, руда, наклонный контакт, ромбовидная форма, подземная разработка.*

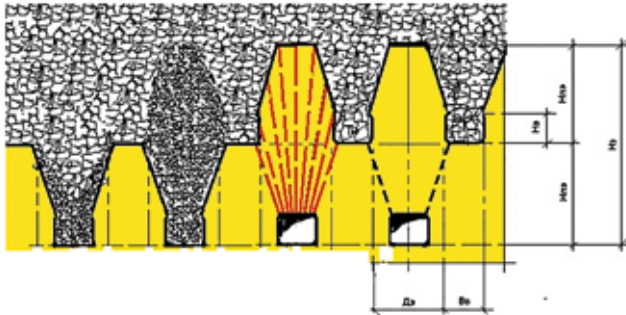
Статья поступила в редакцию 21.06.2019.

<sup>1</sup>Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, 119049, Москва, Россия

$$Y_c = Y_n + Y_p + C_{доб}, \quad (1)$$

где  $C_{доб}$  – затраты на добычу руды;  $Y_n$  – ущерб от потерь не извлеченной руды;  $Y_p$  – ущерб от разубоживания руды породами.

Рассматривается широко применяемая при подземной добыче руд шахматная схема расположения очистных забоев ромбовидной формы (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды

**Fig. 1.** Diagram of sublevel caving with face ore release

Оптимизация параметров подэтажного обрушения заключается в уточнении расчетных значений параметров торцевого выпуска руды по предлагаемой методике, использующей общепризнанное условие вписывания фигуры выпуска в контуры отбитого и выпускаемого слоя руды [10; 11].

Исходные данные для расчета:

- фигура выпуска – усеченный вертикальной стенкой забоя эллипсоид вращения высотой  $H_3$ , диаметром  $D_3$ :

$$H_3 = m D_3^2,$$

где  $H_3$  – высота эллипсоида, м;  $D_3$  – диаметр эллипсоида, м;  $m$  – коэффициент, характеризующий сыпучие свойства руды,  $m^{-1}$ ;

- высота подэтажа –  $H_{пз}$ ;

- ширина целика между смежными по горизонтали буро-доставочными выработками –  $D_3$ ;

- предельно допустимое разубоживание руды в дозе выпуска  $P_{д\text{пред}}$ , значение которого определяется на основе технико-экономических расчетов, в которых учитываются технические, технологические, технико-экономические и стоимостные факторы добычного, обогатительного, металлургического производств, а также ценность получаемого конечного продукта.

Высота вписанной в контур ромбовидного забоя фигуры выпуска  $H_3$  равна удвоенной высоте подэтажа  $H_{пз}$ , соответствующей диаметру фигуры выпуска (то есть ширина ромбовидного забоя):

$$D_3 = (H_3/m)^{0.5}.$$

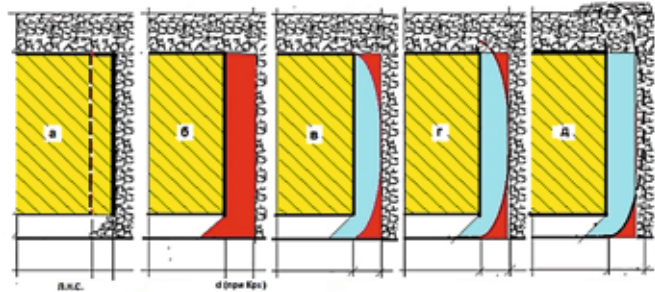
Сечение ромбовидного забоя  $C_3$  определяется с учетом высоты забоя  $H_3 = H_3 - H_в$ ; ширины забоя  $B_3 = D_3$  и угла наклона образующих ромбовидный контур  $Y_6 = \arctg((H_3 - H_в) / (D_3 - B_в))$

$$C_3 = 0,5(H_3(D_3 + B_в) + H_в(B_3 - B_в)), \quad (2)$$

где  $H_в$  и  $B_в$  – высота и ширина БДВ соответственно.

Оптимальная толщина выпускаемого слоя руды  $d_p = 0,5D_3$ .

Стадии отработки рудной секции включают в себя (рис.2): а – обуренная секция; б – отбитый слой руды до выпуска; в – фигура выпуска, соответствующая выпуску чистой руды; г – фигура выпуска, соответствующая промежуточному выпуску; д – фигура выпуска, соответствующая окончательному выпуску.



**Рис. 2.** Стадии отработки секции: а – обуренная секция; б – отбитый слой руды до выпуска; в – фигура выпуска, соответствующая выпуску чистой руды; г – фигура выпуска, соответствующая промежуточному выпуску; д – фигура выпуска, соответствующая окончательному выпуску

**Fig. 2.** Stages of section mining: а – bored section; б – ore chipped layer before release; в – release figure corresponding to the release of pure ore; г – release figure corresponding to the intermediate release; д – release figure corresponding to the final release

Толщина отбиваемого слоя руды в массиве

$$d_m = d_p / K_{p1}, \quad (3)$$

где  $K_{p1}$  – коэффициент разрыхления руды после отбойки.

Балансовые запасы отбиваемого слоя

$$B_M = C_p \cdot d_m, \quad (4)$$

или в разрыхленном состоянии

$$B_p = B_M \cdot K_{p1}, \quad (5)$$

Количество руды в массиве, извлекаемое при проходке выработок по руде:

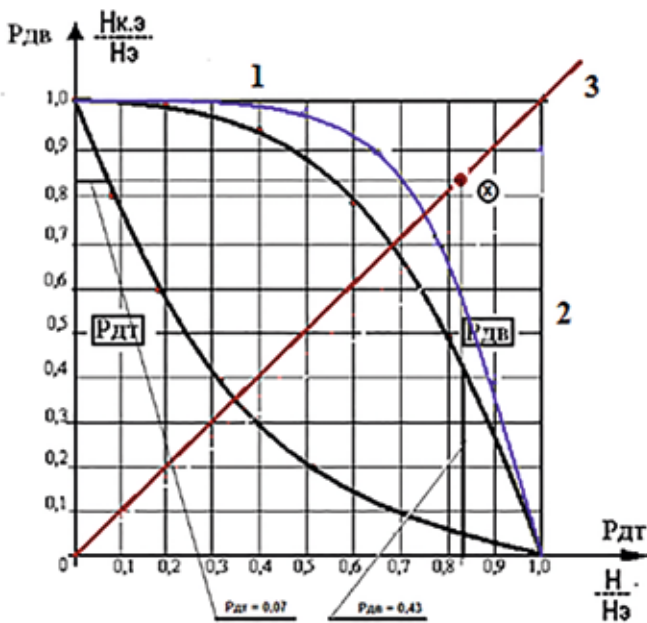
$$B_в = B_в \cdot H_в \cdot d_m, \quad (6)$$

Пошаговые запасы руды

$$B_{дог} = B_M \cdot B_M, \quad (7)$$

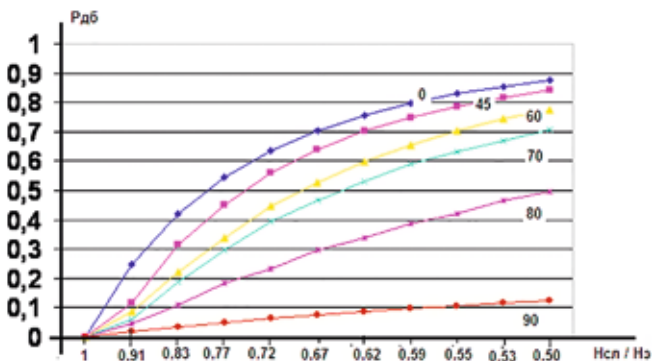
Показатели извлечения с учетом разубоживания налегающими и боковыми породами могут быть определены графически (рис. 3).

В качестве примера на рис. 3 найдены значения  $P_{дв} = 0,43$  и  $P_{дт} = 0,07$  при значениях  $H/H_3$  и  $H_{кз}/H_3$ , равных 0,83. Суммарное разубоживание в дозе – 0,50. Угол наклона луча выпуска равен  $45^\circ$ , при котором разубоживание от верхних и торцевых пород начинается одновременно. Влияние бокового может быть определено с использованием графических зависимостей (рис.4, 5), полученных в результате численного интегрирования для различных углов наклона относительно горизонтального направления контакта руды с налегающими породами ( $0^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ$  и  $90^\circ$ ).



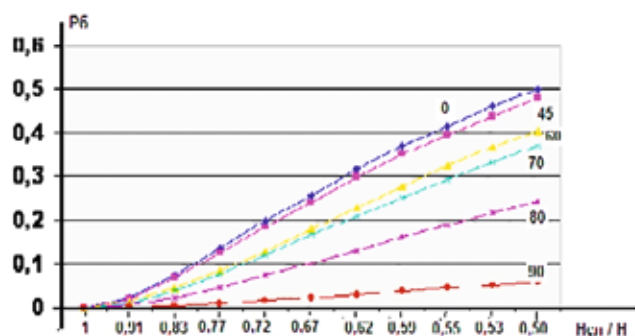
**Рис. 3.** Универсальный график для определения значений верхнего ( $P_{в}$ ) и торцевого ( $P_{дв}$ ) разубоживания в зависимости от соотношения  $\frac{H}{H_з}$  и  $\frac{H_{к.э}}{H_з}$ ;  
1 – налегающие породы; 2 – боковые породы;  
3 – чистая руда

**Fig. 3.** Universal graph for determining the values of the upper ( $P_{в}$ ) and end ( $P_{дв}$ ) dilution depending on the ratio  $\frac{H}{H_з}$  and  $\frac{H_{к.э}}{H_з}$ ;  
1 – overlaid rocks; 2 – side rocks; 3 – pure ore



**Рис. 4.** Разубоживание  $P_{дб}$  в зависимости от соотношения  $\frac{H_{сд}}{H_з}$

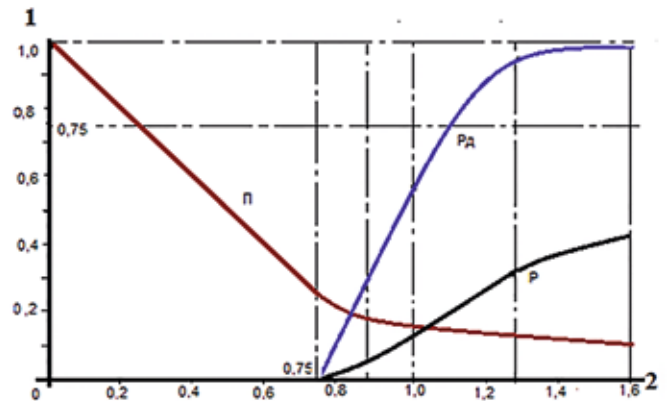
**Fig. 4.** Dissolution  $P_{дб}$  depending on the ratio  $\frac{H_{сд}}{H_з}$



**Рис. 5.** Разубоживание  $P_{об}$  в зависимости от соотношения  $\frac{H_{сд}}{H_з}$

**Fig. 5.** Dilution  $P_{об}$  depending on the ratio  $\frac{H_{сд}}{H_з}$

В качестве примера приведем результаты расчета показателей выпуска для моментов выпуска  $\delta$ ,  $\epsilon$  и  $\zeta$  и  $\delta$  (рис. 2). Зависимости, характеризующие показатели извлечения в процессе выпуска, представлены на рис. 6.



**Рис. 6.** Показатели выпуска руды при высоте подэтажа 10 м и  $m=0,41^{-1}$  м: 1 – потери  $\Pi$ , разубоживание  $P$  и разубоживание в дозе выпуска  $P_{\delta}$ ; 2 – извлечение чистой руды  $K_о$

**Fig. 6.** Indicators of ore output at a sub-floor height of 10 m and  $m = 0.41-1$  m: 1 – loss  $\Pi$ , dilution  $P$  and dissolution in the dose of  $P_{\delta}$  release; 2 – extraction of pure ore  $K_о$

Пользуясь полученными графическими зависимостями, определили параметры выпуска руды:

- извлечение чистой руды – 75%;
- при предельном разубоживании в дозе выпуска

$P_{пред}$ :

- 58%  $\Pi=15\%$ ,  $P=15\%$ ,  $K_{д}=1$ ;
- 67%  $\Pi=13\%$ ,  $P=17\%$ ,  $K_{д}=1,05$ ;
- 95%  $\Pi=12\%$ ,  $P=31\%$ ,  $K_{д}=1,31$ .

При гипотетическом  $P_{пред} = 100\%$  разубоживание руды составит 43 – 45%, коэффициент добычи – 1,62 и потери – 9 – 10%. Потерянная руда остается в нижней части панели и не может быть извлечена с рассматриваемого горизонта, т.е. переходит в категорию «неизвлекаемых потерь» [12–15].

Часть остающейся в выработанном пространстве после окончания выпуска потерь руды (включая неизвлекаемые потери) может быть извлечена при отработке нижележащей смежной панели.

Технологии с обрушением руд по-прежнему обладают приоритетом при разработке металлических месторождений. Однако повышенные потери и разубоживание в условиях отработки в легкодоступных участках земной поверхности заставляют искать еще не использованные резервы повышения их эффективности, особенно при добыче ценных металлов [16–20].

### Закключение

1. Предлагаемая методика расчета прогнозных показателей извлечения при торцевом выпуске и ромбовидной форме забоя повышает точность проектирования параметров системы разработки.

2. Конструктивные параметры очистной выемки могут быть оптимизированы с учетом влияния наклонного контакта руды с вмещающими породами.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Jarvie-Eggart M. E. Responsible Mining: Case Studies in Managing Social & Environmental Risks in the Developed World // Englewood, Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2015. 804 p.

2. Jang H., Topal E., Kawamura Y. Decision support system of unplanned dilution and ore-loss in underground stoping operations using a neuro-fuzzy system // Applied Soft Computing Journal. 2015. Vol. 32. Pp. 1–12.

3. Пепелев Р.Г., Атрушкевич В.А., Карасев Г.А. Прогнозирование показателей извлечения при наклонном контакте руды с обрушенными породами // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. N5.

4. Атрушкевич В.А., Атрушкевич А.В. Инновационные технические решения при проектировании комплексов управления качеством продукции горнодобывающих предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. N 1. С. 323–332.

5. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Каргинов. Основа устойчивого развития РСО-Алания – горнодобывающая отрасль // Устойчивое развитие горных территорий. 2017. N 2(32). С.163–172.

6. Ляшенко В.И. Природоохранные технологии освоения сложноструктурных месторождений полезных ископаемых // Маркшейдерский вестник. 2015. N 1. С.10–15.

7. Matthews T. Dilution and ore loss projections: Strategies and considerations // SME Annual Conference and Expo and CMA 117th National Western Mining Conference–Mining: Navigating the Global Waters. Denver, United States. 2015. Pp. 529–532.

8. Комащенко В.И., Васильев П.В., Масленников С.А. Технологиям подземной разработки месторождений КМА – надежную сырьевую основу // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. N 2. С. 101–114.

9. Юн А. Б., Рылъникова М. В., Терентьева И. В. О перспективах и стратегии освоения Жезказганского месторождения // Горный журнал. 2015. N 5. С.44–49.

10. Wang G., Li R., Carranza E. J. M., Yang F. 3D geological modeling for prediction of subsurface Motargets in the Luanchuan district, China // Ore Geology Reviews. 2015. Vol. 71. Pp. 592–610.

3. Полученные зависимости параметров добычи позволяют прогнозировать показатели выпуска на всех стадиях, улучшая управление качеством руды.

11. Багазеев В.К., Валиев Н.Г., Кокарев К.В. Основы подземной геотехнологии. Екатеринбург: УГГУ. 2015. 198 с.

12. Голик В.И., Соболев А.А., Дзапаров В.Х., Харенов Г.З. Перспективы разработки месторождений Садо-на // Устойчивое развитие горных территорий. N 3. 2018. С. 420–427.

13. Семенова И. Э., Аветисян И. М., Земцовский А. В. Геомеханическое обоснование отработки запасов глубокого горизонта в сложных горно-геологических и геодинамических условиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. N 12. С. 65–73.

14. Корнилков М.В., Латышев О.Г. Направленное изменение фрактальных характеристик, свойства и состояния пород поверхностно-активными веществами в процессах горного производства: Монография. Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного горного университета, 2016. 407 с.

15. Каплунов Д. Р., Радченко Д. Н. Принципы проектирования и выбор технологий освоения недр, обеспечивающих устойчивое развитие подземных рудников // Горный журнал. 2017. N 11. С.121–125.

16. Дмитрак Ю.В., Камнев Е.Н. АО «Ведущий проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт промышленной технологии» – Путь длиной в 65 лет // Горный журнал. 2016. N 3. С. 6–12.

17. Грязев М.В., Качурин Н.М., Захаров Е.И. Тульский государственный университет: 85 лет на службе отечеству // Горный журнал. 2016. N 2. С. 25–29.

18. Мухаметшин В. В., Андреев В. Е. Повышение эффективности оценки результативности технологий, направленных на расширение использования ресурсной базы месторождений с трудноизвлекаемыми запасами // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. N 329. 8. С 30–26.

19. Рудмин М. А., Мазуров А. К., Рева И. В., Стеблецов М. Д.. Перспективы комплексного освоения Бакчарского железорудного месторождения (Западная Сибирь, Россия) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329, N 10. С. 87–99.

20. Ткач С.М., Батугин С. А., Баракаева И. Д. Объективная оценка разубоживания руд – перспективный путь повышения ресурсного потенциала недр // Горный журнал. 2016. N 1. С. 98–105.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / Information about authors:**

**АТРУШКЕВИЧ Виктор Аркадьевич** – доктор технических наук, профессор, директор Центра усовершенствования горных инженеров, профессор кафедры "Геотехнологии освоения недр".

Национальный исследовательский технологический университет «Московский институт стали и сплавов».

119049, г. Москва, Россия.  
e-mail: iugi@mail.ru

*Victor A. ATRUSHKEVICH – Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Center for the Improvement of Mining Engineers, Professor of the Department of Geotechnology for Subsoil Development.*

*National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys".*

*119049, Moscow, Russia.  
e-mail: iugi@mail.ru*

**ПЕПЕЛЕВ Роман Георгиевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры "Геотехнологии освоения недр".

Национальный исследовательский технологический университет «Московский институт стали и сплавов».

119049, г. Москва, Россия.

*Roman G. PEPELEV – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Geo-technology for Subsoil Development.*

*National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys".*

*119049, Moscow, Russia.*

#### **PARAMETERS OPTIMIZATION OF THE SUB-FLOOR DESTRUCTION SYSTEM IN THE PRESENCE OF AN INCLINED ORE CONTACT WITH BREEDS**

<sup>1</sup>V.A. Atrushkevich,\*

<sup>1</sup>R.G. Pepelev

*<sup>1</sup>National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", 119049, Moscow, Russia,  
e-mail: iugi@mail.ru.*

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-341-346

Underground mining of ore deposits, sub-floor caving systems with end ore output are widely used but losses and dilution limit their application area. In the underground mines of Russia, they are the main ones in the extraction of iron and phosphate ores, for example, in the Krivorozhsky basin, Mountain Shoria, mines of the Nizhne-Tagilsky plant, and at a number of large non-ferrous metallurgy enterprises. Systems with massive collapse are used in deposits of powerful and medium power. The treatment space is not supported (with the exception of the formation of chambers or slots to collapse the rest of the block in some systems), the breakdown is predominantly borehole, sometimes using controlled self-collapse.

The goal of improving the parameters of caving development systems is to develop recommendations for reducing economic damage from lowering ore quality. The chess layout of the treatment faces of the diamond-shaped form is considered.

The proposed technique uses the condition of inscribing the release figure into the contours of the beaten and produced ore layer. The maximum allowable for economic reasons ore dilution is determined taking into account technical, technological and technical and economic factors. The stages of mining the ore section are ranked as: drilled section; broken ore layer before release; release figure corresponding to the output of pure ore; a release figure corresponding to the interim release and a release figure corresponding to the final release.

The results of calculating the release indicators for the moments of release are the basis for managing the quality of the ore extracted during the release process. Extraction rates taking into account dilution by rocks may be proposed to be determined graphically.

Correct methods for calculating ore dilution, production rate and losses are proposed. Ore caving technologies have priority in the extraction of metal ores. Reducing losses and dilution is a reserve for increasing the efficiency of this high-performance technology. The proposed methodology for calculating the extraction indicators improves the accuracy of designing the parameters of the development system, which optimizes them taking into account the nature of the contact of ore with the host rocks, thereby allowing the use of this technology.

The new methodology for calculating the parameters of the sub-floor caving system and the analytical, empirical and graphical possibilities of its implementation are applicable in the design and operation of mining and processing enterprises. The proposed technology is a reserve for obtaining an economic effect during the modernization of mining and related industries.

**Keywords:** underground mining, ore production under collapsed rocks, sub-floor collapse, end output, optimal parameters of the development system, inclined contact of broken ore with collapsed rocks, losses, dilution.

## References

1. Jarvie-Eggart M. E. Responsible Mining: Case Studies in Managing Social and Environmental Risks in the Developed World. *Englewood, Colorado, Society for Mining, Metallurgy and Exploration*, 2015, 804 p.
2. Jang H., Topal E., Kawamura Y. Decision support system of unplanned dilution and ore-loss in underground stopping operations using a neuro-fuzzy system. *Applied Soft Computing Journal*, 2015, Vol. 32, pp. 1–12.
3. Pepelev R.G., Atrushkevich V.A., Karasev G.A. Prediction of extraction rates for oblique contact of ore with collapsed rocks. *Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2014, no. 5.
4. Atrushkevich V.A., Atrushkevich A.V. Innovative technical solutions in the design of complexes of product quality management for mining enterprises. *Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2016, no. 1, pp. 323–332.
5. Golik V.I., Razorenov Yu.I., Karginov K. The basis of sustainable development of North Ossetia-Alania is the mining industry. *Sustainable development of mountain territories*, 2017, no. 2 (32), pp. 163–172.
6. Lyashenko V.I. Environmental technologies for the development of complex structural mineral deposits. *Mine Surveying*, 2015, no. 1, pp. 10–15.
7. Matthews T. Dilution and ore loss projections: Strategies and considerations. *SME Annual Conference and Expo and CMA 117th National Western Mining Conference – Mining: Navigating the Global Waters. Denver, United States*, 2015, pp. 529–532.
8. Komashchenko V.I., Vasiliev P.V., Maslennikov S.A. Underground mining technologies for KMA deposits - a reliable raw material base. *Bulletin of Tula State University. Earth sciences*, 2016, no. 2, pp. 101–114.
9. Yun A. B., Rylnikova M. V., Terentyeva I. V. On the prospects and strategies for the development of the Zhezkagan deposit. *Mining Journal*, 2015, no. 5, pp. 44–49.
10. Wang G., Li R., Carranza E. J. M., Yang F. 3D geological modeling for prediction of subsurface Motargets in the Luanchuan district, China. *Ore Geology Reviews*, 2015, vol. 71, pp. 592–610.
11. Bagazeev V.K., Valiev N.G., Kokarev K.V. The basics of underground geotechnology. *Yekaterinburg, USMU*, 2015, 19 p.
12. Golik V.I., Sobolev A.A., Dzaparov V.Kh., Kharebov G.Z. Prospects for the development of Sadon deposits. *Sustainable development of mountainous territories*, 2018, no. 3, pp. 420–427.
13. Semenova I., Avetisyan I. M., Zemtsovsky A. V. Geomechanical substantiation of the development of reserves of a deep horizon in difficult mining and geological and geodynamic conditions. *Mountain Information and Analytical Bulletin*, 2018, no. 12, pp. 65–73.
14. Kornilkov M.V., Latyshev O.G. Directional change in fractal characteristics, properties and condition of rocks by surface-active substances in mining processes: Monograph. *Yekaterinburg, Publishing House of the Ural State Mining University*, 2016, 407 p.
15. Kaplunov D.R., Radchenko D.N. Design principles and selection of subsurface development technologies for sustainable development of underground mines. *Mining Journal*, 2017, no 11, pp. 121–125.
16. Dmitrak Yu.V., Kamnev E.N. JSC "Leading Design and Survey and Research Institute of Industrial Technology" – The path length of 65 years. *Mountain Journal*, 2016, no. 3, pp. 6–12.
17. Gryazev M.V., Kachurin N.M., Zakharov E.I. Tula State University: 85 years in the service of the motherland. *Mountain Journal*, 2016, no. 2, pp. 25–29.
18. Mukhametshin V.V., Andreev V.E. Improving the effectiveness of evaluating the effectiveness of technologies aimed at expanding the use of the resource base of deposits with hard-to-recover reserves. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo-Resource Engineering*, 2018, no. 329, 8, pp. 30–26.
19. Rudmin M.A., Mazurov A.K., Reva I.V., Stebletsov M.D. Prospects for the integrated development of the Bakcharsky iron ore deposit (Western Siberia, Russia). *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo-Resource Engineering*, 2018, v. 329, no. 10, pp. 87–99.
20. Tkach S.M., Batugin S. A., Barakaeva I. D. An objective assessment of ore processing of ore - a promising way to increase the resource potential of the subsoil. *Mining Journal*, 2016, no. 1, pp. 98–105.

*Article received 21.06.2019.*



# РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБРАЗОВАНИЯ ПУЗЫРЬКОВ ВОЗДУХА В СТРУЙНОМ БАРБОТЕРЕ

<sup>1</sup>Свердлик Г.И.,  
<sup>1</sup>Атаева А.Ю.,  
<sup>2</sup>Байматов К.К.,  
<sup>1</sup>Алкацев М.И.

**Введение.** Боснинское месторождение доломита расположено в горной части Дарьяльского ущелья (Республика Северная Осетия-Алания) и является одним из самых крупных в Европе – его запасы составляют более 250 млн. тонн. Уникальность этого месторождения заключается в чистоте доломита (низкое содержание железа) и характеризуется выдержанностью по химическим, минералогическим, петрографическим и физико-механическим параметрам.

Добычу сырья осуществляет ОАО «Кавдоломит», который обеспечивает доломитом ведущие предприятия Российской Федерации и ближнего зарубежья [1] в виде крупнокускового щебня, доломитовой муки и минерального порошка. На последней стадии производства доломитовой муки в технологической схеме ОАО «Кавдоломит» установлены рукавные фильтры для улавливания пылевидных материалов. Однако в этих фильтрах не улавливаются частицы менее 1 мкм и выбрасываются в атмосферу.

## Методика исследований

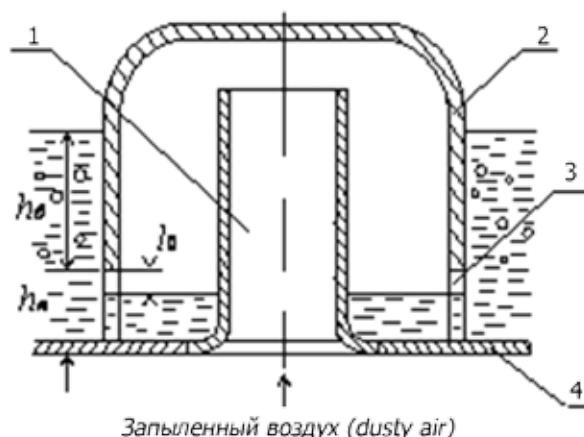
В результате исследований был предложен новый мокрый способ пылеулавливания пылевидных фракций, обеспечивающий улавливание тонкодисперсной пыли за счет контакта жидкости, захватывающей взвешенные частицы, с запыленным воздушным потоком [2–4]. С этой целью была разработана конструкция струйного барботера [5], в которой пенный режим, наиболее эффективный для улавливания мелких частиц пыли, включая наночастицы, создается за счет соударения газожидкостных струй без применения поверхностно-активных веществ [6; 7]. Для проектирования промышленного образца барботера и выбора его технологических параметров была предложена математическая модель процесса образования пузырьков газа из прорезей колпачков струйного барботера с учетом раскрытия окон прорезей.

## Результаты исследований и обсуждение

Был выполнен теоретический анализ процесса образования пузырьков воздуха для динамического режима барботаж (рис. 1), который целесообразно рассмотреть по этапам [8–15].

### 1 этап. Открытие окон прорезей колпачка.

После начала подачи запыленного воздуха в колпачок струйного барботера статическое давление воздуха  $p_{ст}$  под крышкой колпачка растет до тех пор, пока не выдавит жидкость из колпачка до уровня прорезей высотой  $h_n$  и откроет окна высотой  $l_0$  в прорезях. При этом для разности давлений воздуха в колпачке барботера выполняется условие



**Рис. 1.** Схема открытия окон прорезей в колпачке:  
 1 – подающий патрубков, 2 – колпачок, 3 – прорези колпачка, 4 – распределительная тарелка

**Fig. 1.** Scheme for opening the windows of the slots in the cap:  
 1 – feed pipe, 2 – cap, 3 – slotted cap, 4 – distribution plate

УДК: 621.928.9:519.87  
 DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-347-351

*Для ОАО «Кавдоломит» предложен мокрый способ пылеулавливания тонких фракций на основе разработанного струйного барботера вместо рукавных фильтров, не улавливающих частицы менее 1 мкм.*

*Получена математическая модель процесса образования пузырьков воздуха из прорезей колпачков струйного барботера с учетом раскрытия окон прорезей. На основании этой модели разработана методика расчета параметров процесса барботаж в аппарате: значения начального открытия прорезей, статического давления под крышкой колпачка и скорости истечения воздуха из прорези.*

*Разработанная методика расчета параметров процесса барботаж может быть использована при проектировании промышленного образца барботера*

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

*измельчение доломита, доломитовая мука, улавливание пыли, струйный барботер, пузырьки воздуха, математическая модель*

Статья поступила 19.02.2018.

<sup>1</sup>Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, Россия

<sup>2</sup>ООО "Горно-металлургический бизнес", 362048, г. Владикавказ, Россия

$$\Delta p = p_{cm} - p_k, \quad (1)$$

где  $p_k$  – давление в корпусе установки,  $p_k = p_a$  (атмосферное давление).

Из выражения (1)

$$p_{cm} = p_a + \Delta p \quad (2)$$

В [15] приводится выражение для определения разности давлений воздуха:

$$\Delta p = \rho_{ж} g (h_0 + l_c) + \sigma \frac{\Pi_{np}}{S_{np}}, \quad (3)$$

где  $\rho_{ж}$  – плотность жидкости;  $h_0$  – высота слоя жидкости над верхним краем прорези;  $l_c$  – расстояние от верхнего края прорези до центра тяжести открытой части прорези,  $l_c = 0,5 \cdot l_0$ ;  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения,  $\Pi_{np}$  – периметр открытой части прорези,  $S_{np}$  – площадь открытой части прорези.

Первое слагаемое в формуле (3) – давление столба жидкости, второе – сопротивление силы поверхностного натяжения.

Начальное открытие прорези по уравнению Молоканова Ю.К. [16] с учетом того, что  $\rho_{ж} \gg \rho_g$ , где  $\rho_g$  – плотность газа, определится как:

$$l_0 = f_1 f_2 \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_{ж} - \rho_g)}} \approx f_1 f_2 \sqrt{\frac{\sigma}{g\rho_{ж}}}, \quad (4)$$

где  $f_1$  и  $f_2$  – опытные коэффициенты, зависящие от формы прорезей.

Размеры открытой части прорези колпачка можно определить как:

$$\Pi_{np} = 2(b + l_0); S_{np} = b l_0, \quad (5)$$

где  $b$  – ширина прорези.

По формулам (2) и (3) вычисляется  $p_{cm}$ :

$$p_{cm} = p_a + \rho_{ж} g (h_0 + l_c) + \sigma \frac{\Pi_{np}}{S_{np}}. \quad (6)$$

2 этап. Образование пузырьков воздуха.

Отрыв пузырька происходит, когда

$$F_\delta = F_{nn} + F_c, \quad (7)$$

где  $F_\delta$  – сила давления на внутреннюю поверхность пузырька воздуха;

$F_{nn}$  – сила поверхностного натяжения при отрыве пузырька воздуха;

$F_c$  – сила гидравлического сопротивления росту пузырька воздуха.

После открытия окна в прорези колпачка на ее выходе начинается образование пузырька (рис. 2).

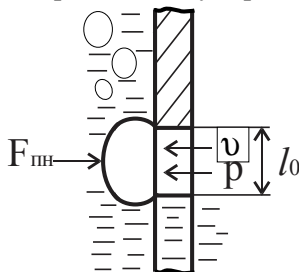


Рис. 2. Схема образования пузырька из окна прорези  
Fig. 2. Scheme of the bubble formation from the slot window

Пузырек воздуха под действием давления, равнодинамическому давлению воздуха  $p_{дин}$ , начинает увеличиваться в размерах. При этом

$$p_{дин} = \frac{\rho_g v^2}{2}, \quad (8)$$

где  $v$  – скорость истечения воздуха из прорези.

При создании математической модели, использующей экспериментальные данные, обычно делают допущение, согласно которому пузырек в момент образования и движения имеет сферическую форму. В этом случае вводится понятие «эквивалентный» диаметр окна прорези [17]

$$d_{\text{эо}} = \frac{2bl_0}{b + l_0}. \quad (9)$$

Примем допущение, что Архимедова сила значительно меньше сил в выражении (7), поэтому ее действием при отрыве пузырька можно пренебречь.

Сила  $F_\delta$  определится как:

$$F_\delta = p_{дин} S_M, \quad (10)$$

где  $S_M$  – площадь миделевого сечения пузырька.

Для сферического пузырька диаметром  $d_n$

$$S_M = \frac{\pi d_n^2}{4}. \quad (11)$$

Силу поверхностного натяжения  $F_{nn}$  можно определить по формуле, используемой Петруниным А.А. [18]

$$F_{nn} = \pi d_{\text{эо}} k \sigma, \quad (12)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий сужение диаметра шейки пузырька воздуха перед началом процесса его отрыва,  $k = 2/3$  [19; 18].

Гидравлическое сопротивление росту пузырька  $F_c$  можно принять равным силе сопротивления движению пузырька, определяемой по формуле Стокса [20].

В работе [21] отмечается, что при условии  $\rho_{ж} d_n v_d \gg \eta$ , где  $v_d$  – скорость движения пузырька в жидкости, в формуле Стокса следует принимать коэффициент бл. Тогда

$$F_c = 6\pi\eta d_n v_{n1}, \quad (13)$$

где  $\eta$  – коэффициент динамической вязкости жидкости, кг/(м·с) или (Па·с);

$v_{n1}$  – скорость роста пузырька, принимаем,  $v_{n1} = v$ .

Подставляя выражения (8) и (11) в (10), получим

$$F_\delta = \frac{\pi \rho_g d_n^2 v^2}{8}. \quad (14)$$

После подстановки выражений для  $F_\delta$ ,  $F_{nn}$  и  $F_c$  из формул (14), (12) и (13) соответственно в формулу (7) получается выражение:

$$\frac{\pi \rho_g d_n^2 v^2}{8} = \pi d_{\text{эо}} k \sigma + 6\pi\eta d_n v. \quad (15)$$

После преобразований получим уравнение второй степени относительно скорости  $v$ :

$$\frac{\rho_c d_n^2}{8} v^2 - 6\eta d_n v - d_{30} k \sigma = 0, \quad (16)$$

решением которого при учете, что  $v_2 <_0$  будет:

$$v = \frac{6\eta d_n + \sqrt{(6\eta d_n)^2 + 0,5\rho_c d_n^2 d_{30} k \sigma}}{0,25\rho_c d_n^2}. \quad (17)$$

На основе полученной математической модели процесса образования пузырьков воздуха в струйном барботере разработана методика расчета параметров процесса барботажа в аппарате. В расчете определяются значения начального открытия прорезей  $l_0$  (3), статическое давление под крышкой колпачка  $p_{cm}$  (4) и скорость истечения воздуха из прорези  $v$  (15).

Сопоставление полученного расчетного значения скорости истечения воздуха из прорезей колпачка со значениями скорости в отверстиях барботажных ап-

паратов, приводимыми в литературе [22] (до 19 м/с и выше), показывает их одинаковый порядок, что свидетельствует об адекватности полученной модели для динамического режима барботажа.

#### Выводы:

1. Получена математическая модель процесса образования пузырьков воздуха из прорезей колпачков струйного барботера с учетом раскрытия окон прорезей. На основании этой модели разработана методика расчета параметров процесса барботажа в аппарате: значения начального открытия прорезей, статического давления под крышкой колпачка и скорости истечения воздуха из прорези.

2. Разработанная методика расчета параметров процесса барботажа может быть использована при проектировании промышленного образца барботера.

**Работа выполнена с использованием аппаратуры Центра коллективного пользования ЦКП СКГМИ (ГТУ).**

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. ОАО «Кавдоломит». URL: <http://webalania.ru/kavdolomit> (дата обращения 12.9.2017).
2. Позин М.Е., Мухленов И.П. и др. Пенный способ обработки газов и жидкостей. Л.: Госхимиздат, 1955. 248 с.
3. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. М.: Metallurgiya, 1986. 544 с.
4. Швыдкий В.С., Ладыгичев М.Г. Очистка газов. Справочник. М.: Теплоэнергетик, 2002. 640 с.
5. Патент № 2303479. Российская Федерация. Распределительная тарелка массообменного аппарата для мокрой очистки газа. Заявка № 2006103168/15 от 03.02.2006. МПК<sup>7</sup> B01D47/02, B01D3/20 / Свердлик Г.И., Выскребенец А.С., Атаева А.Ю.; заявл. 03.02.06; опубл. 27.07.07, Бюл. № 21. 7 с.
6. Свердлик Г.И., Выскребенец А.С., Атаева А.Ю. Разработка конструкции струйного барботера // Сборник научных трудов СКГМИ (ГТУ). 2013. N 11. С. 30–32.
7. Свердлик Г.И., Выскребенец А.С., Максимов Р.Н., Атаева А.Ю. Исследование параметров для получения пенного режима в струйном барботере // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2017. Вып. 9. С. 430–434.
8. Химическая энциклопедия. Барботирование: Электрон. ресурс. URL: [https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_chemistry/494](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/494). (дата обращения 15.11.2017).
9. Hooper A.P. A Study of Bubble Formation at a Submerged Orifice Using Boundary Element // Chem. Eng. Science. 1986. V. 41. Pp 1879–1890.
10. Keim N.C., Moller P., Zhang W.W. and Nagel S.R. Breakup of Air Bubbles in Water // Physical Review Letters. Publ.3 October 2006. V. 97. 144503
11. David B. Hann, Andrey V. Cherdantsev, Barry J. Azzopardi. Study of bubbles entrapped into a gas-sheared liquid film // International Journal of Multiphase Flow. November 2018. V. 108. Pp 181–201.
12. A. S. M. Atiqul Islam, D. J. Bergstrom. Modelling bubble induced turbulence for gas-liquid bubbly flow in a vertical pipe // Chem. Eng. Science. 2019. V. 197. Pp 159–171.
13. Hang Xiao, Shujun Geng, Aqiang Chen, Chao Yang, Qingshan Huang. Bubble formation in continuous liquid phase under industrial jetting conditions // Chem. Eng. Science. November 2018. V. 108. Pp. 181–201.
14. Рамм В.М. Абсорбция газов. М.: Химия, 1976. 656 с.
15. Васильев А.С., Талычев В.С., Павлов В.П., Плановский А.Н. Закономерности истечения струи газа в жидкость // Теоретические основы химической технологии. 1970. Т. 4, N 5. С. 727–735.
16. Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки. М., Химия, 1980. 408 с.
17. Сидельников И.И. Определение коэффициентов массо- и теплопередачи при контакте воздуха и воды на колпачковых тарелках массообменных колонных аппаратов. Раздел 3.3.1. Изучение гидродинамических явлений в тарельчатой колонне. Электрон. ресурс. URL: [pant.ruz.net/materials/praktikum/razdel3.pdf](http://pant.ruz.net/materials/praktikum/razdel3.pdf) (дата обращения 23.11.2017).
18. Петрунин А.А. Совершенствование технологии флотационной очистки нефтесодержащих производственных сточных вод с использованием роторно-диспергирующего устройства: Автореферат ... дис. канд. техн. наук. Пенза, 2016. 161 с.
19. Под ред. Островского Г.М. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. 1. Разд. 8. СПб.: Профессионал, 2006. 916 с.
20. Гордон Г.М., Пейсахов Н.Л. Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии. М.: Metallurgiya, 1972. 456 с.
21. Коткин Г.Л. Всплывающий воздушный пузырек: Электрон. ресурс. URL: [www.alsak.ru/item/264](http://www.alsak.ru/item/264) - 6.html (дата обращения 28.11.2017).
22. Шиляев М.И. Методы расчета пылеулавливающих систем. М.: Форум, 2014. 320 с.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / Information about authors:**

**СВЕРДЛИК Григорий Иосифович** – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование».

Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, Россия.

Тел.: 8(8672)40-73-58.

*Grigory I. SVERDLIK – Doctor of Technical Sciences, professor the Department of Technological Machines and Equipment.*

*North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Russia.*



**БАЙМАТОВ Казбек Константинович** – кандидат технических наук, ведущий специалист. ООО «Горно-металлургический бизнес». 362048, г. Владикавказ, Россия

*Kazbek K. BAYMATOV – Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, leading expert. LLC Mining and Metallurgical Business. 362048, Vladikavkaz, Russia.*



**АТАЕВА Анжела Юрьевна** – инженер-исследователь Центра коллективного пользования, ассистент кафедры «Технологические машины и оборудование», Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, Россия.

Тел.: 8(918)834-43-25.

E-mail: angelaak@mail.ru

*Angela Yu. ATAIEVA – Research Engineer of the Center for Collective Use, Assistant of the Department "Technological Machines and Equipment", North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Russia.*

*Ph.: 8(918)834-43-25.*

*E-mail: angelaak@mail.ru*



**МИХАИЛ Иосифович Алкатцев** – доктор технических наук, профессор, кафедра «Металлургии цветных металлов», Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, Россия.

*Mikhail I. ALKATSEV – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Nonferrous Metals Metallurgy, North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Russia.*

## DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR THE FORMATION OF AIR BUBBLES IN THE JET BLOWBARTE

<sup>1</sup> G.I. Sverdlík,

<sup>1</sup> A.Yu. Ataeva,\*

<sup>1</sup> K.K. Baymatov,

<sup>1</sup> M.I. Alkatsev

<sup>1</sup>North-Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Russia, angelaak@mail.ru

<sup>2</sup>LLC Mining and Metallurgical Business. 362048, Vladikavkaz, Russia

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-347-351

On the example of one of the large enterprises at the foothill zone of the North Caucasus – LLC Kavdolomit, which provides leading enterprises of the Russian Federation and neighboring countries with dolomite, the need for replacing the dry method for collecting small particles of dolomite flour, including nanoparticles, in bag filters that are unable to capture particles by size it is shown less than 1 micron due to the structure of the fabric on a promising wet method of dust collection. At NCIMM (STU) on the basis of the patented design of the distribution plate, a jet bubbler design has been developed in which a foam regime effective for trapping small particles is created due to the impact of gas-liquid jets without the use of surface-active substances.

It is known that the mechanism of bubble formation in the bubblers is determined by a large number of parameters and is extremely complicated; therefore, the development of a mathematical model of the air bubbles formation is important for the theoretical assessment and prediction of the results of the bubbling process initial stage and for obtaining data for the design of the industrial jet bubblers.

The process of bubble formation from the vertical slots of the bubbler caps is considered in stages.

1st stage – opening the windows of the slots of the cap.

The formula for determining the static pressure requires to open the windows of the slots and the initial opening of the slots.

2nd stage – the formation of air bubbles.

The process of separation of the bubble from the window of the cap slot is considered, provided that the forces acting on the bubble at the time of separation are equal. As a result, the formula is obtained for determining the rate of air outflow from the slot needed to detach a bubble.

Based on the obtained mathematical model, a methodology has been developed for calculating the parameters of the air bubbles formation process in the jet bubbler: the initial opening of the slots, the static pressure under the cap of the cap and the rate of air flow from the slot.

A comparison of the calculated value of the velocity of air outflow from the slots of the cap with the literature data for the velocity values in the holes of the bubblers indicates the adequacy of the obtained mathematical model.

**Keywords:** dolomite refinement, dolomite powder, dust catching, jet bubbler, air traps, mathematical model.

#### References

1. JSC Kavdolomit. URL: <http://webalania.ru/kavdolomit> (accessed 12.9.2017).
2. Pozin M.E., Mukhlenov I.P. and others. Foamy method of processing gases and liquids. *Leningrad, Goskhimizdat*, 1955, 248 p.
3. Aliev G.M.-A. Technique of dust removal and purification of industrial gases. *Moscow, Metallurgy*, 1986, 544 p.
4. Shvydkiy V.S., Ladygichev M.G. Gas cleaning. Directory. *Moscow, Teploenergetics*, 2002, 640 p.
5. Patent No. 2303479. Russian Federation. Distribution plate of mass transfer apparatus for wet gas purification. Application No. 2006103168/15 of 03/03/2006. MPK7 B01D47 / 02, B01D3 / 20 / Sverdlik G.I., Vyskrebnet's A.S., Ataeva A.Yu.; declared 02/03/06; publ. 07/27/07, Bull. no. 21,7 p.
6. Sverdlik G.I., Vyskrebnet's A.S., Ataeva A.Yu. Development of the design of the jet bubbler. *Collection of scientific papers SKGMI (GTU)*, 2013, no. 11, pp. 30–32.
7. Sverdlik G.I., Vyskrebnet's A.S., Maksimov R.N., Ataeva A.Yu. Investigation of the parameters for obtaining the foam regime in a jet bubbler. *Physicochemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials*, 2017, Issue. 9, pp. 430–434.
8. Chemical encyclopedia. Sparging: *Electron. resource*. URL: [https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_chemistry/494](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/494). (accessed 11/15/2017).
9. Hooper A.P. A Study of Bubble Formation at a Submerged Orifice Using Boundary Element. *Chem. Eng. Science*, 1986, v. 41, pp 1879–1890.
10. Keim N.C., Moller P., Zhang W.W. and Nagel S.R. Breakup of Air Bubbles in Water. *Physical Review Letters. Publ.*, 3 October 2006, v. 97, 144503
11. David B. Hann, Andrey V. Cherdantsev, Barry J. Az-zopardi. Study of bubbles entrapped into a gas-sheared liquid film. *International Journal of Multiphase Flow*, November 2018, v. 108, pp 181–201.
12. A. S. M. Atiqul Islam, D. J. Bergstrom. Modeling bubble induced turbulence for gas-liquid bubbly flow in a vertical pipe. *Chem. Eng. Science*, 2019, v. 197, pp 159–171.
13. Hang Xiao, Shujun Geng, Aqiang Chen, Chao Yang, Qingshan Huang. Bubble formation in continuous liquid phase under industrial jetting conditions. *Chem. Eng. Science*, November 2018, v. 108, pp. 181–201.
14. Ramm V.M. Gas absorption. *Moscow, Chemistry*, 1976, 656 p.
15. Vasiliev A.S., Talychev V.S., Pavlov V.P., Planovsky A.N. Patterns of the outflow of a gas stream into a liquid. *Theoretical Foundations of Chemical Technology*, 1970, vol. 4, no. 5, pp. 727–735.
16. Molokanov Yu.K. Processes and apparatuses for oil and gas refining. *Moscow, Chemistry*, 1980, 408 p.
17. Sidelnikov II Determination of mass and heat transfer coefficients at the contact of air and water on the cap plates of mass transfer column apparatuses. Section 3.3.1. The study of hydrodynamic phenomena in a dish column. *Electron. resource*. URL: [pant.ruz.net / materials / praktikum / razdel3.pdf](http://pant.ruz.net/materials/praktikum/razdel3.pdf) (Accessed 11.23.2017).
18. Petrulin A.A. Improving the technology of flotation treatment of oily industrial wastewater using a rotary dispersing device: *Abstract ... dis. cand. tech. sciences. Penza*, 2016, 161 p.
19. Ostrovsky G.M. New reference chemist and technologist. Processes and apparatuses of chemical technologies. Part 1. Section 8. *St.Petersburg, Professional*, 2006, 916 p.
20. Gordon G.M., Peysakhov N.L. Dust collection and purification of gases in non-ferrous metallurgy. *Moscow, Metallurgy*, 1972, 456 p.
21. Kotkin G.L. Pop-up air bubble: *Electron. resource*. URL: [www.alsak.ru/item/264-6.html](http://www.alsak.ru/item/264-6.html) (Accessed November 28, 2017).
22. Shilyaev M.I. Methods for calculating dust collection systems. *Moscow, Forum*, 2014, 320 p.

Article received 19.02.2018

<sup>1,2</sup>Музаев И. Д. \*,  
<sup>3</sup>Агузаров Г. В.

УДК: 531.8

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-352-359

*Разработана механико-математическая модель процесса центробежной сепарации твердых включений в масле двигателя внутреннего сгорания горных машин, состоящая из краевых задач для гидравлического уравнения движения жидкости в трубе с учетом действия центробежной силы и дифференциальных уравнений движения мелкой твердой частицы в жидкости с учетом центробежной силы и силы сопротивления движения в жидкости.*

*В результате решения поставленных краевых задач получены расчетные формулы, которые позволяют подобрать частоты вращения устройства с тем расчетом, чтобы любая влекомая маслом твердая частица не проникла к маслозаборному отверстию и тем самым обеспечивалась высококачественная очистка масла.*

#### **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

*горные машины, двигатель внутреннего сгорания, сепарация масла, математическая модель движения, расчетные формулы.*

Статья поступила 07.03.2019.

## **МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕНТРОБЕЖНОЙ СЕПАРАЦИИ МАСЛА В ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ГОРНЫХ МАШИН**

### **Введение**

Известно, что даже на высоком уровне усовершенствованные современные статические фильтры не могут удерживать все мелкие твердые включения в масле из-за их ничтожно малых размеров. С другой стороны, такие твердые частицы в пазах трущихся поверхностей провоцируют интенсивный износ с образованием трещин в этих поверхностях с сопровождением высокого шума и тресков [1–6].

На современном уровне развития машиностроения центробежный способ сепарации масла от твердых включений является наиболее эффективным и перспективным способом высококачественной очистки масла от мелких твердых частиц. При таком способе сепарации центробежная сила, действующая на каждой твердой частице смеси, приостанавливает её на пути продвижения к маслоприемному отверстию, а затем переносит эту частицу к шлакоотборному месту [10–17].

Обзор и анализ литературных источников, касающихся проблемы сепарации масла с твердыми включениями, показывает, что теоретические положения процесса центробежной сепарации до настоящего времени не разработаны и не имеются расчетные формулы, позволяющие осуществить подбор габаритных размеров вращающихся элементов и частоту вращения этих элементов, обеспечивающих высококачественную сепарацию масла. Научные разработки настоящей статьи заполняют этот пробел в деле центробежного способа сепарации.

### **Цели исследований**

Составление механико-математической модели процесса центробежного способа очистки от мелких твердых включений, попадающих из камеры сгорания в масло шатунных шеек коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания.

Получение расчетных формул, в которых в качестве входных параметров будут содержаться габаритные размеры элементов шатунной шейки и влекомой частицы, а также частота вращения шейки.

Выполнение вычислительных экспериментов на ЭВМ и на их основе установление функциональной зависимости закона движения, кинематических и динамических характеристик влекомой твердой частицы в масле от частоты вращения шейки, а также от её габаритных размеров и от её плотности.

Установление промежутка вариации частоты вращения шейки с тем расчетом, чтобы индивидуальные влекомые в масле твердые частицы не проникали к маслозаборному отверстию.

### **Методика исследования**

На рис. 1 приведен чертеж шатунной шейки, согласно которому осуществляется центробежная очистка масла от твердых включений в масло шатунных шеек коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания.

Здесь шатунная шейка двигателя вращается вокруг коренных шеек 9. Масло из масляного бака поступает через каналы 10 в полости 8 шатунных шеек. Под действием центробежных сил и давлением масляного насоса, они дей-

<sup>1</sup>Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, 362111, Владикавказ, Россия

<sup>2</sup>Геофизический институт – Филиал Владикавказского научного центра РАН, 362002, Владикавказ, Россия, Ilarion.muzayev@bk.ru.

<sup>3</sup>Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, Владикавказ, Россия.

ствуют вдоль канала в противоположном направлении. Твердые частицы масла прижимаются к стенкам полости. Твердые частицы попадают в масло из камеры сгорания. Они не задерживаются фильтром двигателя. Частицы представляют собой песок, продукты износа и продукты сгорания – шлам.

Очищенное масло через отверстие 4 идет в подшипник шатунной шейки, а шлам остается в верхнем углу полости.

На рис. 2 дана расчетная схема, согласно которой разработана механико-математическая модель процесса центробежной сепарации твердых включений в масло двигателя внутреннего сгорания.

Через цилиндрические трубки  $AB$  из области  $G_1$  под давлением  $p^*$  масло с мелкими твердыми включениями перекачивается в область  $G_2$ . Устройство вращается вокруг оси коренных шеек, проходящей через точки «0».

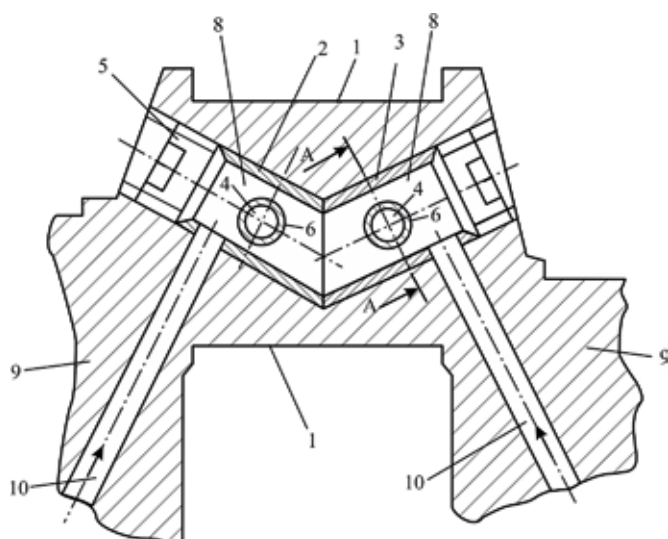


Рис. 1. Устройство для очистки масла:

1 – шатуновая шейка; 2, 3 – гильзы; 4 – отверстие подачи масла в подшипник; 5 – винт; 6 – трубка; 7 – подача масла в подшипник; 8 – полости; 9 – коренная шейка;

10 – канал подвода масла

Fig. 1. Device for cleaning oil:

1 – connecting rod neck; 2, 3 – sleeves; 4 – hole for supplying oil to the bearing; 5 – screw; 6 – tube; 7 – oil supply to the bearing; 8 – cavity; 9 – a radical neck; 10 – oil supply channel

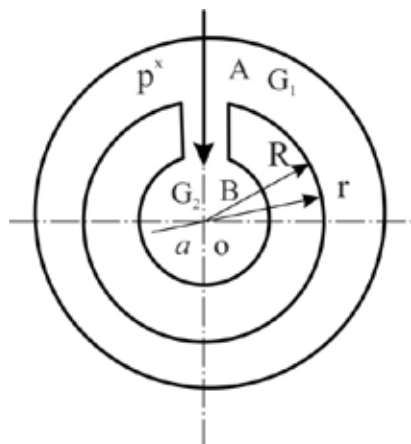


Рис. 2. Расчетная схема

Fig. 2. The design scheme

Постоянная частота вращения подбирается с тем расчетом, чтобы масло с твердыми включениями проникло через трубки  $AB$  из области  $G_1$  в область  $G_2$ . Выходя из трубки, твердая частица по инерции вторгается в область  $G_2$ , проходя радиальное расстояние  $a$ . Под действием центробежной силы рассматриваемая индивидуальная частица отбрасывается к периферии области  $G_2$  и по инерции сталкивается с ограждающей цилиндрической поверхностью, разделяющей области  $G_1$  и  $G_2$ . Частота вращения устройства подбирается с тем расчетом, чтобы твердая частица не проникала к отверстию маслозабора.

Приступая к математическому моделированию вышеописанного процесса, применим дифференциальное уравнение гидравлики перетекания однородной смеси масла с твердыми включениями через трубки  $AB$  из области  $G_1$  в область  $G_2$  [1–9]:

$$-\frac{1}{\rho} \frac{dP}{dr} + \frac{\lambda}{2d} V_0^2 + \omega^2 r = 0, \quad (1)$$

$$\omega = 2\pi n,$$

где приняты следующие обозначения:

$\rho$  – плотность смеси;  $P$  – гидродинамическое давление в трубке,  $r$  – полярная координата, отсчитываемая от оси вращения устройства (т.е. от точки 0),  $\lambda$  – коэффициент гидравлического сопротивления в трубке,  $V_0$  – скорость течения смеси в трубке,  $d$  – диаметр трубки,  $n$  – частота вращения.

Считая смесь несжимаемой жидкостью (т.е.  $\rho = \text{const}$  и  $V_0 = \text{const}$ ), в результате интегрирования уравнения (1) в пределах трубки  $R \leq r \leq R+1$  получится следующее выражение [3–9]:

$$\frac{P(R)}{\rho} - \frac{P(R+1)}{\rho} + \frac{\lambda}{2d} V_0^2 + \frac{\omega^2}{2} ((R+1)^2 - R^2) = 0, \quad (2)$$

где  $P(R)$  – гидродинамическое давление смеси на выходе из трубки,

$P(R+1)$  – гидродинамическое давление у входа смеси в трубку.

На основании уравнения Бернулли давление  $P(R+1)$ ,  $p^*$  и скорость  $V_0$  взаимосвязаны следующей зависимостью [3–9]:

$$p^* = P(R+1) + \rho \frac{V_0^2}{2}. \quad (3)$$

Подставим значения давления  $P(R+1)$  из (3) в (2):

$$\frac{P(R)}{\rho} - \frac{p^*}{\rho} + \frac{V_0^2}{2} + \frac{\lambda}{d} \frac{V_0^2}{2} + \frac{\omega^2}{2} (2R+1)^2 = 0. \quad (4)$$

Из этого выражения получается:

$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{\frac{p^*}{\rho} - \frac{P(R)}{\rho} - \frac{\omega^2}{2} (2R+1)^2}{1 + \frac{\lambda}{d}}. \quad (5)$$

$$V_0 = \sqrt{2} \sqrt{\frac{p^* - P(R) - \rho \frac{\omega^2}{2} (2Rl + l^2)}{\rho \left(1 + \frac{\lambda}{d}\right)}} \quad (6)$$

Для определения давления  $P(R)$  нужно вычислить интеграл от центробежной силы в области  $G_2$  и разделить на длину окружности  $2\pi R$  [1–4]:

$$\rho^2 r \cdot 2\pi r dr = dF(r),$$

$$F(R) - F(r_0) = \int_{r_0}^R \rho \omega^2 2\pi r^2 dr = 2\rho \omega^2 \pi \int_{r_0}^R r^2 dr = \frac{2\rho \omega^2 \pi}{3} (R^3 - r_0^3) \quad (7)$$

В этих выражениях через  $F(r)$  обозначена суммарная центробежная сила, действующая на цилиндрической поверхности с радиусом  $r$  и высотой, равной единице.

Считая  $F(r_0) = 0$ , для давления  $P(R)$  получается следующее выражение

$$P(R) = \frac{F(R)}{2\pi R} = \frac{\rho \omega^2}{3R} (R^3 - r_0^3) \quad (8)$$

Подставив значение  $P(R)$  из (8) в (5) и в (6), получим:

$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{\frac{p^*}{\rho} - \omega^2 \left( \frac{R^3 - r_0^3}{3R} + 0,5(2Rl + l^2) \right)}{1 + \frac{\lambda}{d}} \quad (9)$$

$$V_0 = \sqrt{2} \sqrt{\frac{p^* - \rho \omega^2 \left( \frac{R^3 - r_0^3}{3R} + 0,5(2Rl + l^2) \right)}{\rho \left(1 + \frac{\lambda}{d}\right)}} \quad (10)$$

Из выражения (10), получается критериальное условие протекания смеси через трубки из области  $G_1$  в область  $G_2$ .

$$\omega < \frac{p^* / \rho}{\frac{R^3 - r_0^3}{3R} + 0,5(2Rl + l^2)} \quad (11)$$

$$\omega = 2\pi n,$$

$$n < \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{p^* / \rho}{\frac{R^3 - r_0^3}{3R} + 0,5(2Rl + l^2)}} \quad (12)$$

Для вычисления радиальной дальности вторжения индивидуальной твердой частицы в область  $G_2$ , необходимо составить и проинтегрировать дифференциальное уравнение движения частицы в жидкости [2–5]

$$m \frac{dV_r}{dt} = m\omega^2 r + \xi \rho \chi \frac{V_r^2}{2}, \quad (13)$$

где  $m$  – масса частицы,  $\xi$  – коэффициент сопротивления движению частицы в жидкости,  $\chi$  – площадь миделевого сечения частицы,  $V_r$  – радиальная составляющая вектора скорости проникновения частицы в

область  $G_2$ . В связи с тем, что радиальная составляющая скорости является сложной функцией от времени  $t$ , т.е.  $V_r = V_r(r(t))$ , то очевидно следующее равенство:

$$\frac{dV_r}{dt} = \frac{dV_r}{dr} \frac{dr}{dt} = \frac{dV_r}{dr} V_r = \frac{d}{dr} \left( \frac{V_r^2}{2} \right) \quad (14)$$

Подставив значение из (14) в (13), получим:

$$m \frac{d}{dr} \left( \frac{V_r^2}{2} \right) = m\omega^2 r + \xi \rho \chi \frac{V_r^2}{2} \quad (15)$$

Введем обозначение:

$$\frac{V_r^2(r)}{2} = z(r) \quad (16)$$

Тогда, дифференциальное уравнение (15), можно привести к следующему виду:

$$\frac{dz}{dr} - \frac{\xi \rho \chi}{m} z = \omega^2 r \quad (17)$$

Полученное выражение (17) представляет обыкновенное линейное неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка относительно искомой функции  $z(r)$ . Для уравнения (17) нужно поставить граничное условие на месте выхода частицы из трубки  $AB$ .

При  $r = R$ ,

$$z(r) = \frac{V_r^2(r)}{2} \Big|_{z=R} = \frac{V_0^2}{2}, \quad (18)$$

где  $\frac{V_0^2}{2}$  – определяется по формуле (9).

Общее решение дифференциального уравнения (17) имеет следующий вид:

$$z(r) = C e^{\frac{\xi \rho \chi}{m} r} - \frac{m}{\xi \rho \chi} \omega^2 r - \frac{m^2 \omega^2}{\xi^2 \rho^2 \chi^2} \quad (19)$$

Постоянная интегрирования  $C$  определяется путем удовлетворения граничного условия (18):

$$\frac{V_0^2}{2} = C e^{\frac{\xi \rho \chi}{m} R} - \frac{m}{\xi \rho \chi} \omega^2 R - \frac{m^2 \omega^2}{\xi^2 \rho^2 \chi^2} \quad (20)$$

Из этого выражения величина  $C$  рассчитывается в следующем порядке:

$$C = \left( \frac{V_0^2}{2} + \frac{m}{\xi \rho \chi} \omega^2 R + \frac{m^2 \omega^2}{\xi^2 \rho^2 \chi^2} \right) e^{-\frac{\xi \rho \chi}{m} R} \quad (21)$$

Подставив значение  $C$  из (21) в (19), получим:

$$z(r) \frac{V_r^2}{2} = \left( \frac{V_0^2}{2} + \frac{m}{\xi \rho \chi} \omega^2 R + \frac{m^2 \omega^2}{\xi^2 \rho^2 \chi^2} \right) e^{-\frac{\xi \rho \chi}{m} (R-r)} - \frac{m}{\xi \rho \chi} \omega^2 r - \frac{m^2 \omega^2}{\xi^2 \rho^2 \chi^2} \quad (22)$$

Полученное выражение (22) для радиальной скорости проникновения твердой частицы в области  $G_2$  позволяет вычислить дальность проникновения частицы вдоль радиуса  $R$ . Для этого ставится условие:

$$\text{при } r = R - a, \quad V_r = 0, \quad (23)$$

где  $a$  – дальность проникновения частицы.

Подставив значения  $r$  и  $V_r$  из (23) в (22), получим следующее трансцендентное уравнение для искомой величины  $a$ :

$$z(R - a) = \left( \frac{V_0^2}{2} + \frac{m}{\xi \rho \chi} \omega^2 R + \frac{m^2 \omega^2}{\xi^2 \rho^2 \chi^2} \right) e^{-\frac{\xi \rho \chi}{m} a} - \frac{m(R - a)}{\xi \rho \chi} \omega^2 - \frac{m^2 \omega^2}{\xi^2 \rho^2 \chi^2} \quad (24)$$

Полученное выражение (32) можно привести к более компактному виду:



$$e^{-\frac{a}{s}} = \frac{(sR + s^2)\omega^2}{\frac{V_0^2}{2} + (sR + s^2)\omega^2} - \frac{s\omega^2 a}{\frac{V_0^2}{2} + (sR + s)\omega^2}, \quad (25)$$

$$\text{где } s = \frac{m}{\xi\rho\chi}. \quad (26)$$

Под действием центробежной силы рассматриваемая индивидуальная частица обратно возвращается к границе раздела областей  $G_1$  и  $G_2$ , и сталкивается с цилиндрической поверхностью, после чего осаждаются на дне области  $G_2$ .

Для вычисления скорости столкновения частицы с цилиндрической поверхностью, необходимо составить дифференциальное уравнение обратного перемещения частицы и поставить соответствующее этому процессу граничное условие.

Они имеют следующие виды:

$$m \frac{d}{dr} \left( \frac{V_r^2}{2} \right) = m\omega^2 r - \xi\rho\chi \frac{V_r^2}{2}, \quad (27)$$

$$\left. \frac{V_r}{2} \right|_{r=R-a} = 0. \quad (28)$$

Поставленная краевая задача (27), (28) решается выше изложенным способом и имеет следующий вид:

$$\frac{V_r^2}{2} = (-s\omega^2(R-a) - s^2\omega^2) e^{\frac{1}{s}(r-R+a)} + s\omega^2 r - s^2\omega^2, \quad (29)$$

$$V_r(r) = \sqrt{2} \sqrt{(-s\omega^2(R-a) + s^2\omega^2) e^{\frac{1}{s}(r-R+a)} + s\omega^2 r - s^2\omega^2}. \quad (30)$$

Для скорости столкновения частицы с цилиндрической поверхностью получается следующая формула:

$$V_r \Big|_{r=R} = \sqrt{2} \sqrt{(-s\omega^2(R-a) + s^2\omega^2) e^{-\frac{a}{s}} + s\omega^2 R - s^2\omega^2}. \quad (31)$$

Легко доказывается то, что радиальное составляющее ускорения частицы вычисляется по полученной формуле (29):

$$w = \frac{d}{dr} \left( \frac{V_r^2}{2} \right) = (s\omega^2(R-a) - s\omega^2) e^{\frac{1}{s}(r-R+a)} + s\omega^2. \quad (32)$$

Сила, с которой частица сталкивается с цилиндрической поверхностью, вычисляется по следующей формуле:

$$F_r(R) = m w_r(R) = m \left( (\omega^2(R-a) - s\omega^2) e^{-\frac{a}{s}} + s\omega^2 \right). \quad (33)$$

Импульс, который передается от частицы к поверхности, вычисляется по следующей формуле:

$$K_r(R) = m V_r(R) = \sqrt{2} m \sqrt{(-s\omega^2(R-a) + s^2\omega^2) e^{-\frac{a}{s}} + s\omega^2 R - s^2\omega^2}. \quad (34)$$

Для рассматриваемого примера с входными параметрами (26) величины  $F_r(R)$  и  $K_r(R)$  имеют следующие числовые значения:

$$F_r(R) \approx 0,018 \cdot 10^{-3} \text{ Н}; \quad K_r(R) \approx 0,96 \cdot 10^{-6} \text{ кг}\cdot\text{м}; \quad V_r(R) \approx 8,2 \text{ м/с}.$$

### Результаты исследований

В результате проведенного механико-математического моделирования (1)–(34) процесса центробежного способа сепарации масла с твердыми включениями

получена следующая совокупность расчетных формул: формула для вычисления скорости выброса твердой частицы из маслопроводной трубки  $AB$  из области  $G_1$  в область  $G_2$ :

$$V_0 = \sqrt{2} \sqrt{\frac{p^* - \rho\omega^2 \left( \frac{R^3 - r_0^3}{3R} + 0,5(2Rl + l^2) \right)}{\rho \left( 1 + \frac{\lambda l}{d} \right)}}, \quad (35)$$

формула для вычисления критической частоты вращения шейки:

$$n < \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{p^* / \rho}{\frac{R^3 - r_0^3}{3R} + 0,5(2Rl + l^2)}}, \quad (36)$$

уравнение для вычисления  $a$  – дальности проникновения индивидуальной твердой частицы в области  $G_2$ :

$$e^{-\frac{a}{s}} = \frac{(sR + s^2)\omega^2}{\frac{V_0^2}{2} + (sR + s^2)\omega^2} - \frac{s\omega^2 a}{\frac{V_0^2}{2} + (sR + s)\omega^2}, \quad (37)$$

формула для вычисления скорости и ускорения столкновения твердой частицы о поверхности раздела областей  $G_1$  и  $G_2$ :

$$V_r(r) = \sqrt{2} \sqrt{(-s\omega^2(R-a) + s^2\omega^2) e^{\frac{1}{s}(r-R+a)} + s\omega^2 r - s^2\omega^2}, \quad (38)$$

формула вычисления силы столкновения твердой частицы о поверхности раздела областей  $G_1$  и  $G_2$ :

$$F_r(R) = m \left( (\omega^2(R-a) - s\omega^2) e^{-\frac{a}{s}} + s\omega^2 \right), \quad (39)$$

импульс, который передается от твердой частицы к поверхности раздела областей  $G_1$  и  $G_2$ :

$$K_r(R) = \sqrt{2} m \sqrt{(-s\omega^2(R-a) + s^2\omega^2) e^{-\frac{a}{s}} + s\omega^2 R - s^2\omega^2}, \quad (40)$$

$$\text{где } s = \frac{m}{\xi\rho\chi}, \quad n = \frac{\omega}{2\pi}, \quad (41)$$

где  $m$  – масса твердой частицы,  $R$  – радиус шейки  $a$  проникновения индивидуальной твердой частицы в области  $G_2$ ,  $\xi$  – коэффициент гидравлического сопротивления движения масла в трубке,  $\chi$  – площадь миделевого сечения при обтекании частицы,  $n$  – частота вращения в трубке.

Полученная совокупность расчетных формул (35)–(40), позволяет вычислять кинематические и динамические характеристики извлекаемой твердой частицы и тем самым подбирать частоту вращения шейки с тем расчетом, чтобы твердые включения не продвигались к маслосточному отверстию и созданной вращением центробежной силой частицы продвигались к шламоборному месту. Этим будет обеспечена высококачественная центробежная очистка масла от твердых включений.

### Вычислительные эксперименты и обсуждение полученных результатов

Полученные расчетные формулы (35)–(41) реализованы на ЭВМ по следующей последовательности:

Входным параметрам, содержащимся в формулах (35)–(41), присвоены следующие числовые значения, характерные для КАМАЗа и ЗИЛ-130.

$$R = l = 0,05 \text{ м}; r_0 = 0;$$

$$\rho^* = 4,5 \cdot 10^5 \text{ Па}; \rho = 900 \text{ кг/м}^3; \rho_m = 1800 \text{ кг/м}^3;$$

$$\lambda = 0,03; r_* = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ м}; \xi = 0,35, \chi = 2\pi_*^2.$$

Подставив приведенные числовые значения входных параметров в неравенство (36), получим:

$$n < \frac{1}{6,28} \sqrt{\frac{4,5 \cdot 10^5 / 900}{\frac{0,05^2}{3} + 0,5(0,01 * 0,005 + 0,05^2)}} \approx 52,33,$$

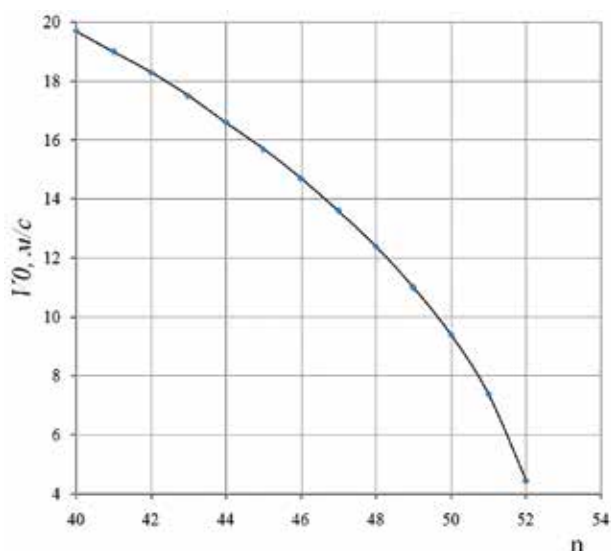
$$n_{кр} < 52,33 \text{ об/сек}.$$

Результат вычисления позволяет сделать следующие важные заключения: при вышеприведенных значениях входных параметров устройства для обеспечения сепарации масла частота вращения шейки должна быть строго  $n_{кр} = 52,33 \text{ об/сек}$ .

При частоте вращения  $n > n_{кр}$  в устройстве происходит обратный гидравлический процесс, т.е. масло из области  $G_2$  перетекает в область  $G_1$  через трубки  $AB$ .

По полученным расчетным формулам выполнены компьютерные расчеты при вышеприведенных числовых значениях входных параметров. Частота вращения шейки варьировалась в пределах  $40 \leq n \leq 52 \text{ об/сек}$ .

На рис. 3 представлен график зависимости скорости выброса твердой частицы из маслопроводной трубки от частоты вращения  $n$  (об/с) устройства.

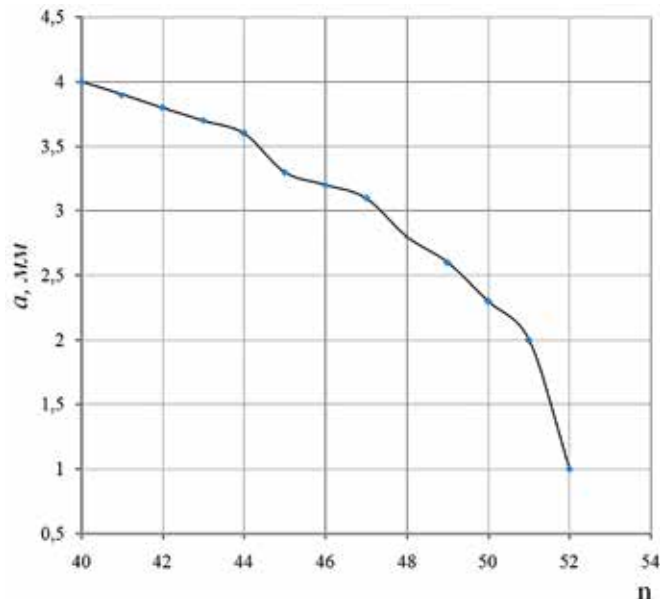


**Рис. 3.** График зависимости скорости выброса твердой частицы из маслопроводной трубки от частоты вращения устройства

**Fig. 3.** The graph of the dependence of the velocity of the solid particles ejection from the oil pipe on the frequency of the device rotation

Как показывает рис. 3, по мере увеличения частоты  $n$  скорость выброса резко уменьшается. Это уменьшение связано с тем, что центробежная сила тормозит скорость течения масла в трубке и заодно тормозится выброс частиц из трубки.

На рис. 4 представлен график зависимости длины  $a$  (мм) радиального проникновения частицы к центру от частоты  $n$ .

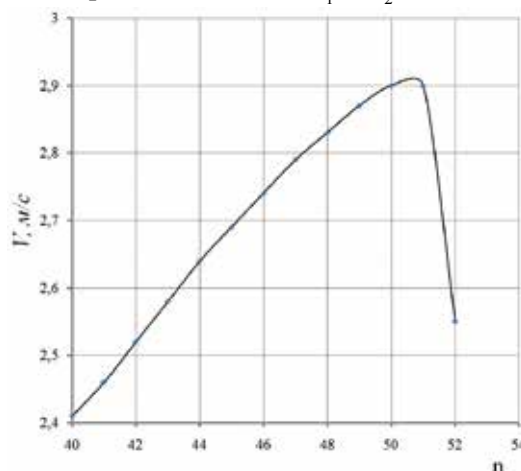


**Рис. 4.** График зависимости дальности радиального проникновения к центру твердой частицы в масле от частоты вращения устройства

**Fig. 4.** The graph of the dependence of the radial penetration range to the center of a solid particle in oil on the frequency of the device rotation

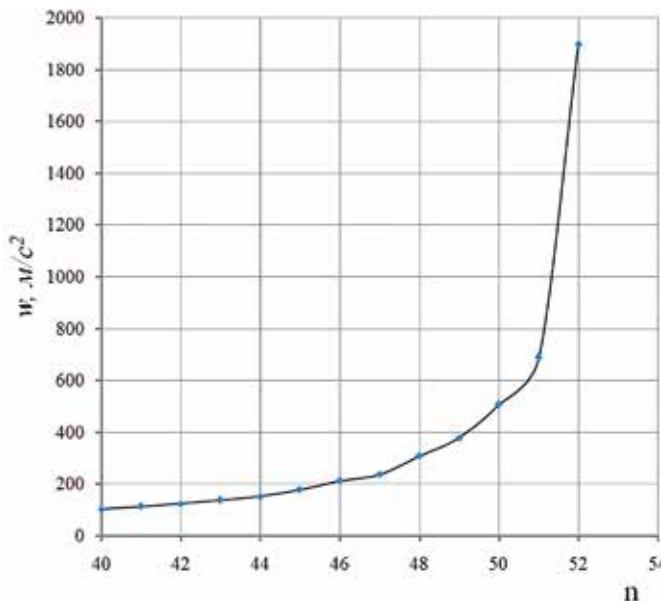
Из рис. 4 видно, что даже при широком диапазоне изменения частоты вращения  $n$  максимальное значение величины  $a$  не превосходит 4 мм.

На рис. 5 и 6 представлены графики аналогичных зависимостей для скорости  $V$  (м/с) и ускорения частицы  $\omega$  в момент её столкновения с цилиндрической поверхностью раздела областей  $G_1$  и  $G_2$ .



**Рис. 5.** График зависимости скорости столкновения твердой частицы с цилиндрической поверхностью раздела областей  $G_1$  и  $G_2$  от частоты вращения устройства

**Fig. 5.** Graph of the dependence of the speed of collision of a solid particle on a cylindrical interface between regions and on the frequency of the device rotation



**Рис. 6.** График зависимости ускорения столкновения твердой частицы с цилиндрической поверхностью от частоты вращения устройства

**Fig. 6.** The graph of the dependence of the acceleration of the collision of a solid particle on a cylindrical surface on the frequency of the device rotation

Результаты представленных вычислительных экспериментов показывают: что в широком диапазоне вариации частоты вращения  $40 \leq n \leq 52$  ускорение частицы резко увеличивается в пределах  $150 \leq w \leq 1900$  и прижимается к цилиндрической поверхности.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Романов П.Г., Плюшкин С.А. Жидкостные сепараторы. Л.: Машиностроение, 1976. 56 с.
2. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики М.: Высшая школа, 1990. 607 с.
3. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. Л.: Машиностроение, 1976. 503 с.
4. Гутер Р.С., Янпольский А.Р. Дифференциальные уравнения. М.: Высшая школа, 1976. 304 с.
5. Справочник по гидравлике / Под редакцией В.А. Большакова. Киев: Высшая школа, 1977. 225 с.
6. Агузаров В.О. Музаев И.Д. Усталостная прочность и износостойкость коленчатых валов двигателей рудничного транспорта. Владикавказ: Изд-во «Терек», 2002. 190 с.
7. Музаев И.Д., Харебов К.С., Музаев Н.И. Теоретические положения автоматизации проектирования селективных водозаборных устройств // Вычислительные технологии. 2016. Т.1, N4. С. 99–110.
8. Музаев И.Д., Харебов К.С., Музаев Н.И. Гидродинамический метод расчета селективного водозаборного процесса в водоеме с непрерывной плотностной фиксацией // Вычислительные технологии. 2018. Т. 23, N 1. С. 73–84.
9. Музаев И. Д., Харебов К. С., Музаев Н. И. Математическая модель, алгоритм и программа для проектирова-

## Заклучение

Механико-математическими методами смоделирован процесс центробежной сепарации твердых включений в масле двигателя внутреннего сгорания горных машин.

Составленные математические модели представляют краевые задачи для дифференциальных уравнений течения несжимаемой жидкости в цилиндрической трубке и дифференциальных уравнений движения мелких твердых тел в жидкости. В составленных дифференциальных уравнениях помимо инерционных сил учтены как центробежные силы, так и силы сопротивления движению жидкости в трубке и силы сопротивления движению твердого тела в жидкости.

В результате решения поставленных краевых задач, моделирующих процесс сепарации, получены расчетные формулы:

- для вычисления скорости перетекания масла от насоса в полость;
- позволяющие высококачественно очистить масло от твердых включений;
- для вычисления силы удара и импульса, которые наносит отделившаяся от масла твердая частица на перегородаживающей поверхности устройства.

В перечисленных расчетных формулах в качестве входных параметров содержатся все габаритные размеры элементов устройства и частота его вращения. В связи с этим полученные результаты позволяют осуществить подбор габаритов устройства и частоту вращения, обеспечивающие высококачественную очистку масла от твердых включений.

ния селективных водозаборных систем // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2016. N 1. С. 84–90.

10. Агузаров В. О., Агузаров Г. В. Центробежная очистка масла в шестеренных шейках коленчатых валов ЗИЛ-130 // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. N 10. С. 12.

11. Солоденко А. Б., Агузаров Г. В. Центробежная очистка масла // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. N 6. С. 137.

12. Агузаров Г. В. Патент №184377. Российская Федерация. Устройство для очистки масла в коленчатом валу. Заявка № 2018118664 от 27.05.2018. Опубликовано 24.10.2018. БИ №30.

13. Агузаров В. О., Агузаров Г. В. Влияние релаксации остаточных напряжений в коленчатых валах на износ шеек // Труды СКГМИ (ГТУ). 2017. Выпуск 24. С. 70.

14. Агузаров В. О., Агузаров Г. В. Машины горного транспорта на рудниках // Труды СКГМИ (ГТУ). 2012. Выпуск 19. С. 68–72.

15. Солоденко А. А., Солоденко А. Б., Максимов Р. Н., Агузаров Г. В. Центробежная сепарация минеральных смесей и золотосодержащих руд в двухслойных разделитель-

ных средах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 12. Специальный выпуск 30. С. 122–131.

16. Becmann G, Cotzmann J. Strahlver-Schleib of metals – modelling and Berechnung. *Scientific reports of the Jng-enieurhochshufe Zittau*, 1977, no. 95, 52 p.

17. Becmann G, Kleis I. Abtragversch-hleib of Mettelen. *Leipzig, VEB of German Varlag for grain soft industry*. 1983, 200 p.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / Information about authors:



**МУЗАЕВ Илларион Давидович** – доктор технических наук, профессор.

Автор более 140 научных работ, из них 3 монографии и учебники.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, 362001, Владикавказ, Россия.

Геофизический институт – Филиал Владикавказского научного центра РАН, 362000, Владикавказ, Россия.

Тел.: 8-962-750-34-11.

E-mail: muzaevid@mail.ru

*Illarion D. MUZAEV – Doctor of Technical Sciences, Professor. The author of more than 140 scientific papers, including 3 monographs and textbooks.*

*Financial University under the Government of the Russian Federation, 362001, Vladikavkaz, Russia.*

*Geophysical Institute – Branch of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 362000, Vladikavkaz, Russia.*

*Ph.: 8-962-750-34-11.*

*E-mail: muzaevid@mail.ru*

**АГУЗАРОВ Георгий Владимирович** – аспирант кафедры "Горное дело".

Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, Владикавказ, Россия.

*Georgiy V. AGUZAROV – graduate student of the Department of Mining.*

*North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Russia.*

## MECHANICAL AND MATHEMATICAL MODELING OF THE OILS CENTRIFUGAL SEPARATION PROCESS IN THE ENGINE OF THE INTERNAL COMBUSTION OF MINING MACHINES

<sup>1,2</sup> I.D. Muzayev,\*

<sup>3</sup> G.V. Aguzarov

<sup>1</sup> *Financial University under the Government of the Russian Federation, 362001, Vladikavkaz, Russia*

<sup>2</sup> *Geophysical Institute – Branch of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 362000, Vladikavkaz, Russia, Illarion.muzayev@bk.ru*

<sup>3</sup> *North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Russia*

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-352-359

**Introduction.** It is known that advanced modern statistical filters cannot hold all small solid inclusions in oil due to their negligible size.

At the current level of mechanical engineering, the centrifugal method of separating oil from solid inclusions is the most effective and promising way of high-quality oil refining. With this separation method, the centrifugal force acting on each solid particle of the mixture stops it on its way to the oil intake hole, and then transfers this particle to the sludge-collecting place.

An analysis of the literature on the problem of separation of oil with solid inclusions shows that the theoretical provisions of the centrifugal separation process have not yet been developed, and there are no design formulas that allow the

selection of the overall dimensions of rotating elements and the frequency of rotation of these elements providing high-quality oil separation. The scientific developments of this article fill this gap in the field of application of the centrifugal separation method.

The purpose of the research is to develop a mechanical-mathematical model of the centrifugal process for cleaning small solid impurities from the connecting rod journals of the crankshaft of an internal combustion engine of mining machines.

**Research Methodology.** To develop a mechanical and mathematical model, the process of centrifugal separation of solid inclusions in oil of an internal combustion engine of mining machines was simulated based on

boundary value problems for the differential equations of incompressible fluid flow in a cylindrical tube and the differential equations of motion of small solids in a fluid. In the compiled differential equations, in addition to the inertial forces, both centrifugal forces and the forces of resistance to the movement of the liquid in the tube and the forces of resistance to the movement of the solid in the liquid are taken into account.

As input parameters, the obtained mechanical-mathematical model contains all the overall dimensions of the device elements and its rotation frequency.

**Research results.** The resulting set of calculation formulas makes it possible to calculate the kinematic and dynamic characteristics of the entrained solid particle and thereby select the neck rotation frequency so that solid inclusions do not advance to the oil drain hole, and particles created by the centrifugal force move to the sludge-collecting place. This will ensure high-quality centrifugal cleaning of oil from solid inclusions.

The results of the obtained calculation formulas were implemented on a computer. The following important conclusions were obtained: at the above values of the input parameters of the device to ensure oil separation, the neck rotation speed should be At a rotation speed in the device, a reverse hydraulic process occurs, i.e. the oil flows from the area to the area through the tubes.

According to the obtained calculation formulas, computer calculations were performed with the above numerical values of the input parameters. The frequency of rotation of the neck varied within.

As the frequency increases, the ejection rate decreases sharply. This decrease is due to the fact that the centrifugal force slows down the flow rate of oil in the tube and at the same time, the ejection of particles from the tube is inhibited.

The results of the presented computational experiments show that in a wide range of variation of the rotation frequency, the particle acceleration sharply increases within and is pressed against a cylindrical surface.

#### Conclusion:

1. A mechanical-mathematical model of the process of centrifugal separation of solid inclusions in the oil of an internal combustion engine of mining machines has been developed. In the compiled differential equations, in addition to the inertial forces, both centrifugal forces and the forces of resistance to the movement of the liquid in the tube and the forces of resistance to the movement of the solid in the liquid are taken into account.

2. As a result of solving the boundary value problems that simulate the process of oil separation in the engine, calculation formulas are obtained for calculating the flow velocity and the rotational speed of the sleeve.

3. The listed calculation formulas as input parameters contain all the overall dimensions of the elements of the device and its rotation frequency. In this regard, the results obtained allow the selection of the dimensions of the device and the rotational speed of the sleeve, providing high-quality cleaning of oil from solid inclusions.

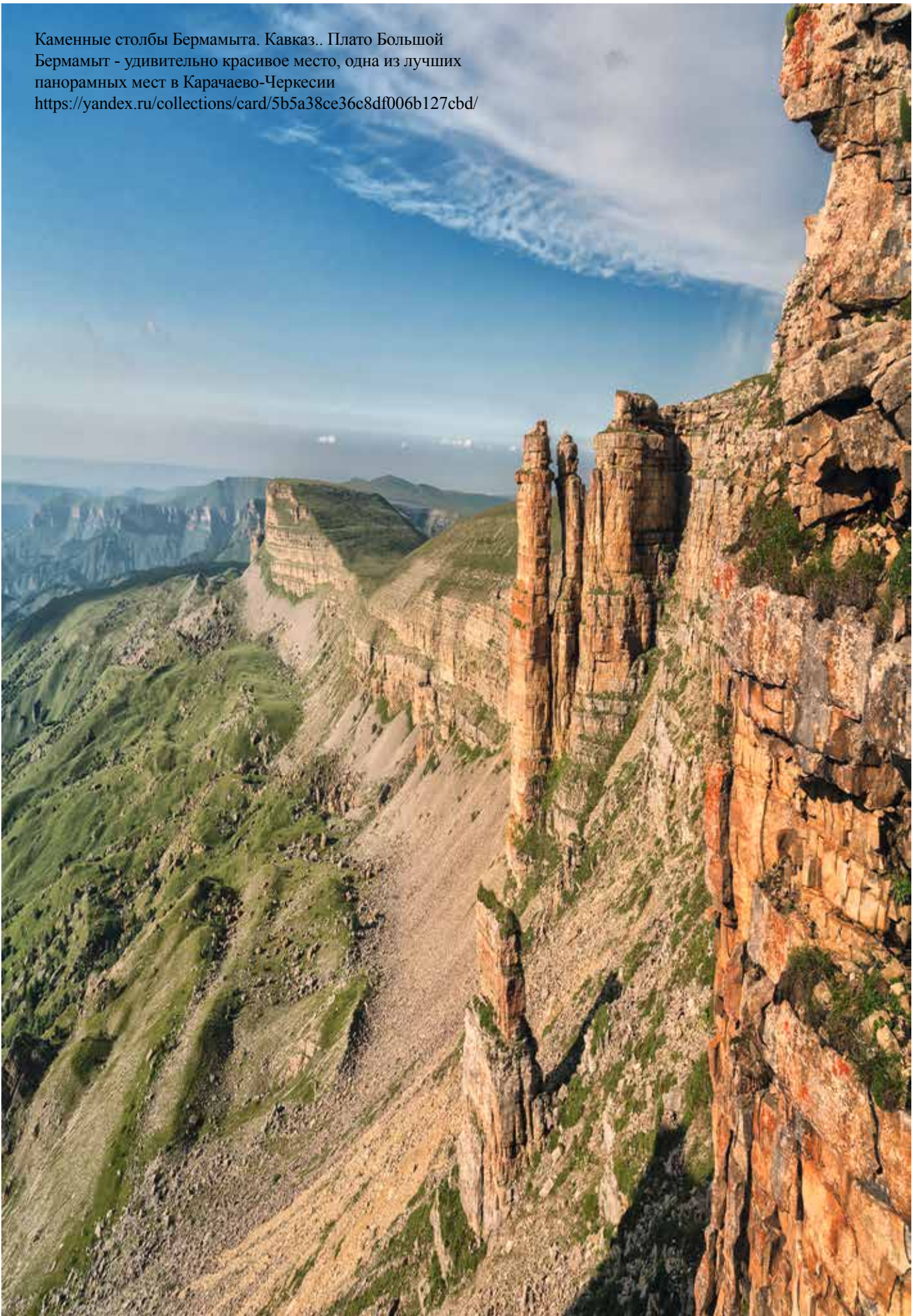
**Keywords:** mining machines, internal combustion engine, oil separation, mathematical model of motion, calculation formulas.

#### References

1. Romanov P.G., Plyushkin S.A. Liquid separators. *Leningrad, Mashinostroenie*, 1976, 56 p.
2. Nikitin N.N. The course of theoretical mechanics. *Moscow, Visshaya shkola*, 1990, 607 p.
3. Powkh I.L. Technical hydromechanics. *Leningrad, Mashinostroenie*, 1976, 503 p.
4. Guter R.S., Yanpolsky A.R. Differential equations. *Moscow, Visshaya Shkola*, 1976, 304 p.
5. Handbook of hydraulics. Edited by VA. Bolshakova. *Kiev, Visshaya shkola*, 1977, 225 p.
6. Aguzarov V.O. Muzayev I.D. Fatigue and wear resistance of crankshafts of mine transport engines. *Vladikavkaz, Terek Publishing House*, 2002, 190 p.
7. Muzayev I.D., Kharebov K.S., Muzayev N.I. Theoretical provisions of design automation of selective water intake devices. *Computational technologies*, 2016, V.1, no. 4, pp. 99–110.
8. Muzayev I.D., Kharebov K.S., Muzayev N.I. Hydrodynamic method for calculating a selective water intake process in a reservoir with continuous density fixation. *Computational technologies*, 2018, vol. 23, no. 1, pp. 73–84.
9. Muzayev I. D., Kharebov K. S., Muzayev N. I. Mathematical model, algorithm and program for designing selective water intake systems. *Bulletin of Higher Education. North Caucasus region. Technical Science*, 2016, no. 1, pp. 84–90.
10. Aguzarov V. O., Aguzarov G. V. Centrifugal oil cleaning in the gear necks of the crankshafts ZIL-130. *Mining Information and Analytical Bulletin*, 2017, no. 10, pp. 12.
11. Solodenko A. B., Aguzarov G. V. Centrifugal oil refining. *Mining Information and Analytical Bulletin*, 2017, no. 6, pp. 137.
12. Aguzarov G.V. Patent No. 184377. Russian Federation. Device for cleaning oil in the crankshaft. Application No. 2018118664 dated 05/27/2018. Published on October 24th, 2018. BI No. 30.
13. Aguzarov V. O., Aguzarov G.V. Effect of relaxation of residual stresses in crankshafts on wear of necks. *Vladikavkaz, Proceedings of NCIMM (STU)*, 2017, issue 24, p. 70.
14. Aguzarov V.O., Aguzarov G.V. Mining transport machines at the mines. *Vladikavkaz, Proceedings of NCIMM (STU)*, 2012, issue 19, pp. 68–72.
15. Solodenko A. A., Solodenko A. B., Maksimov R. N., Aguzarov G. V. Centrifugal separation of mineral mixtures and gold-bearing ores in two-layer separation media. *Mining Information and Analytical Bulletin*, 2017, no. 12, Special issue 30, pp. 122–131.
16. Becmann G, Cotzmann J. Strahlver-Schleib Von Metallen - Modellierung und Berechnung-Wissenschaftliche Berichte der Ingenieurhochschule Zittau, 1977, no. 95, 52 p.
17. Becmann G, Kleis I. Abtragverschleib von Metallen. – Leipzig. *VEB Deutscher Verlag for Gransoft-industrie*, 1983, 200 p.

Article received 07.03.2019

Каменные столбы Бермамыта. Кавказ.. Плато Большой Бермамыт - удивительно красивое место, одна из лучших панорамных мест в Карачаево-Черкесии  
<https://yandex.ru/collections/card/5b5a38ce36c8df006b127cbd/>



# РОЛЬ КУЛЬТУРЫ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ГОРАХ

## THE ROLE OF CULTURE IN TRANSFORMATION TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN MOUNTAINS



*Культура утверждается в сердце народа и создает стремление к строительству.  
Культура воспринимает все открытия и улучшения жизни,  
ибо она живет во всём мыслящем и сознательном.  
Культура защищает историческое достоинство народа.  
Н. ПЕРИХ*

### ОБРАЩЕНИЕ К ЧИТАТЕЛЯМ РАМАЗАНА ГАДЖИМУРАДОВИЧА АБДУЛАТИПОВА

#### Уважаемые коллеги и читатели!

Совместная инициатива журналов «Mountain Research and Development» и «Устойчивое развитие горных территорий» выпуска номера, посвященного роли культуры в развитии горных районов, является важным вкладом в изучение гор и горных цивилизаций.

Горы в мире – источник разнообразия среды обитания людей, культуры, языков, традиций, институциональных практик взаимодействия с природой и природопользованием. Результаты многовекового взаимодействия горцев и природы закреплены в культурных ландшафтах, в традициях и укладе жизни разных стран и народов – со своей спецификацией и самобытным опытом социального бытия.

В современных условиях горы, горцы – горное население мира – испытывают мощный пресс глобализации, что ведет к разрушению привычных укладов и систем жизнеобеспечения. Вызовов горным территориям и сообществам чрезвычайно много, и они не могут самостоятельно отвечать на все эти вызовы, хотя многие горные сообщества находят порой удивительно эффективные механизмы адаптации своей специфики нынешним реалиям, в этом большая заслуга гибких институциональных структур и традиционных культурных кодов горских народов.

В горных территориях ограничены возможности рыночной экономики, и её одностороннее господство наносит ущерб традициям взаимодействия с природой, природопользованием. Горцы разных стран и регионов исторически накопили свой социокультурный опыт и, следовательно, важно изучить возможности соотношения отдельного, самобытного и общего, универсального для горных территорий, чтобы обеспечить их устойчивое развитие. В связи с этим в Дагестане принята специальная программа развития горных территорий и разработали проект закона о горных территориях. В настоящее время Минкавказ России, Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации и Институт географии РАН готовят совместно с Парламентской Ассамблеей СНГ соответствующий модельный закон.

Следует подчеркнуть, что еще четверть века тому назад в докладе о взаимодействии культуры и развития, подготовленном Всемирной комиссией по культуре и развитию ЮНЕСКО, отмечена важность учета культурной компоненты в развитии горных территорий и сообществ. В горных регионах России, составляющих более 50% территории страны, и в частности, на Северном Кавказе, историко-культурные процессы глубоко укоренились в культурных ландшафтах и отражаются в мировоззрении горцев и в их практике природо-



**Рамазан Гаджимурадович  
АБДУЛАТИПОВ,**  
специальный представитель  
Российской Федерации при  
Организации исламского  
сотрудничества, глава Респуб-  
лики Дагестан (2013–2017),  
доктор философских наук,  
профессор, специалист в об-  
ласти культурологии, истории  
и национальных отношений,  
дипломат.

**Ramazan Gadzhimuradovich  
ABDULATIPOV,**  
*Special Representative  
of the Russian Federation to  
the Organization of Islamic  
Cooperation, Head of the  
Republic of Dagestan  
(2013–2017), Doctor of  
Philosophy, Professor, specialist  
in the field of cultural studies,  
history and national relations,  
diplomat.*

пользования. Решающая роль культуры доказана и в процессе реализации государственных проектов по устойчивому развитию горных территорий. Этот опыт нашел свое отражение в Гунибской декларации «Горные регионы Северного Кавказа. Развитие через интеграцию культуры, экономики и экологии», которую приняли в 2014 году. Эти идеи были поддержаны и на международном форуме «Седой Каспий» (2016 г.). Президент России В.В. Путин поддержал необходимость разработки закона и комплекса мер по устойчивому развитию горных территорий, но на практике Правительство Российской Федерации и регионы мало что в этом направлении делают, кроме, может быть, Северной Осетии и Республики Алтай.

В настоящем выпуске журнала затрагиваются актуальные вопросы культуры права и традиций взаимодействия человека и природы в горах, описываются специфика и этнокультурные формы, модели горного

природопользования в отдельных культурно-этнических ареалах, освещается роль культурных традиций и институтов в поддержании жизни и регулировании взаимоотношений между культурными ландшафтами и современной деятельностью человека, подчеркивается необходимость охраны памятников культурного наследия в горах, сохранения и развития горных сообществ и культурных ландшафтов.

Уверен, что полученные результаты будут способствовать лучшему пониманию культурных кодов и ценностных основ сохранения опыта развития горных цивилизаций, накопленных веками, и традиций обеспечения на его фундаменте устойчивого, поступательного развития горных территорий и взаимодействующих с ними природных и хозяйственных комплексов.

В конечном счете в центре указанных мер должны находиться человек и культурная среда его обитания.

## APPEAL OF RAMAZAN G. ABDULATIPOV TO THE READERS

**Dear colleagues and readers!**

A joint initiative of the magazines Mountain Research and Development and Sustainable Development of Mountain Territories on the issue of a publication on the role of culture in the development of mountain regions is an important contribution to the study of mountains and mountain civilizations. Mountains in the world are the source of the diversity of the human environment, culture, languages, traditions, institutional practices of interaction with nature and nature management. The results of the centuries-old interaction of mountaineers and nature are fixed in cultural landscapes, traditions and lifestyles of different countries and peoples - with their own specifications and original experience of social life.

In modern conditions of the mountains, mountaineers - the mountain population of the world is experiencing a powerful press of globalization, the destruction of the usual ways and systems of life support. There are extremely many challenges to mountainous territories and communities, and they cannot independently answer all these challenges, although many mountainous communities sometimes find surprisingly effective mechanisms for adapting their specifics to current realities, which is largely due to the flexible institutional structures and traditional cultural codes of mountainous peoples.

In the mountainous areas, the possibilities of a market economy are limited and its one-sided domination is detrimental to the traditions of interaction with nature and nature management. Highlanders of different countries and regions have historically accumulated their sociocultural experience and, therefore, it is important to study the possibilities of correlation of a separate, distinctive and general, universal for mountain territories in order to ensure their sustainable development. In this regard, Dagestan adopted a special program for the development of mountain territories and developed a draft law on mountain territories. Currently, the Minkavkaz of Russia, the Institute of Legislation and Comparative Law of the Government of the Russian Federation, the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences are being prepared together with the Parliamentary Assembly of the CIS the corresponding model law. It should be emphasized that a quarter of a century ago, the report on the interaction of culture and development, prepared by the World Commission

on Culture and Development of UNESCO, noted the importance of integrating the cultural component in the development of mountainous territories and communities. In the mountainous regions of Russia, which make up more than 50% of the country's territory, and in particular, in the North Caucasus, historical and cultural processes are deeply rooted in cultural landscapes and are reflected in the mountaineers' worldview and in their environmental management practices. The decisive role of culture has been proven in the process of implementing state projects for the sustainable development of mountain territories. This experience was reflected in the Gunib declaration "Mountain regions of the North Caucasus. Development through the integration of culture, economics and ecology", which we adopted in 2014. These ideas were supported at the international forum "Grizzly Caspian" (2016). President of Russian Federation V.V. Putin supported the necessity of haw elaboration concerning measures on the sustainable development of the mountain territories but in practice the Government of RF and regions aren't involved these activities expert the Republic of North Ossetia-Alania and the Republic of Altai.

The content of this issue of the journal touches on topical issues of the culture of law and traditions of interaction between man and nature in the mountains, describes the specifics and ethno-cultural forms, models of mountain nature management in individual cultural and ethnic areas, the role of cultural traditions and institutions in maintaining life and regulating the relationship between cultural landscapes is highlighted and modern human activities, emphasizes the need to protect cultural heritage in the mountains, preservation and development ornyh communities and cultural landscapes.

I am sure that the results obtained will contribute to a better understanding of cultural codes and value foundations of preserving the experience of the development of mountain civilizations accumulated over the centuries, and the traditions of ensuring on its foundation the sustainable, progressive development of mountain territories and the natural and economic complexes involved with them. Ultimately, at the center of these measures should be a person and the cultural environment.



# РОЛЬ ФОРМАЛЬНЫХ И НЕФОРМАЛЬНЫХ ИНСТИТУТОВ В РАЗВИТИИ ТРАДИЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ СИБИРИ (На примере эвенков Забайкальского края)

Гильфанова В.И.

## Введение

Одной из сложнейших комплексных проблем, требующих решения при реализации государственной национальной политики Российской Федерации, является улучшение социально-экономического положения коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока (далее – КМНС), создание условий для непрерывного во времени воспроизводства их демографического (сбережение народа) и этнокультурного (сохранение этнического своеобразия) потенциалов. В постсоветский период сформировался ряд неблагоприятных тенденций в различных сферах жизнедеятельности большинства КМНС [1–3]. Хроническая безработица, характерная для мест компактного проживания, затянувшийся социально-экономический и институциональный кризис традиционных отраслей занятости на фоне беспрецедентно высокой нагрузки на биоресурсы, ухудшение качества окружающей природной среды в результате промышленного освоения территорий повлекли за собой кардинальные изменения в жизни коренного населения, актуализируя проблему поиска наиболее эффективных стратегий развития.

Взаимосвязь экономических, социальных, экологических вызовов и угроз, стоящих перед КМНС, обуславливает осознание необходимости активных действий по их нейтрализации на принципах устойчивого развития [4].

Целью развития КМНС в контексте дальнейшего промышленного освоения Севера Российской Федерации провозглашается повышение благополучия коренного населения, обязательным условием которого является сохранение традиционного образа жизни и самобытной культуры при минимальном негативном воздействии на природную среду их обитания.

В «Концепции устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока РФ» отмечается, что устойчивость может быть достигнута «...на основе целевой поддержки государства и мобилизации внутренних ресурсов самих народов в интересах нынешнего и будущих поколений»<sup>2</sup>.

В Концепции особое внимание акцентируется на следующих направлениях: сохранение исконной среды обитания и традиционного природопользования, развитие и модернизация традиционной хозяйственной деятельности, повышение качества жизни КМНС. Авторы Концепции рассматривают экономическую и социальную составляющие устойчивого развития КМНС в качестве доминирующих. Разрабатываемый в настоящее время федеральный закон об этнологической экспертизе призван частично компенсировать недооценку на законодательном уровне экологической составляющей устойчивого развития коренных народов, приобретающей особое значение в связи с расширением географии и масштабов освоения природных ресурсов с учетом декларативно-го характера закона о территориях традиционного природопользования<sup>3</sup>.

УДК: 363

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-363-370

*Представлено теоретическое обоснование использования концепции устойчивого развития в качестве основной парадигмы в национальной политике государства в отношении коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока.*

*На основе применения институционального подхода выявлены актуальные проблемы устойчивого развития охотничьего природопользования, являющегося важнейшим фактором сохранения традиционного образа жизни современным составом эвенков на севере Забайкальского края.*

*В результате проведенного исследования установлено, что ослабление внимания государства к сфере природопользования в постсоциалистический период и смещение акцентов национальной политики в сферу поддержки культурных и социально-демографических процессов среди этнического населения Забайкальского края привели к деградации природно-ресурсной основы традиционного образа жизни и затяжному кризису традиционных видов деятельности эвенков.*

*Эффективность действия неформальных правил в создании благоприятных условий для устойчивого развития этнического природопользования на севере края в настоящее время крайне низка.*

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

*устойчивое развитие, институты, коренные народы, Забайкальский край, эвенки, оленеводство, охота*

*Статья поступила в редакцию 16.07.2018.*

<sup>1</sup> Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, 672014, г. Чита, Россия

<sup>2</sup> Концепция устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 февраля 2009 года № 132-р).

<sup>3</sup> Федеральный закон «О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации» от 7 мая 2001 г. № 49-ФЗ.

Решение проблем устойчивого развития этнического природопользования, лежащего в основе традиционного образа жизни сорока КМНС, каждый из которых насчитывает менее 50 тысяч человек, проживающих в 28 регионах Российской Федерации, должно планироваться и осуществляться на основе анализа этнокультурных и региональных особенностей отдельных сообществ [5].

Второй по численности коренной народ Севера – эвенки – насчитывает 37843 человека (по данным переписи 2010 г.).<sup>4</sup> В рамках данного исследования не рассматриваются эвенки, проживающие в Китае, численность которых также близка к 40 тысячам человек [6; 7].

В Российской Федерации эвенки вследствие территориальной разобщенности, расселения на огромном пространстве Сибири и Северо-Восточной Азии в виде более или менее компактных локальных групп переживают в современном этническом развитии немалые трудности, сопоставимые с проблемами народов, имеющих гораздо меньшую численность [8]. Устойчивое развитие эвенкийского этноса определяется благополучием составляющих его территориальных сообществ, которые вынуждены отвечать на различные экологические угрозы в регионах своего проживания. Среди них можно назвать проекты освоения Ковыктинского газоконденсатного месторождения в Иркутской области; сокращение оленьих пастбищ в Якутии вследствие изъятия промышленными компаниями земельных ресурсов в местах ведения традиционной хозяйственной деятельности; резкое снижение численности основных видов охотничье-промысловой фауны в Забайкальском крае и другие [9–11].

В Забайкальском крае локальное эвенкийское сообщество, являющееся меньшинством на территории проживания, имеет богатый исторический опыт выстраивания отношений с иноэтническим большинством в процессе освоения одних и тех же природных ресурсов. Между эвенками, ведущими традиционный образ жизни, связанный с использованием биоресурсов горной тайги, и другими природопользователями, имеющими иные представления о принципиальных основах хозяйственной деятельности, неизбежно возникает множество противоречий, регулируемых совместным действием формальных и неформальных правил природопользования.

В настоящей статье представлены результаты изучения особенностей развития локального эвенкийского сообщества в горно-таежной ландшафтной зоне региона, сохраняющего связь с традиционным природопользованием, в современных институциональных условиях.

**Цель статьи** заключается в оценке роли формальных и неформальных институтов в создании условий

для устойчивого развития этнического природопользования современного состава эвенков Забайкальского края. Источниками информации являются полевые материалы автора, научная литература и публикации в СМИ.

### **Материалы и методы исследования**

#### ***Территория исследования***

Современный состав населения эвенков Забайкальского края численностью около 1200 человек (на начало 2018 г.) проживает на севере края в Каларском, Тунгокоченском и Тунгиро-Олекминском административных районах, приравненных к территориям Крайнего Севера (рис. 1).

Для рассматриваемых районов характерен горный рельеф, суровые климатические условия и сплошное распространение многолетней мерзлоты.

В связи с экстенсивным характером традиционного природопользования и использованием для жизнеобеспечения больших по площади территорий роль эвенков в природопользовании этих районов весьма заметна. На рис. 2 красным цветом отмечены территории, закрепленные эвенкийскими общинами и индивидуальными предпринимателями (ИП) для оленеводства и охотничьего промысла. Кроме того, в каждом районе отдельные группы эвенков занимаются традиционной хозяйственной деятельностью без оформления договоров аренды на лесные участки.

В ходе исследования были проведены и обработаны около 50 интервью с представителями муниципальной власти северных районов, Ассоциации КМНС (эвенков) Забайкальского края, охотпользователями, главами охотхозяйств, председателями эвенкийских общин и рядовыми охотниками. Были использованы: данные об аренде лесных участков, предоставленные Государственной лесной службой в Забайкальском крае; данные о численности охотничье-промысловых видов животных, предоставленные Государственной охотничьей службой в Забайкальском крае; статистические данные о численности населения северных районов; данные о занятости населения, предоставленные Государственной службой занятости в Каларском, Тунгокоченском и Тунгиро-Олекминском районах.

#### ***Методологические основы***

Методологической опорой исследования служат труды Гуни А.Н. с соавторами [12–14], в которых описаны возможности институционально-ориентированного подхода в изучении проблем природопользования. Институты понимаются как ограничительные рамки, организующие взаимоотношения между людьми [15]. Обычаи, привычки, нормы поведения, принятые в обществе, – это неформальные ограничения. Наряду с ними действуют формальные правила (конституции, законы, права собственности). В природопользовании совокупное действие формальных и неформальных правил регулирует использование конкретных ресурсов [13].

<sup>4</sup>Богоявленский Д.Д. Данные Всероссийской переписи 2010. 2012. URL: <http://raipon.info/peoples/data-census-2010/data-census-2010.php> (дата обращения: 10.01.2017).



*Рис. 1. Забайкальский край в Российской Федерации*  
*Fig. 1. Trans-Baikal Territory in the Russian Federation*

Понимание взаимодействия формальных и неформальных институтов и их влияния на природопользование важно, потому что институты воздействуют на поведение людей, создавая стимулы для одних поступков и сдерживающие факторы – для других. Формальные и неформальные институты функционируют вместе, организуя доступ людей к ресурсам. При обосновании устойчивого развития традиционного природопользования большое значение имеет признание за представителями КМНС особых прав на ресурсы, которое является дополнительным средством защиты [16].

#### **Полученные результаты и их обсуждение**

##### ***Институционализация традиционного природопользования эвенков Забайкальского края в 1990–2010 гг.***

В период плановой экономики страны традиционное природопользование эвенков было интегрировано в деятельность государственных предприятий северных районов – совхозов и госпромхозов. Использование охотничье-промысловых ресурсов и оленьих пастбищ регулировалось хозяйствами, которые должны были заниматься вопросами оборота пастбищ, охотустройства, проблемами ветеринарного обслуживания, переработки и сбыта продукции оленеводства и охотничьего промысла. Среди важнейших функций северных совхозов и госпромхозов было также: поддержание инфраструктуры таежных поселков, обеспечение занятости местного населения, осуществление природоохранных мероприятий (особенно – борьбы с браконьерством).

С ликвидацией совхозов и госпромхозов исчез масштабный многофункциональный формальный институт управления биоресурсами северных территорий и контроля на местах за их использованием. Предприятия распались на мелкие хозяйства различных форм собственности. Эвенки были вовлечены в процесс передела охотохозяйственных территорий бывших совхозов и госпромхозов. Наиболее успешными оказались те из них, которые создали юридические лица (общины) и оформили договора аренды на лесные участки с целью ведения оленеводства.

В традиционном природопользовании эвенков оленеводство и охотничий промысел тесно связаны между собой. Развитие оленеводства позволяет наиболее полно осваивать кормовые ресурсы и интенсифицировать охотничий промысел. Сочетание этих видов деятельности способствует рационализации труда оленевода.

Согласно Лесному кодексу РФ (часть 2 статьи 25) допускается многоцелевое использование лесов, т.е. оформление одного и того же участка несколькими пользователями под разные виды деятельности. Такой порядок предоставления лесных участков в пользование объективно создает затруднения в деле реализации прав граждан, оформивших аренду, и провоцирует конфликтные ситуации [17; 18].

##### ***Трансформация неформальных институтов природопользования***

Сохранение ресурсов охотничье-промысловых видов животных имеет большое значение для устойчивого

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

## Legend



эвенкийские общины и ИП  
evenks communities

- 1 Бэюн / Bayun
- 2 Орон / Oron
- 3 Геван / Gevan
- 4 Эрен-Плюс / Eren-Plus
- 5 Токи / Toky
- 6 Мальчакитов / Malchakitov
- 7 Сюльбан / Shulban
- 8 Тажный Путь / Taiga Path
- 9 Баюн-Тунгокочен



охотничьи хозяйства  
hunting companies

- 1 Эрен-Плюс / Eren-Plus
- 2 Тунгиروهота / Tungirohota
- 3 Каренга / Karenga
- 4 Витим / Vitim
- 5 Кирилова / Kirillova
- 6 Ульдурга / Uldurga

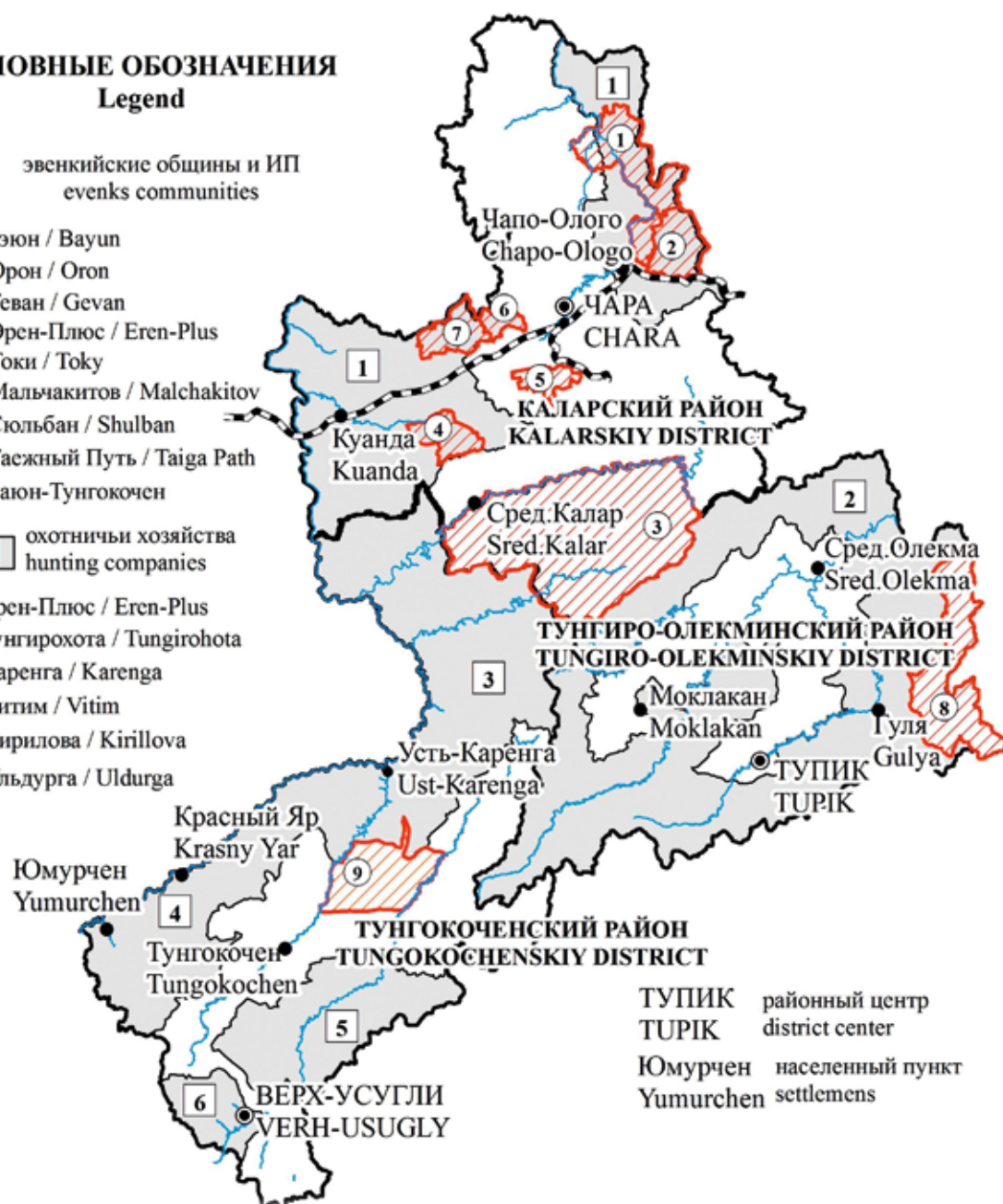


Рис. 2. Территория расселения и хозяйственной деятельности эвенков в Забайкальском крае  
Fig. 2. Areas of settlement and economic activity of the Evenks in the Trans-Baikal Territory

чивого развития традиционного природопользования на севере Забайкальского края в связи с тем, что охотничий промысел является одним из основных жизнеобеспечивающих видов деятельности современного состава эвенков. Лимиты изъятия (отстрела и отлова) определяются на основе данных после промыслового учета численности животных, проводимого охотниками, и данных о добыче, предоставляемых охотопользователями. Данные аккумулируются и сводятся в единый банк региональной Государственной охотничьей службой. В настоящее время многие исследователи проблем охоты и охотничьего хозяйства Российской Федерации сходятся во мнении, что официальные данные по учету численности животных и их добыче не отражают действительности<sup>5</sup>. В результате перепромысла численность практически

всех копытных и наиболее ценных пушных зверей значительно сократилась.

Снижение доходности охотничьего промысла негативно влияет на уровень жизни эвенкийского населения. Некоторые эвенки-охотники оставляют промысел и переезжают вместе с семьями в крупные поселки и районные центры, где сталкиваются с новыми проблемами (поиском работы, жилья и т.д.). Сокращение добычи мяса диких копытных обостряет продовольственную проблему для населения отдаленных таежных поселков, увеличивает транспортные расходы на завоз продуктов питания.

<sup>5</sup> Сухомиров Г. И. Семь проблем отрасли. 2015. 27 декабря.  
URL: <http://www.ohotniki.ru/hunting/societys/societys/article/2015/12/27/645363-sem-problem-otrasli.html> (дата обращения: 07.05.2017).

Отсутствие действенных формальных институтов регулирования численности охотничьих видов животных и широкое распространение браконьерства может привести к потере биоразнообразия, опасного в связи с сокращением возможностей для ведения эвенками традиционной, т.е. являющейся «естественным компонентом ... традиционного образа жизни» [19, с. 37], охоты. Отчуждение жителей небольших таежных сел от институтов управления охотничьими угодьями, фактическими хозяевами которых стали компании, работающие с рядовыми охотниками преимущественно без оформления трудовых взаимоотношений, выступает фактором «опривычивания» неписанных правил охоты [20].

Полное отсутствие внимания законодательной и исполнительной власти к биологическому (охотничьему) ресурсу в 1990-е годы стимулировало «... хищническое отношение к нему, потерю в ряде случаев воспроизводственного потенциала, традиций охотничьего хозяйства» [22, с. 223].

Традиционные экофильные правила охоты эвенков оказались значительно трансформированы под воздействием общей потребительской культуры современности.

### Выводы

В условиях сложного социально-экономического положения населения эвенков Забайкальского края на первый план выходят проблемы развития традиционных видов деятельности и состояния их природно-ресурсной базы. Сформировавшаяся в регионе институциональная среда способствует возникновению множества проблем, негативно влияющих на развитие традиционного природопользования. Оленеводство все больше утрачивает свое этносохраняющее значение после ликвидации госпромхозов. Однако оформление аренды на лесной участок для разведения оле-

ней неформально обеспечивает эвенкам-оленеводам возможность пользования охотничьими ресурсами даже на территориях, отведенных под охоту другим юридическим лицам. Данный опыт, характерный для Каларского района, в случае его законодательного оформления и использования в Тунгокоченском и Тунгиро-Олекминском районах мог бы стать фактором восстановления оленеводства на их территории.

Община как форма организации преимущественно эвенкийского населения является формальным институтом, способствующим обособленности эвенков от остальных местных охотников, гарантом приоритетности их прав на пользование охотничьими ресурсами территории.

Охота представляет собой сферу деятельности, в которой современный состав эвенков имеет сильную конкуренцию со стороны иноэтнического доминирующего окружения. На фоне истощения ресурсов охотничье-промысловой фауны сокращается площадь угодий, необходимых для жизнеобеспечения локального этнического сообщества.

Для решения этой задачи необходимо формирование на региональном уровне новой, адекватной запросам КМНС, институциональной среды, предполагающей усиление контроля за численностью промысловых видов животных. Современный состав эвенков должен иметь право на гарантированный доступ к охотничьим ресурсам в случае их постоянного проживания в селах, расположенных на территориях, которые закреплены за крупными охотпользователями. Охотничий участок должен быть достаточным для жизнеобеспечения семьи охотника (в условиях Забайкальского севера – не менее 20 тысяч га угодий). Необходимо предоставить населению эвенков возможность выбора места для сдачи продукции охотничьего промысла.

*Работа выполнена в рамках Проекта XI.174.1.8. по Программе ФНИ СО РАН на 2017–2020 гг.*

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / Conflict of interest:

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declare no conflict of interest.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Donahoe B., Habeck J. O., Halemba A., Sánthet I. Size and Place in the Construction of Indigeneity in the Russian Federation // *Current anthropology*. 2008. Vol. 49, no. 6. Pp. 993–1020. DOI: 10.1086/593014
2. Юдин В. И. Индигенная перспектива современного государства. Москва: Этносоциум, 2013. 285 с.
3. Mertens K. Patterns of Evenki Mobility in Eastern Siberia // *Sibirica*. 2016. Vol. 15, no. 1. Pp. 1–40. DOI: 10.3167/sib.2016.150101
4. Loomis T. M. Indigenous Populations and Sustainable Development: Building on Indigenous Approaches to Holistic, Self-determined Development // *World development*. 2000. Vol. 28, no. 5. Pp. 893–910.
5. Попков Ю. В. Коренные малочисленные народы Севера в глобальном и региональном контексте // *ЭКО*. 2011. N 9. С. 71–88.
6. Fraser R. Forced relocation amongst the reindeer-evenki of Inner Mongolia // *Inner Asia*. 2010. Vol. 12, no. 2. Pp. 317–346.
7. Shen Z., Sun H., Pang L. Geographical Patterns of Chinese Ethnic Minority Population Composition and Ethnic Diversity // *Chinese Geographical Science*. 2011. Vol. 21, no. 4. Pp. 454–464. DOI: 10.1007/s11769-011-0487-8

8. Ермолова Н. В. Эвенки: проблема этноса в современной России // *Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Тунгусо-маньчжурские этносы в новом столетии»*, Улан-Удэ, 11 ноября, 2009. С. 86–96.
9. Рагулина М. В. Традиционные способы жизнеобеспечения эвенков Прибайкалья // *География и природные ресурсы*. 2009. N 2. С. 109–116.
10. Саввинова А. Н., Филиппова В. В., Гнатюк Г. А., Свинобоева А. Ю., Федорова А. С., Дьячковский Г. Е. Землепользование эвенков Беллетского наслега в условиях промышленного освоения Южной Якутии // *Арктика XXI век. Естественные науки*. 2015. Т. 1. N 2. С. 38–43.
11. Поворознюк О. А. Забайкальские эвенки: социальные, экономические и культурные трансформации в XX–XXI веках. Москва: Институт этнологии и антропологии РАН, 2011. 350 с.
12. Гуня А.Н. Современные тенденции в институционализации природопользования горных регионов Кавказа и Средней Азии // *Известия РАН. Серия географическая*. 2010. N 6. С. 77–87.
13. Кёлер Я., Гуня А. Н., Тенов Т. З., Чеченов А. М. Институционально ориентированное изучение проблем устойчивого развития горных территорий // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2017. Т. 9, N 2 (32). С. 152–162. DOI: 10.21177/1998-4502-2017-9-2-152-162
14. Гуня А.Н., Тенов Т.З., Чеченов А.М., Шогенов М.З. Земельные конфликты в горных районах Северного Кавказа: акторы, ресурсы, институты // *Кавказология*. 2017. N 1. С. 154–175.
15. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. Москва: Фонд экономической книги «Начала», 1997. 180 с.
16. Кряжков В.А. Коренные малочисленные народы Севера в российском праве. Москва: Норма, 2010. 560 с.
17. Задорожный В.Ф., Гильфанова В.И. Традиционное природопользование эвенков Восточного Забайкалья в условиях рыночной экономики // *Вестник Томского гос. ун-та*. 2009. N 318. С. 166–169.
18. Гильфанова В.И., Фалейчик Л.М. Социально-экономическая оценка ущерба традиционному природопользованию при освоении новых районов Забайкалья // *Известия РАН. Серия географическая*. 2014. N 5. С. 116–124.
19. Кряжков В.А. Право коренных малочисленных народов на традиционное природопользование (на примере охоты) // *Государство и право*. 2016. N 11. С. 32–42.
20. Великий П.П. Особенности национальной охоты: социологический очерк // *Социологические исследования*. 2014. N 10 (366). С. 117–126.
21. Бендюков М.А. Кризисы профессионального развития личности, обусловленные негарантированностью трудовой занятости // *Образ российской психологии в регионах страны и в мире: материалы Международного форума и школы молодых ученых ИП РАН*. М.: Институт психологии РАН. 2006. С. 125–130.
22. Тишков А.А. Биоразнообразие и проблема бедности в России // *Природопользование и устойчивое развитие. Мировые экосистемы и проблемы России*. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. С. 198–229.

---

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ/ Information about author:**


---



**ГИЛЬФАНОВА Вера Ивановна** – младший научный сотрудник лаборатории географии и регионального природопользования Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия.

Научные интересы: традиционное природопользование коренных народов Байкальского региона, управление социально-экономическим развитием северных территорий.

672014, Забайкальский край, Чита, ул. Недорезова, 16а.

Researcher ID: K-3188-2017

Тел.: +7 (3022) 20-61-75

E-mail: sevver@bk.ru

**Vera I. GILFANOVA** – junior research worker, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of Siberian Department of the Russian Academy of Science (Chita, Russia).

Scientific interests: traditional nature management of indigenous peoples of the Baikal region, the management of socio-economic development of northern territories.

672014, Trans-Baikal Territory, Chita, st. Nedorezova, 16a

Researcher ID: K-3188-2017

Ph.: +7 (3022) 20-61-75

E-mail: sevver@bk.ru

## THE ROLE OF FORMAL AND INFORMAL INSTITUTIONS IN THE DEVELOPMENT OF TRADITIONAL NATURAL USE IN THE MOUNTAIN-TAIGA ZONE OF SIBERIA (ON THE EXAMPLE OF EVENK ZABAİKALSKY REGION)

<sup>1</sup> V. I. Gilfanova

<sup>1</sup> Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russia, sevver@bk.ru

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-363-370

In this paper we consider the importance of the environmental component of the reproduction process and preservation of ethno-cultural characteristics and lifestyle of the modern composition of the indigenous peoples of the North (Evenki) in the Trans-Baikal Territory.

The author argues that the sustainable development of ethnic nature management of the modern composition of the Evenki community, which is an ethnic minority in the areas of residence, is possible provided that the resources of the hunting and fishing fauna of the local population are restored and rationally provided that the Evenki have special rights to them. The nature of the development of the territories, which affects the features of the conservation and reproduction of biological resources in the mountain taiga landscape zone of the region, depends on the institutional environment for hunting nature management that has formed here so far.

It is noted that the weakening of the state's attention to the sphere of nature management in the post-socialist period and the shift in the emphasis of national policy to the sphere of supporting cultural and socio-demographic processes among the indigenous population led to the degradation of the natural resource base of the traditional way of life in most regions of the Russian Federation.

It was revealed that the reduction in the number of the main hunting and commercial animal species worsens the socio-economic situation of the indigenous population, which remains connected with traditional activities.

**The purpose of the article** is to assess the role of formal and informal institutions in creating the conditions for the sustainable development of ethnic nature management of the modern composition of Evenki Trans-Baikal Territory.

**Research materials.** The results of interviews with representatives of the municipal authority, the Indigenous Peoples' Association of Evenki (Trans-Baikal Territory) of the Trans-Baikal Territory, hunting users, heads of hunting farms, chairmen of Evenki communities and ordinary hunters, data on the lease of forest plots, the number of hunting and hunting animals, the number and employment of the population, provided by the relevant State services and departments in the region, as well as the results of studying the transformation of formal and informal environmental management institutions and its consequences for hunting e-fishing activities of the indigenous population.

A map showing all the main actors of hunting nature management in the areas of traditional Evenki residence and substantiating the use of an institution-oriented approach to solve the tasks posed during the study was created using GIS technologies.

**Conclusions.** The institutional environment formed in the Trans-Baikal Territory is not very effective in resolving the problems of the development of ethnic nature management in

the mountain taiga zone and requires further development in order to strengthen control over the number of commercial animal species and create mechanisms for their sustainable use. The author offers some recommendations that can ensure the rights of the indigenous peoples of the North, Siberia and the Far East to hunting as a traditional activity.

**Keywords:** sustainable development, institutions, indigenous peoples, Evenki, Trans-Baikal Territory, reindeer herding, hunting.

### References

1. Donahoe B., Habeck J. O., Halemba A., Sánthet I. Size and Place in the Construction of Indigeneity in the Russian Federation. *Current anthropology*, 2008, vol. 49, no. 6, pp. 993–1020. DOI: 10.1086 / 593014
2. Yudin V. I. Indigenous perspective of the modern state. *Moscow, Ethnosocium*, 2013, 285 p.
3. Mertens K. Patterns of Evenki Mobility in Eastern Siberia. *Sibirica*, 2016, vol. 15, no. 1, pp. 1–40. DOI: 10.3167 / sib.2016.150101
4. Loomis T. M. Indigenous Populations and Sustainable Development: Building on Indigenous Approaches to Holistic, Self-determined Development. *World development*, 2000, vol. 28, no. 5, pp. 893–910.
5. Popkov Yu. V. Indigenous peoples of the North in the global and regional context, *IVF*, 2011, no. 9, pp. 71–88.
6. Fraser R. Forced relocation amongst the reindeer-evenki of Inner Mongolia. *Inner Asia*, 2010, Vol. 12, no. 2, pp. 317–346.
7. Shen Z., Sun H., Pang L. Geographical Patterns of Chinese Ethnic Minority Population Composition and Ethnic Diversity. *Chinese Geographical Science*, 2011, vol. 21, no. 4, pp. 454–464. DOI: 10.1007 / s11769-011-0487-8
8. Ermolova N. V. Evenki: the ethnos problem in modern Russia. *Materials of the All-Russian Conference with International Participation "Tungus-Manchu Ethnoses in the New Century"*, Ulan-Ude, November 11, 2009, pp. 86–96.
9. Ragulina MV. Traditional ways of life support of Evenki of Pribaikalye. *Geography and natural resources*, 2009, no 2, pp. 109–116.
10. Savvinova A.N., Filippova V.V., Gnatyuk G.A., Svino-boeva A. Yu., Fedorova A.S., Dyachkovsky G.E. XXI Century. *Natural Sciences*, 2015, Vol. 1, no. 2, pp. 38–43.
11. Povoroznyuk O. A. Transbaikal Evenki: social, economic and cultural transformations in the XX-XXI centuries. *Moscow, Institute of Ethnology and Entropology of RAS*, 2011, 350 p.
12. Gunya A.N. Modern Trends in the Institutionalization of Nature Management in the Mountainous Regions of the Caucasus and Central Asia. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences, Geographical series*, 2010, no. 6, pp. 77–87.
13. Kohler Ya., Gunya A.N., Tenov T.Z., Chechenov A.M.

Institutionally-oriented study of the problems of sustainable development of mountain territories. *Sustainable development of mountain territories*, 2017, vol. 9, no. 2 (32), pp. 152–162. DOI: 10.21177 / 1998-4502-2017-9-2-152-162

14. Gunya A.N., Tenov T.Z., Chechenov A.M., Shogenov M.Z. Land conflicts in the mountainous regions of the North Caucasus: actors, resources, institutions. *Kavkazologiya*, 2017, no. 1, pp. 154–175.

15. North D. Institutions, institutional change and the functioning of the economy. *Moscow Fund of the Economic Book "Beginnings"*, 1997, 180 p.

16. Kryazhkov V.A. Indigenous peoples of the North in Russian law. *Moscow, Norma*, 2010, 560 p.

17. Zadorozhny V.F., Gilfanova V.I. Traditional nature management of the Evenks of East Transbaikalia in a market economy. *Tomsk State Journal*, 2009, no. 318, pp. 166–169.

18. Gilfanova V.I., Faleychik L.M. Socio-economic assessment of damage to traditional nature management in the development of new areas of Transbaikalia. *Bulletin of the*

*Russian Academy of Sciences, Geographical series*, 2014, no. 5, pp. 116–124.

19. Kryazhkov V.A. The right of indigenous peoples to traditional nature management (by the example of hunting). *State and Law*, 2016, no. 11, pp. 32–42.

20. The Great P.P. Features of national hunting: a sociological essay. *Sociological studies*, 2014, no. 10 (366), pp. 117–126.

21. Bendyukov M.A. Crisis of professional development of a person caused by job security. *The image of Russian psychology in the regions of the country and in the world: materials of the International Forum and the School of Young Scientists of the IP RAS. Moscow, Institute of Psychology RAS*, 2006, pp. 125–130.

22. Tishkov A.A. Biodiversity and the problem of poverty in Russia. *Environmental management and sustainable development. World ecosystems and problems of Russia. Moscow, Partnership of scientific publications of KMK*, 2006, pp. 198–229.

Article received 16.07.2018.



# ФАКТОРЫ СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТА В БАВАРСКИХ АЛЬПАХ

<sup>1,2</sup>Косовцова Т. И.

Постановление Совета Европы от 2000 г. обязало правительственные структуры разного уровня обеспечить защиту и уход за культурными ландшафтами, обозначенными как *обжитая человеком территория, характеристики которой выражают взаимное долговременное влияние природных и антропогенных факторов*. Такое беспокойство вызвано тем, что со второй половины XX в. с ростом механизации, автоматизации и химизации культурные ландшафты как равнинных, так и горных областей претерпели особенно сильные изменения [1].

До сих пор Альпийский горный регион считается эталоном, в котором традиционное горное хозяйство со своими региональными различиями и культурные ландшафты продолжают существовать даже при современном стремительном развитии технологий, коммуникаций и менеджмента. Однако проблемы, присущие всем горным регионам Европы: отток населения и опустение сельских поселений, снижение роли сельского хозяйства и возрастание роли туризма – свойственны и Альпийскому региону [2–5]. Все эти процессы отражались в культурном ландшафте, который стал развиваться с самого освоения Альп, как жизненного пространства. Практически все альпийские ландшафты претерпели то или иное воздействие человека, и природу Альп принято называть культурным ландшафтом. Альпийский культурный ландшафт существует примерно 4 тыс. лет, сколько считаются постоянно заселенными Альпы. Культурный ландшафт представляет собой некую форму экологической стабильности, продолжительной продуктивности, многообразия естественной и культурной природы. Культурный ландшафт величина динамичная, и сохраняется он столько времени, сколько будет правильно использоваться территория [6].

В настоящей статье рассматриваются региональные особенности развития горного хозяйства и изменение и состояние культурных ландшафтов северной, краевой части Альп, принадлежащей Германии, – Баварским Альпам (рис. 1).



**Рис. 1.** Карта-схема. Альпийский регион в границах Альпийской конвенции. Баварские Альпы и Альгой. По [12, с. 60]

**Fig. 1.** Map scheme. Alpine region within the boundaries of the Alpine Convention. Bavarian Alps and Allgäu. According to [12, p. 60]

УДК: 551.8  
DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-371-379

*Статья посвящена территории Баварских Альп и предгорий. Затрагивается тема сохранения культурных ландшафтов Баварских Альп, которые создавались в течение столетий. Описываются традиционные формы горного хозяйства и права наследования земли. Особое внимание уделено важности сохранения культурного ландшафта, как пространства для жизни, и важности сохранения традиций народной культуры (ремесел, фольклора), а также языкового разнообразия. Обосновывается важность местного самоуправления и ответственности за сохранение природного наследия.*

#### **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

Альпийский регион, Баварские Альпы, культурный ландшафт, традиции землепользования, общины.

Статья поступила в редакцию 27.12.2018.

<sup>1</sup>Фольксхохшуле, г. Зонтхофен, Бавария

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 191023, Санкт-Петербург, Россия

Баварские Альпы составляют от всей площади Германии всего лишь 1,7%, но тем не менее они имеют большое значение для страны как сельскохозяйственный регион и как туристический регион с развитой инфраструктурой, с лыжными курортами, пешеходными тропами и знаменитыми лугами – «зелеными культурными ландшафтами». Этот приграничный горный регион в определенные периоды истории Германии играл важную роль [7]. Для Свободной Земли Бавария эта альпийская территория, с до сих пор сохранившимся традиционным хозяйством, диалектами, национальной одеждой, – остается носителем традиций, образцом «баварской идентичности» – “*bayrisch*”. Кроме того, в Баварских Альпах находится много архитектурных памятников, замков эпохи короля Людвига Второго<sup>1</sup>, которые вместе с прилегающими парковыми территориями образуют культурные парковые ландшафты, известные во всем мире (рис. 2).



*Рис. 2. Замок Короля Людвига (Neuschwanstein) в Фюссене. Фото автора*

*Fig. 2. Castle of King Ludwig (Neuschwanstein) in Fussen. Photo by the author*

**Баварские Альпы** протягиваются неширокой прерывистой полосой на юге Германии от Боденского озера по границе с Австрией, с запада на восток. Горные цепи перемежаются участками холмистых предгорий с абсолютными высотами ниже 1000 м – Баварскими Предальпами. Во всей полосе Баварских Альп выделяют три наиболее выдающиеся горные группы или узла – **Альгойские Альпы** (2200–2600 м) на западе, **массив Цугшпитце** (2963 м) в средней части, и на восточной окраине Баварских Альп, на границе с австрийской землей Зальцбург – **Берхтесгаден Альпы** (2700 м). Германия не имеет ни одного «трехтысячника». В восьмидесятые годы двадцатого века планировалось построить на Цугшпитце телебашню с обзорной площадкой и рестораном, и тем самым «довести» высоту до 3000 м, но этот проект был отклонен.

<sup>1</sup> Наиболее известны замки: Нойшванштайн, замок Херреншлосс на острове оз. Кимзее, замок Линдерхоф в Аммергау, построенные во время правления Короля Людвига. Король Людвиг не был политиком, не вел войны, его называли «Сказочным Королем», он был к тому же душевно неуравновешен, однако после Короля Людвига остались памятники, веками приносящие доход земле Бавария.

Основные хребты в Баварских Альпах – это продолжение горных цепей высоких Австрийских Альп – Лехтальских (*Lechtaler Alpen*) и Северной Цепи (*Nordkette*) известняковых Альп Тироля. Так и массив Цугшпитце (*Zugspitze*) с одной стороны принадлежит Германии, а с другой – Австрии (рис. 3).

Сложены Баварские Альпы известняками, известняковыми сланцами, флишами и молассами. Вершины в основном сглаженные, лишь самые высокие имеют форму пиков.



*Рис. 3. Массив Цугшпитце на заднем плане. Долина внизу принадлежит Австрии, по массиву Цугшпитце проходит граница между Австрией и Германией. Фото автора*

*Fig. 3. The Zugspitze massif in the background. The valley below belongs to Austria; the border between Austria and Germany runs along the Zugspitze massif. Photo by the author*

Ледники отсутствуют, за исключением небольших глетчеров в массиве Цугшпитце. В предгорьях, окружающих Баварские Альпы, распространены холмы и гряды, иногда высотой до 700–800 м. Это пояс конечных и боковых морен, образованный стекавшими по долинам ледниками.

Климат всей полосы Баварских Альп меняется от запада к востоку, получая больше черт континентальности.

В западной части средняя годовая температура – 7,5 °С, в восточной – 8,4 °С. Среднегодовое количество осадков в Баварских Альпах составляет 1200 мм/год. Максимальное количество осадков достигает 2500 мм/год, на каждые 100 м подъема высоты количество осадков увеличивается на 60 мм [8]. Более половины осадков выпадает с мая по сентябрь, осень сухая и солнечная. Снег держится в долинах в среднем 100 дней, в высоких частях гор до 150 дней. Для баварских предгорий типична высокая турбулентность воздуха, быстрая смена погоды от жаркой солнечной на дождливую с грозами и градом. Почти каждую зиму случаются зимние грозы. Нередки проливные дожди, идущие сутка-

ми. Осенью и весной, а иногда и летом, после сильных ливней бывают высокие паводки, вызывающие наводнения, эрозию склонов, оползни. Основные последствия паводков ощущаются много ниже по течению, на севере Баварского плато.

Флора Баварского горного региона, особенно в своей западной части, считается одной из самых разнообразных в Альпах. Согласно Союзу „*Natura 2000*“, примерно 45% площади относится к охраняемым территориям (*Naturschutzgebiet*) по многообразию флоры и, особенно по гнездовьям и перелету птиц. Баварские Альпы до 1800–2000 м покрыты елово-пихтовыми лесами в нижних частях с примесью лиственных пород: бук, горный клен, каштан, орех, ольха, рябина. В верхних частях склонов преобладает пихта, лиственница, кедровый стланик. Лиственные буковые леса, с примесью различных видов клена, чаще встречаются на востоке региона, в районе Фюссена и Берхтесгадена. Более всего буковые леса распространены на востоке Баварии, ближе к Чехии. Выше 2000 м идет луговой пояс. Большие массивы лугов имеются и в лесном поясе, возникшие большей частью после вырубок леса. Луговой пояс тянется по всем Баварским Альпам и простирается наверх до скального пояса.

Соответственно климатическим особенностям отдельных частей Альп (прохладные и гумидные северные цепи, сухие и теплые южные и центральные части Альп) с момента освоения этой горной страны людьми развивались разные системы горного хозяйства: система отгонного скотоводства, альпийского пастбищного хозяйства, альпийского фермерского хозяйства, альпийская ступенчатая система хозяйства. Все они зарождались с приходом в Альпы какой-либо новой культуры и продолжали существовать [2]. Эти системы хозяйства и формировали культурные ландшафты Альп. Племена байваров, пришедшие с севера и заселившие Баварские Альпы (от племен и название этой части Альп) примерно с 6–9 вв., стали развивать подходящее климату скотоводство и альпийское пастбищное хозяйство.

К моменту раздела альпийского пространства между государствами после Венского Конгресса 1813 г. системы горного хозяйства были уже сформированы и достигли своего расцвета. В рамках национальных государств они получили определенные национальные черты, и сохранялись далее, однако к концу 20-го в. во многих областях Альп эти системы потеряли свое значение или совсем распались. В Баварских Альпах до сих пор сохраняется система *Alpwirtschaft* (*Alp* – горное пастбище, *Alpe* – хижина для ухода за коровами, *Sennerei* – хижина, где содержат только молочных коров и изготавливают сыры)<sup>1</sup>. Для горного пастбищного животноводства очень важно наличие и функциониро-

вание сельскохозяйственных хижин, и хозяйство хижин поддерживается в Баварских Альпах, здесь их больше, чем в других частях Альп. Летом хижины обслуживают и туристов. Сельскохозяйственные хижины принадлежат фермерам или союзам. В западной части Баварских Альп, где 90% площади занято лугами, существует Альпийский сельскохозяйственный союз Альгоя (*Almwirtschaftliche Verein Allgäuer*), он владеет 696 пастбищами [9]. Сезон выгона на горные пастбища начинается в мае: долинная ступень пастбищ 800–1000 м. Большинство деревень лежат на высотах от 700 до 900 м. На первой ступени животные пасутся до конца мая. С июня стада перегоняют на среднегорные пастбища на высотах 1000–1400 м. С конца июня стада перебираются выше и остаются до сентября. В текущем 2019 году только на альгойских пастбищах будут пастись 30 000 животных. В их числе: молочные коровы и телята, лошади, овцы, козы и свиньи. Свиньи потребляют сыворотку от переработки молока на сыр. Существует версия, что знаменитые баварские молочные коричневые коровы (*Braunvieh*), привезены в Баварские Альпы из швейцарских кантонов Граубюнден и Швиц. В свою очередь швейцарские «коричневые буренки» перекочевали в Альпы до Рождества Христова с Кавказских гор [10]. В Баварских Альпах фермерские наделы гораздо больше по размерам, чем в других частях Альп, например, в Италии или во Франции. Это исходит со времен средневековья, когда в романских и германских частях Альп установилось разное право наследования земли.

В романских Альпах действовало «реальное» право наследования земли (*Realanerbrecht*), по которому земля делилась между всеми наследниками поровну [11]. При этом с каждым поколением земельные наделы все уменьшались, и, в конце концов, становились настолько мелкими, что их сложно было обрабатывать. Это тормозило развитие сельского хозяйства, и стало одной из причин оттока сельского населения именно из романских частей Альп. В немецкоязычных частях Альп, и также в Баварских Альпах, существовало другое право наследия (*Alemanisch Recht*), по которому земля оставалась у одного из наследников, не дробилась на части.

Таким образом, фермерские хозяйства не распались, и население оставалось в деревнях. И сейчас в Баварских Альпах и Предальпах земельные наделы достигают 20 га и больше, а поголовье скота в частных фермах насчитывает 20–25 голов, а иногда и 50, в то время, как в Итальянских Альпах поголовье скота сильно сократилось [12].

Кроме традиций и правил выпаса и содержания я скота, в Баварских Альпах сложились правила сенокосения, переработки молока, традиции производства сыра, ухода за полями и лугами. Эти выработанные

<sup>1</sup> Чтобы изготовить «круг» выдержанного четыре месяца сыра, обычно диаметром 25 см, высотой 9 см и весом 25 кг баварским фермерам требуется 250 л качественного молока. [9]

веками традиции и принципы ведения хозяйства, характер жилых и хозяйственных построек и стиль жизни создали тот культурный ландшафт, который видят туристы и который «работает» для населения [13].

#### Как сохранить этот культурный ландшафт?

Культурный ландшафт есть производная от деятельности человека, следовательно, должна «жить» территория, местообитание человека. Горы без полезной деятельности человека превращаются в мрачное, опасное пространство. Какими они и были много тысячелетий назад. Культурный ландшафт в Баварии поддерживают, прежде всего, фермеры. Также уходом и мониторингом занимаются различные службы (лесные, водные) и союзы (охотничьи, натуралистические и др.). Но в основном – фермеры. Они живут на земле, земля принадлежит им, они за нее отвечают. Кроме фермеров «собственниками культурных ландшафтов» Баварских Альп и предгорий (полей, лугов, лесов) являются: государство, церковь, различные союзы, общины, товарищества и частные лица.

В Баварских Альпах расположена 101 община [12]. Как и в Швейцарии, в Баварских Альпах общины имеют решающие права на осуществление на их земле любого проекта. Община имеет коллективную собственность и может сдать часть общей сельскохозяйственной земли в аренду какой-либо фирме. Фирма строит свои здания на общинной земле, а община получает доход с аренды и от налогов фирмы. Община, как правило, владеет меньшим количеством земли, чем отдельные фермеры, частные лица. Община вправе покупать у фермеров землю, в основном землю, занятую лугами – Gruenland – залежь, «заморозить» покупку на 10 лет, а затем продать участок гораздо дороже под строительство (сразу продавать землю под строительство запрещается). Фермеры могут продавать свою землю под строительство только с согласия общины, или совета общины, но продавать землю фермерам даже не выгодно, так как фермеры Баварии получают дотации на свои земельные наделы от ЕС, от Германии и от Земли Бавария. Чем больше фермерский надел, тем выше дотация. И даже, если фермер не засеивает землю, а оставляет под залежью – дотация не снижается, а повышается (сельскохозяйственная земля не истощается).

По программе развития сельских территорий ("*Entwicklungsprogramme für den ländlichen Raum*" – EPLR), принятой 13 февраля 2015 г. для сельских территорий Баварии на 2014–2020 гг. – EPLR Bayern 2020, Свободная Земля Бавария должна получить 1,5 млрд евро из европейского фонда сельского хозяйства для развития сельских территорий [14]. А в сумме с национальным финансированием от государства и правительства Баварии это составит 3,6 млрд евро. Этот объем финансирования предполагает обеспечить наилучшее развитие имеющегося потенциала сельских регионов Баварии – природных, хозяйственных и социальных ресурсов [14].

**Изменения культурного ландшафта.** Само слово «ландшафт», происходящее от германского «*Land*» и индогерманского «*scafti*» (*schaffen* – создавать), означает землю, или совместно обработанную землю для жизни и удовлетворения потребностей [15]. Таким образом, сочетание слов «культурный ландшафт» включает в себя уже некую тавтологию. Тем не менее, термин прочно вошел в понятийный аппарат многих областей знания.

Культурные ландшафты Баварских Альп и предгорий изменяли свои границы вследствие природных катастроф: обвалы, наводнения, сели. Последнее наступание альпийских ледников 16–18 вв. привело к понижению верхней границы леса по всему Альпийскому региону примерно на 100 м [16]. На границу лесных и луговых ландшафтов влияли как перевыпас скота, так и наоборот, сокращение поголовья.

С 80-х гг. прошлого столетия изменился видовой состав леса, доминирующей породой сейчас является пихта. Существовала доктрина «гибели альпийских лесов», и поэтому производили массовые посадки пихты, которая неприхотлива и быстро растет. Пихта вытеснила вскоре многие другие породы. Лиственные леса больше распространены в восточной части Баварских Альп – Берхтесгаден, Фюссен. Там и единственный национальный альпийский парк Германии.

В 20-м веке культурные ландшафты, оставаясь примерно в тех же границах, претерпевали изменения, в основном от перемены характера, вида землепользования [17]. Уже с 19 в., с развитием железных дорог, сократились посадки пшеницы (так называемый «пшеничный кризис»). Пшеницу постепенно перестали выращивать не только в Баварских Альпах, но по всему Альпийскому региону, ее стали привозить из других областей, а поля оставались под лугами для выпаса скота. Строилось больше коровников и других построек для содержания скота зимой.

Также отметим, что с развитием коммуникаций отпала потребность выращивания льна, который требовался каждой семье для производства одежды. Привозной хлопок был дешевле, и посадки льна постепенно сократились до минимума – «текстильный кризис». Лен выращивали, например, в западной части Баварских Альп, в широкой долине Альгой. Эту баварскую область называли «голубой Альгой» из-за цветущего льна [18]. Однако в настоящее время чаще встречается рекламное выражение «зеленый Альгой» (рис. 5). Лен продолжают выращивать в Альпах Амергау, в восточной части региона. В горном хозяйстве Баварских Альп с окончательным определением основного направления сельского хозяйства на мясо-молочное, изменений в культурном ландшафте стало меньше, чем в других регионах той же Баварии. Молочное и мясное направление хозяйства окончательно преобразовало культурный ландшафт в луговой.

Однако и «зеленый» луговой культурный ландшафт Баварии тоже меняется. Примерно 10 лет назад

был отмечен, так называемый, «кукурузный бум». В Германии в 2007 г. был принят новый энергетический закон, об обязательных добавках биотоплива [19]. Потом этот закон претерпел изменения, но сначала он привел к неблагоприятным изменениям в культурном ландшафте. Кроме рапса в некоторых областях Баварских Альп фермеры стали сажать кукурузу, это было выгоднее, чем поддерживать луг, или выращивать зерновые. Как результат – стали расти цены на хлеб, муку. Посадки кукурузы привели к изменению структуры почвы, ее уплотнению. Увеличилась опасность затопления при паводках, так как кукуруза меньше задерживает воду, чем луг. К тому же под кукурузу отводились «дефицитные» плоские поверхности, на склонах кукурузу не сажают [20]. К настоящему времени ситуация изменилась, посадки кукурузы и рапса сохраняются и сейчас, но в умеренных размерах.

В последнее десятилетие, владея еще более мощной техникой, баварские фермеры вывозят на поля слишком много удобрений – естественных и искусственных, луга «переудобрены». Вследствие этого исчезли многие виды разнотравья. На плоских поверхностях разнотравные луга уже практически не встречаются, изредка на высоких склонах, хотя в Австрийских Альпах разнотравные луга еще встречаются. Из-за удобрений повысилась содержание нитратов в ручьях, в которые идет сток с полей. На очистку воды требуются все большие затраты, это приводит к подорожанию питьевой воды и продуктов питания [21]. Проблема избыточного вноса удобрений все больше обсуждается в прессе и в Министерстве сельского хозяйства и готовится новая программа мониторинга состояния воды в ручьях и реках Баварских Альп.



**Рис. 4.** «Зеленый Альгой». Когда на склонах не пасется скот, склоны арендуют для тренировок начинающие «параглайтеры». Фото автора

**Fig. 4.** "Green Allgoy." When cattle are not grazing on the slopes, beginner "paragliders" rent the slopes for training.

Photo by the author

Туризм, особенно зимний, во многих областях Альп, где возникли крупные туристские центры, привел к необ-

ратимым природным изменениям. Особенно это коснулось Французских Альп, где появились первые деревни для гостей и первые крупные лыжные станции. В Баварских Альпах есть только два курорта с мировой славой Гармишпартенкирхен (Цугшпитце) и Оберstdорф (Альгойские Альпы). Оберstdорф, несмотря на популярность, сохраняет облик настоящей альпийской деревни, что становится уже редкостью. Большинство лыжных курортов Баварских Альп расположены в среднегорье (около 2000 м), и пока они мирно совмещают соседство лыжных трасс и кормовых лугов для скота. Между туристскими объектами (подъемниками), и собственниками земли: сельскими общинами или частными лицами – существуют договоры аренды или покупки земли. Склоны используются зимой для лыжных трасс, а летом – под пастбища (рис. 5). Летний туризм приносит меньше механического вреда ландшафтам, чем зимний, он также поддерживает хозяйство горных хижин, которые работают на обслуживание туристов. Однако границы летнего туризма тоже должны быть твердо установлены, так как это уже не прежний пеший туризм, а часто моторизованный.



**Рис. 5.** Совместное владение землей – подъемник и «зеннерай», хижина с молочными коровами и собственным производством сыра. Фото автора

**Fig. 5.** Joint ownership of land - a lift and a sennery, a hut with dairy cows and its own cheese production. Photo by the author

**Традиции.** В поддержании культурного альпийского ландшафта немалую роль играют традиции, не только традиции земледелия, но также церковные, семейные, общинные. Они сохраняются в Баварских Альпах по сей день, популярны среди населения и к тому же привлекают туристов. Например, сгон скота с горных пастбищ – *Viehscheid*. Он проходит с середины сентября до первых чисел октября, поочередно с разных пастбищ в разные деревни. Существует расписание, когда в какой деревне будет сгон скота, и на зрелище собирается тысячи туристов. Пастухи одеты в национальную одежду (*Tracht*), коровы украшены венками, древний обычай, что означает – за летний период не погибло ни одно животное (рис. 6).



**Рис. 6.** Осенний перегон скота с летних пастбищ (Viachscheid). Публика ждет внизу в деревне. Фото автора  
**Fig. 6.** Autumn cattle driving from summer pastures (Viachscheid). The audience is waiting downstairs in the village.

Photo by the author

Публика, приехавшая смотреть на это «действие», часто одета с баварским колоритом. Осень – время, когда есть много поводов надеть национальные наряды, эту красивую, уже немного стилизованную одежду. Одежда «Трахт» стоит дорого, однако очень популярна до сих пор, так как не только красива, но и практична: теплая, прочная, удобная, традиционная. Изготовлением ремней, шляп, специальной фурнитуры, пошивом самой одежды и обуви занято множество мелких и крупных производств. На праздники национальной одежды в ту или иную деревню с населением в тысячу человек может приехать несколько тысяч (рис. 7). «Трахт» – это униформа, принадлежность к местности, принадлежность к «байриш», и это объединяет.



**Рис. 7.** Праздник национальной одежды в деревне Фишен, Верхний Альгой, западная часть Баварских Альп. Фото автора  
**Fig. 7.** National clothing festival in the village of Fischen, Upper Allgäu, western Bavarian Alps. Photo by the author

Но еще более объединяет людей язык, диалект. Диалектов в Баварских Альпах несколько. Основные группы – южнобаварский, швабско-алеманский. Устных наречий множество. Диалекты поддерживаются Советом Европы. Существуют телепрограммы и фильмы на диалектах, курсы диалектов. В Баварии особенно сильно ощущается это единство людей по их диалектам.

К популярным до сих пор древним языческим обычаям в регионе относятся: *Klausentreiben* и *Bärbeletreiben*. Они празднуются в Баварских Альпах в декабре. В это темное время года люди раньше боялись злых духов и демонов. Чтобы их прогнать молодые мужчины одевали на себя шкуры и бродили вечером по улицам, создавая много шума. Так они отпугивали злых духов. Сейчас на этот праздник с переодеванием юноши одевают специальную одежду из шкур и страшные рогатые маски, идут по улицам и «пугают» народ, который собирается смотреть на них. *Bärbeletreiben* – это шествие молодых девушек, одетых старыми ведьмами и также пугающих народ. Эти праздники очень популярны среди молодежи (видимо, из-за популярности всякого рода «фэнтэзи»). В шествиях участвует молодежь из разных деревень, но проходят шествия в двух-трех местах.

Очень сильны в Баварских Альпах церковные традиции. В каждой деревне есть церковь, а в более крупных поселениях – несколько. Сохраняются традиции музыкальные: в каждой большой деревне свой оркестр, есть сводные оркестры (обычно духовых инструментов) или хор. Несколько раз в году оркестры дают концерты. Все эти мероприятия должны восполнять разницу между деревенской и городской жизнью, удерживать молодежь в селах и деревнях. Правительство Баварии и местный окружной муниципалитет поддерживают средних предпринимателей, в случае природных катастроф они получают кредиты и безвозмездные дотации. В регионе активно работает очень интересная программа развития, по-английски звучащая LEADER, что является сокращением от французского *Liaison entre actions de développement de l'économie rurale*, – „*Verbindung zwischen Aktionen zur Entwicklung der ländlichen Wirtschaft*“ (Взаимодействие опытов для развития сельских регионов). Это одна из программ ЕС, основанная в 1991 г. Она направлена на то, чтобы поддерживать инициативы и собственный путь развития, сохранить сельские регионы путем повышения качества жизни в сельской местности, и особенно в горной. С 2006 г. программа становится одной из основных программ для регионов [22].

#### Выводы

Культурные ландшафты Баварских Альп, в основном луговые сельскохозяйственные ландшафты, создавались веками в процессе формирования систем горного природопользования. В отличие от многих

альпийских регионов в Баварских Альпах традиции альпийского пастбищного животноводства хорошо сохранились.

В 20-м веке фермерские земельные наделы мало изменили свои границы, но изменилось «содержание» фермерских наделов: из-за экстремально сильной специализации хозяйства исчезло многообразие сельских ландшафтов, которое бы включало луга, сады, зерновые, озимые, овощные, ягодные культуры. Изменился цветовой аспект – поля зерновых, озимых, сады, посадки льна уступили место лугам. Преобладает «зеленый аспект», иногда перемежающийся с желтым аспектом полей кукурузы и рапса.

Из-за избыточного внесения удобрений исчезло

луговое разнотравье и ухудшилось качество воды в ручьях и реках.

Туризм в Баварских Альпах пока сохраняется в допустимых границах, сосуществует с сельским хозяйством и сотрудничает с ним на правовой основе.

Сохранение культурных ландшафтов в Баварских Альпах имеет две составляющие: первая – правительственные поддержки фермерам, законодательные ограничения продажи сельскохозяйственных земель, программы развития местных инициатив, главная цель которых – сохранить сельские поселения; вторая – это сознательная деятельность населения в сохранении традиций быта, одежды, диалектов и национальных продуктов и воспитание бережного отношения к природе.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Counsel of Europs <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list/-/conventions/rms/0900001680080630> (Дата обращения 18.07.2018).
2. Batzing W., Messerli P. The Alps: an ecosystem in transformation // *The State of the World's Mountains. A global report* / Ed by P. B. Stoun. London and New Jersey. 1992. Pp. 45–91.
3. Baetzing W. The Alps – Periurbanisation in a Rural Macro-Region in Europe // *Metropolises and “their” Alps. Forum Alpinum '10*. Bayerische Akademie der Wissenschaften (Hrsg.). Munchen. 2010. Pp. 14–16.
4. Batzing W., Sonderegger R. Second homes in the Alpine Region. On the interplay between leisure, tourism, outmigration and second homes in the Alps. In: *Revue de géographie alpine // Journal of Alpine Research (Internet-Journal, Grenoble)*. 2014. Vol. 102. 13 p. (English). <http://rga.revues.org/2511>
5. Баденков Ю.П. Жизнь в горах. М.: Геос, 2018. 479 с.
6. Batzing W. The landscape of the Alps. Is the traditional cultural landscape changing into a wilderness? // *The Alps – a Bird's-Eye View*. / Ed. Matevz Lenarcic, Janez Bizjak (Hrsg.): Slovenia 2009. Pp. 491–493.
7. Битти Э. Альпы от Любляны до Лиона и от Мюнхена до Милана. М.-СПб., 2008. 381 с.
8. The protective forest in the Bavarian Alps // *Bavarian Ministry of Food, Agriculture and Forestry*. Augsburg, 2000. 78 p.
9. Horner-Villages // *Guest magazine-Local council meeting*. N 125. 31.05.2019. 50 p.
10. Original Allgau / Ed. G. Hagelmuller. Kunstverlag Schweinberg, 2016. 160 p.
11. Probst E. Between tradition and innovation // *South Tyrolian „farmers wives“ organization*. Bozen, 2002. 70 p.
12. Mapping the Alps. Society – Economy – Environment / Ed. by Borsdorf A., Tappeiner U., Tasser E. Springer Spektrum. Berlin-Heidelberg, 2008. 277 p.
13. Batzing W. Alpine culture as a key factor for sustainable development in the Alps // *Managing Alpine Future. Proceedings of the Innsbruck Conference* / Ed. by Borsdorf A., Stotter J., Vuelliet E. Wien, 2008. Pp. 237–242
14. Rural development program in Bavaria 2014–2020. <http://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik> (Дата обращения: 15.08.2018).
15. Hard G. The Word ‘Landscape’ and his semantic meaning. Method and outcome by the result of a linguistic study // *Effecting word*. 1969. 9. Pp. 3–14.
16. Heuberger H. The western Eastern Alps between Salzburg and Innsbruck // *Geographische Rundschau*. 1982. N 9. Pp. 406–409.
17. Косовцова Т.И. Современные тенденции природопользования в горных регионах Европы // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2010. Т.2, N3(5). С. 107–112.
18. Kurz A. Flax as special crope in the Allgou. In: *Yearbook of the district Lindau*. 2001. Pp. 81–90.
19. Biofuel Quota Act. 2007. <http://www.biogas.fnr.de/rahmenbedingungen/gesetzeslage/> (Дата обращения: 10.05.2018).
20. Operation of biogas facilities provides more money than the milk production / *Allgau-Rundschau*. 07.07.2011. [www.all-in.de](http://www.all-in.de) (Дата обращения: 13.07.2013).
21. Junginger B./ Liquid manure makes drinking water expensive // *Allgau-Rundschau*. 11.05.2018. N 107. [www.all-in.de](http://www.all-in.de) (дата обращения 05.06.2018).
22. Programme LEADER. [http://www.stmelf.bayern.de/initiative\\_leader/](http://www.stmelf.bayern.de/initiative_leader/) (Дата обращения 07.03.2018).

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ** / *Information about author:*

**КОСОВЦОВА Татьяна Ивановна** – кандидат географических наук, доцент, докторант Санкт-Петербургского государственного экономического университета, преподаватель в Фольксхохшуде, г. Зонтхофен, Бавария.

Тел.: 0049 151 41462276; +7(906)246-15-81 (моб.).

e-mail: tkosovtsova@gmail.com,

**Tatyana I. KOSOVTSOVA** – Candidate of Geographical Sciences, associate professor, doctoral student at St. Petersburg University of Economics; Lecturer at Volkshochschul, Sonthofen, Bavaria.

Ph.: 0049 151 41462276; +7 (906) 246-15-81 (mobile).

e-mail: tkosovtsova@gmail.com,

## FACTORS OF CONSERVATION OF CULTURAL LANDSCAPES OF THE BAVARIAN ALPS

<sup>1,2</sup> **T. I. Kosovtsova**

<sup>1</sup>*Volkshohschule, Zonthofen, Bavaria.*

<sup>2</sup>*St. Petersburg State University of Economics, 191023, St. Petersburg, Russia.*

*tkosovtsova@gmail.com*

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-371-379

A Council of Europe Ordinance of 2000 obliged government structures of various levels to protect and care for cultural landscapes designated as human-inhabited territory, which characteristics express the mutual long-term influence of natural and anthropogenic factors. The concern is caused by the fact that since the second half of the 20th century, with the growth of mechanization, automation, and chemilization, the cultural landscapes of both the lowland and mountain regions have undergone particularly strong changes.

The Alpine mountain region is considered as a benchmark in which the traditional economic activity in mountain areas, with its regional differences, keeps on co-existing with the current rapid development of technology, innovations and the increasing influence of external capital. However, the problems inherent in all the mountainous regions of Europe (desertion of rural settlements and outflow of population, declining role of agriculture and increasing role of tourism) are also characteristic of the Alpine region. The article deals with the territory of the northern, marginal part of the Alps, belonging to Germany – the Bavarian Alps.

The Bavarian Alps occupy only 1.7% of the Germany territory but for Bavaria, this Alpine area is closely linked to its identity. In Alpine Bavaria, traditions, dialects, folklore are being preserved. The farmers land plots here are bigger than in other parts of the Alps, as well as the number of livestock. Population outflow in the Bavarian Alps is less than in some provinces of the Italian or French Alps. The Bavarian Alps is an area of developed, highly specialized and high-tech meat and dairy farming. But at the same time it is an area of sophisticated mass tourism – both, winter and summer. There are practically no original natural landscapes in the Bavarian Alps, since with the arrival of Bayovars, from about the 9th century, agricultural development of the territory began, and by the Middle Ages all suitable areas had been developed. Thus, all existing landscapes are cultural landscapes, the result of natural development and human impact. The cultural landscape of Bavaria, attractive for tourists and so important for

the preservation of the natural balance, is supported primarily by farmers. Therefore, the main task is to prevent the desolation of mountain regions, the preservation of rural settlements and the rural way of life.

Factors contributing to the preservation of the cultural landscape could be divided into external (political or legislative) and "internal". The external factors include: government subsidies of various levels (starting from the Council of Europe) to farmers; land law protecting the integrity of agricultural land; community rights to land and property management; building codes and regulations that preserve the architectural integrity of rural settlements.

The "internal" factors in support of the Bavarian cultural landscape are hidden in the very system of rural life. These are traditions, customs, dialects. Traditions are worked out for centuries, passed down from generation to generation: housekeeping skills, crafts, customs, ceremonies, cuisine, etc. Traditions in Bavaria are very strong, as are the dialects. These factors unite people, create a connection with the place of residence with nature which is reflected in the cultural landscape.

**Keywords:** Alpine region, Bavarian Alps, cultural landscape, land use traditions, communities.

### References

1. Counsel of Europs. <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list/-/conventions/rms/0900001680080630> (Accessed 18.07.2018).
2. Batzing W., Messerli P. The Alps: an ecosystem in transformation // The State of the World's Mountains. A global report / Ed by P. B. Stoun. London and New Jersy, 1992, pp. 45–91.
3. Baetzing W. The Alps – Periurbanisation in a Rural Macro-Region in Europe. *Metropolises and "their" Alps. Forum Alpinum '10. Bayerische Akademie der Wissenschaften (Hrsg.). Munchen, 2010, pp. 14–16.*
4. Batzing W., Sonderegger R. Second homes in the Alpine Region. On the interplay between leisure, tourism, outmigration and second homes in the Alps. In: *Revue de géographie al-*



- pine. *Journal of Alpine Research (Internet-Journal, Grenoble)*, 2014, Vol. 102, 13p. (English). <http://rga.revues.org/2511>
5. Badenkov Yu.P. Life in the mountains. *Moscow, Geos*, 2018, 479 p.
  6. Batzing W. The landscape of the Alps. Is the traditional cultural landscape changing into a wilderness? The Alps – a Bird’s-Eye View. Ed. Matevz Lenarcic, Janez Bizjak (Hrsg.). *Slovenia*, 2009, pp. 491–493.
  7. Beatty E. Alps from Ljubljana to Lyon and from Munich to Milan. *Moscow-St. Petersburg*, 2008, 381 p.
  8. The protective forest in the Bavarian Alps // Bavarian Ministry of Food, Agriculture and Forestry. *Augsburg*, 2000, 78 p.
  9. Horner-Villages. *Guest magazine-Local council meeting*. 31.05.2019, no 125, 50 p.
  10. Original Allgau. Ed. G. Hagelmuller. *Kunstverlag Schweinberg*, 2016, 160 p.
  11. Probst E. Between tradition and innovation. South Tyrolian „farmers wives“ organization. *Bozen*, 2002. 70 p.
  12. Mapping the Alps. Society – Economy – Environment. Ed. by Borsdorf A., Tappeiner U., Tasser E. Springer Spektrum. *Berlin-Heidelberg*, 2008, 277 p.
  13. Batzing W. Alpine culture as a key factor for sustainable development in the Alps. Managing Alpine Future. *Proceedings of the Innsbruck Conference*. Ed. by Borsdorf A., Stotter J., Veulliet E. *Wien*, 2008, pp. 237–242
  14. Rural development program in Bavaria 2014–2020. <http://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik> (Accessed 15.08.2018).
  15. Hard G. The Word ‘Landscape’ and his semantic meaning. Method and outcome by the result of a linguistic study. *Erfecting word*, 1969, no. 9, pp. 3–14.
  16. Heuberger H. The western Eastern Alps between Salzburg and Innsbruck. *Geographische Rundschau*, 1982, no. 9, pp. 406–409.
  17. Kosovtsova T.I. Modern trends in nature management in the mountainous regions of Europe. *Sustainable development of mountainous territories*. 2010, v.2, no. 3 (5), pp. 107–112.
  18. Kurz A. Flax as special crope in the Allgou. In: *Yearbook of the district Lindau*. 2001, pp. 81–90.
  19. Biofuel Quota Act. 2007. <http://www.biogas.fnr.de/rahmenbedingungen/gesetzeslage/> (Accessed 10.05.2018).
  20. Operation of biogas facilities provides more money than the milk production. *Allgau-Rundschau*, 07.07.2011. [www.all-in.de](http://www.all-in.de) (Accessed 13.07.2013).
  21. Junginger B. Liquid manure makes drinking water expensive. *Allgau-Rundschau*, 11.05.2018. no. 107. [www.all-in.de](http://www.all-in.de) (Accessed 05.06.2018).
  22. Programme LEADER. [http://www.stmelf.bayern.de/initiative\\_leader/](http://www.stmelf.bayern.de/initiative_leader/) (Accessed 07.03.2018).

*Article received 27.12.2018.*

Ю.П. Баденков

УДК: 531.8

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-380-396

В 17 веке в русской православной церкви произошел Раскол, который разделил русскую нацию на два субэтнуса – новообрядцев (последователей реформ) и старообрядцев (хранителей «старой» веры). Последние на протяжении трех веков подвергались гонениям со стороны государства и церкви, и вынуждены были бежать от преследований в отдаленные районы Русской империи. Все это выработало особую ментальность старообрядцев, в основе которой лежат вера, семья, труд. Многие из них попали в горы Алтая и Дальнего Востока в поисках легендарного Беловодья, земли свободы и справедливости. В статье описывается уникальный опыт жизни русских староверов в горах, Модель устойчивого горного развития, в которой культура играет ключевую роль. Ставится вопрос о ее актуальности в современной России.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

устойчивое развитие, горные территории, культура, староверы, Беловодье, Алтай, Дальний Восток

Статья поступила в редакцию 18.08.2019.

## КУЛЬТУРА И РАЗВИТИЕ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ: УНИКАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РУССКИХ СТАРОВЕРОВ «БЕЛОВОДЬЕ»

### О роли культуры в развитии горных территорий

Экономика не является ни единственным, ни доминирующим фактором устойчивого развития – к такому выводу пришло международное научное сообщество в конце XX века. Развитие уже нельзя было рассматривать как единый, линейный процесс, поскольку это неизбежно привело бы к уничтожению культурного разнообразия и исторического опыта, к опасному ограничению творческих возможностей человечества «перед лицом заветного прошлого и непредсказуемого будущего» [1].

Поэтому в 1991 г. Всемирной комиссии по культуре и развитию ЮНЕСКО было поручено подготовить Всемирный доклад о взаимодействии культуры и развития и предложить Глобальный план действий по интеграции культурных потребностей с целями устойчивого развития. Поскольку «развитие, отделенное от человеческого или культурного контекста, – это рост без души». Так пафосно звучал главный тезис этого доклада, который был опубликован в 1996 году. Тем не менее, на фоне сегодняшних заявлений о решающей роли искусственного интеллекта [2] в устойчивом развитии этот пафос не кажется нам излишним и архаичным. Напротив, он ставит непростой вопрос о «цифровой культуре» общества XXI-го века и месте культуры в развитии.

Здесь следует иметь в виду, что понятие культуры в этом контексте трактуется нами в его изначальном понимании, впервые предложенным греческим философом Марком Катонном старшим в его Трактате о земледелии *De Agri Cultura* (ок. 160 г. до н. э.) [3]. Культура и развитие, в их широком мировоззренческом понимании – это два фундаментальных основания человеческой жизни (бытия), которые неразрывны и существуют от самого начала существования человека как социального вида. Авторы доклада ставили перед собой новые (для того времени) вопросы, а старые формулировались по-новому:

- Какие культурные и социально-культурные факторы влияют на развитие?
- Как культуры и модели развития связаны друг с другом?
- Как базовые элементы традиционной культуры могут сочетаться с модернизацией?
- Каковы культурные аспекты индивидуального и коллективного благополучия?

Со дня публикации отчета ЮНЕСКО «О культуре и развитии» прошло почти четверть века. Тем не менее, совместная инициатива журналов «Mountain Research and Development»<sup>1</sup> и «Устойчивое развитие горных территорий»<sup>2</sup> о выпуске специального номера, посвященного роли культуры в развитии горных районов, звучит, в свете новых глобальных и региональных вызовов, более чем актуально. С одной стороны, обществом и наукой накоплен богатый опыт по интеграции проблем развития и вопросов сохранения культурного и природного наследия, с другой – появились новые про-

<sup>1</sup> Институт географии РАН, 119017, г. Москва, Россия, yubaden@mail.ru.

<sup>2</sup> <http://www.mrd-journal.org/> (Дата обр.: 10.12.2018).

<sup>3</sup> <http://www.naukagor.ru> (Дата обр.: 10.12.2018)

блемы и вызовы: беженцы, трудовая и экологическая миграция, масштабные инфраструктурные проекты – китайский «Пояс и путь», урбанизация и сохранение биологического разнообразия и др.

Горы во всем мире являются домом для богатого культурного разнообразия, проявляющегося в особенностях сельскохозяйственной практики, социально-экономических механизмов управления, самобытности языков и искусства горного населения [4–6]. Большинство горных ландшафтов являются культурными (т.е. трансформированными деятельностью человека), так как они формировались на протяжении веков горными сообществами и отражают их мировоззрение и знания об управлении природными ресурсами [7; 8].

Горные сообщества переживают глубокие и быстрые процессы социокультурных изменений, вызванных такими факторами, как эмиграция, урбанизация и растущая вовлеченность в рыночную экономику. Эти изменения угрожают богатому культурному наследию гор. Тем не менее, горные сообщества чутко реагируют и приспосабливаются к переменам творческим путем, основываясь на своих культурных традициях для разработки собственных моделей развития [9]. Однако и они могут отступить под напором агентств по развитию и внешних инвесторов. В этих условиях они рискуют превратиться в «культуру кокона», который, возможно, сохранит свою индивидуальность и культурные традиции, но в «музейном» формате. Более того, такая «защитная» модель, направленная на сохранение культурной самобытности, может привести к этнокультурным конфликтам и напряженности.

Инициатива журналов по подготовке специального номера о роли культуры в трансформации концепции устойчивого развития в горах может быть сформулирована следующим образом:

- *«Имеем ли мы примеры того, что культура является источником творчества и расширения прав и возможностей горного населения, что она является той почвой, на которой могут формироваться адекватные модели устойчивого развития горных территорий и этики горцев?»*

- *«Как культура помогает преодолеть разрыв между личностью и общиной, (общиной и государством, местным предпринимателем и внешним инвестором – Ю.Б.), о чем говорилось в Отчете Комиссии ЮНЕСКО по культуре и развитию?» [см. 1].*

### **Российский контекст устойчивого развития горных территорий**

В конце XX века после включения Горной главы в Глобальную повестку развития XXI века [10] во всем мире начались активные поиски и обсуждения моделей устойчивого развития горных территорий, адекватных специфике природных, культурных и исторических особенностей конкретных горных регионов.

Этот процесс не обошел стороной и Россию [11], где горы и возвышенности занимают более 50% территории [12] и характеризуются фантастическим природным и этнокультурным разнообразием. Следует иметь в виду, что по времени этот процесс, с одной стороны, совпал с распадом Советского Союза, а с другой – с началом периода открытости и активного международного сотрудничества в сфере науки и развития.

В «горном контексте» все это привело к выполнению совместных международных исследований и проектов на Кавказе, в Центральной Азии, на Алтае в сфере устойчивого развития горных районов. Их главной целью был поиск концепций развития горных территорий и включения их в национальную Повестку (стратегию) устойчивого развития страны. Делались попытки интеграции опыта альпийских стран (Швейцарии, прежде всего) в практику управления и социально-экономического развития горных регионов Алтая и Северного Кавказа. Появлялись и собственные «домашние» концепции и модели развития – например, ноосферная эколого-экономическая модель развития Республики Алтай [13]. Появились Программы устойчивого развития горных районов Республики Северная Осетия-Алания, Дагестана [14]. Были приняты региональные законы о развитии горных районов в Северной Осетии-Алании (1999), Дагестане (2010), Ингушетии (2016).

К сожалению, в тени этих активных поисков и исследований остался собственный уникальный опыт, собственная модель освоения и развития горных районов России (Алтай, Дальний Восток, Забайкалье) староверами. Эта особая этнокультурная общность<sup>4</sup> (значительная часть населения России) возникла в России в середине 17 века вследствие Раскола Русской православной церкви [15–17]. Сторонники старой веры на протяжении трех столетий подвергались гонениям со стороны государства и официальной православной церкви, что побуждало многих из них бежать из центральной части России на окраины империи, в том числе в горные регионы Урала, Сибири и Дальнего Востока. В горах Алтая их называли каменщиками, т.е. людьми, ушедшими в горы (в камень). Начиная на пустом месте, староверы за сравнительно короткий срок создавали крепкие крестьянские хозяйства и здоровые этнокультурные общины.

Успешно и творчески осваивая природные ресурсы самых отдаленных и малодоступных горных территорий Алтая и Дальнего Востока, старообрядцы успешно осуществляли в XVIII – XIX веках «вольную народную колонизацию» горных приграничных районов Российской империи [18].

<sup>4</sup>В середине 19-го – начале 20-го века число старообрядцев в России оценивалось от 5-6 – до 12-ти – 20-ти миллионов человек. Несмотря на то, что эта категория населения учитывалась в переписях, точной цифры не существует, поскольку многие из них скрывали факт принадлежности к старообрядчеству из-за боязни попасть под двойные налоги. [http://ruvera.ru/articles/kolichestvo\\_staroobryadcev](http://ruvera.ru/articles/kolichestvo_staroobryadcev) (Дата обр.: 05.01.2019).

В ходе драматичных событий в истории России (Революция 1917 года, коллективизация 1930-х, советские реформы сельского хозяйства и т.д.), эти общины и хозяйства подвергались преследованиям, а их жизненные циклы «освоение-адаптация-развитие» разрушались практически до основания. Однако каждый раз эти общины, как птица Феникс из пепла, возрождались. Иногда на своих местах. Иногда – далеко от них. В настоящее время общины русских староверов существуют не только в России, но во всех регионах мира (включая горные) – в Австралии и Новой Зеландии, в Южной и Северной Америке<sup>5</sup> [19; 20]. И повсюду они представляют собой крепкие экономические сообщества, хранящие «правду старой веры», культурные традиции, русский язык. И это позволяет говорить о русском феномене жизни старообрядцев в горах, об их уникальной модели устойчивого горного развития. В контексте устойчивого развития горных территорий и их адаптации к глобальным (и не только) изменениям эта тема остается малоизученной и представляет собой вызов российским исследователям и практикам. Следуя издревле существовавшей в русском старообрядчестве легенде о Беловодье [21; 22], назовем эту модель развития моделью «Беловодье». На наш взгляд, эта модель является весьма актуальной для современной России, которая все еще находится в стадии поисков своей стратегии регионального и пространственного развития. В том числе – развития её горных регионов от Кавказа до Камчатки, Алтая и Дальнего Востока, Урала и субарктического горного пояса [23].

### Русский раскол. Причины, история и география

В середине 17 века в Русской православной церкви произошло драматическое событие, известное как Раскол, которое самым решительным образом повлияло на пути развития России на многие столетия вперед. Оно связано с церковными реформами, начатыми в 1653 году патриархом Никонов при деятельной поддержке царя Алексея Михайловича (Тишайшего). Основная причина этой реформы носила политический характер: и государство и Церковь считали необходимым привести обрядовую жизнь Русской церкви в соответствие с церковной практикой восточнославянских народов (украинцев и белорусов), чтобы обеспечить их беспрепятственное вхождение в состав Русского государства. Эта реформа проводилась под лозунгом возвращения к византийским корням [24]. Начавшись как чисто церковное реформирование обрядов, правил и символов, она обернулась расколом всего русского народа на две части, можно сказать, привела, в конце концов, к формированию в пределах единой православной веры двух русских субэтнос

– новообрядцев (никониане) и старообрядцев (хранители древней веры) [25].

Сторонников и противников реформы разделила не только разница в обрядах, но и иная религиозная ментальность, чем и объясняется глубина исторического кризиса. Историк Русской церкви А. В. Карташёв<sup>6</sup> писал, что в старообрядчестве наиболее полно «отразилась русская религиозная *mentalite*» [26].

А.И. Солженицын в своих Размышлениях о старообрядчестве писал: «Через 40 лет после едва пережитой народом смуты<sup>7</sup> всю страну, еще не оправившуюся, до самой основы, духовной и жизненной, потряс церковный раскол. И никогда уже – опять-таки на 300 лет вперед – православие на Руси не восстанавливалось в своей высокой жизненной силе, державшей дух русского народа более полутысячи лет. Раскол оказался нашей слабостью и в XX веке... XVII век породил 1917 год» [27].

Большой московский собор 1666–1667 гг. осудил старые *дониконовские* обряды и предал анафеме тех, кто сохранил верность старой вере и церковной практике. Тем самым было оформлено разделение двух ветвей русского Православия. Лишь на архиерейском соборе РПЦ в 2004 году спустя 337 лет старообрядчество была названо «исконной ветвью русского Православия».

### Преследования «несогласных»

Преследования не согласных с церковной реформой начались сразу же. За преступления против веры и церкви полагалась смертная казнь и ссылки. В 1685 году царевна Софья издала знаменитые «12 статей». Согласно этому указу, упорных «*раскольщиков*» следовало «казнить смертью» — жечь в срубе; и даже если они принесут покаяние, то отсылать под строгий надзор в монастырь, откуда не выпускать до самой смерти; оговорённых в расколе пытаться, и тех, чья вина будет доказана, после наказания кнутом ссылать в дальние города. Этот закон был отменен Петром I лишь в 1716 году. Старообрядцам была предоставлена возможность полулегального существования при условии платить «за *оний раскол всякие платежи вдвое*». Был введен «*налог за бороду*». За соращение в раскол полагалась смертная казнь<sup>8</sup>. Церковный раскол стал делом скорее государственным, нежели церковным. Государство в данном случае волновали не столько конфессиональные причины, сколько экономические.

Пытаясь скрыться от гонений, старообрядцы уже в конце 1660-х годов стали покидать центральные районы России и переселяться на окраины – на север в Поморье, на юг на Дон, в Поволжье, Сибирь, к западным границам. Селясь в далёких, неосвоенных местах, старообрядцы уходили из-под контроля государства, казна лишалась налогоплательщиков.

<sup>5</sup>В настоящее время в пределах РФ проживает около 1 млн. старообрядцев. Примерно 200 приходов в России, 50 на Украине, около 30 в Молдавии. За пределами России проживает около 5 млн. старообрядцев. <https://66.ru/news/society/214419/> (Дата обр.: 05.01.2019).

<sup>6</sup> Последний обер-прокурор Синода, первый министр вероисповеданий Временного правительства, а с 1925 года в течение 35 лет профессор Богословского института в Париже.

<sup>7</sup> Великая Смута XVII века.

<sup>8</sup> <https://ru.wikipedia.org/wiki/старообрядчество> (Дата обр.: 10.01.2019).

### География. Великий исход. Бегство на окраины

Прямые преследования второй половины XVII века сформировали географию старообрядческого движения. Москва и центральные районы, находившиеся под пристальным вниманием царской власти, не могли дать надёжного убежища сторонникам древнего благочестия. Спасаясь от государственного и церковного гнета и стремясь сохранить «древнюю веру» и привычный уклад жизни, старообрядцы стали переселяться на окраины России, туда, где были леса и «пустыни», а власть государства была слабее (рис.1).

Возникли первые центры староверия [28]: **Поморье** под сильным духовным влиянием Соловецкого монастыря; **Выговское старообрядческое общежительство** в Новгородско-псковских землях; **Стародубье** на западных рубежах России; **Ветка** в Польше (1685, сейчас город в Белоруссии); **Керженец** (левый приток Волги, Нижегородская область); **Рогожское кладбище** в Москве.

Наиболее привлекательным прибежищем для гонимых старообрядцев были обширные просторы Си-

бири и Дальнего Востока. Первые очаги старой веры на сибирской земле возникли недалеко от административных центров в Тобольском уезде на реке Берёзовка. Но со временем старообрядцам приходилось уходить всё дальше и дальше на восток. Именно тогда появилась легенда о «земле обетованной» – Беловодье, куда «от власти Антихриста» на протяжении всего XIX и начала XX века бежали старообрядцы и крестьяне-переселенцы.

### Легенда о Беловодье [29–33]

По преданиям старообрядцев к востоку от России имеется легендарная страна Беловодье, где сохранилась «древлеправославная» иерархия. Эта легенда возникла в конце XVIII в. и была едва ли не самой популярной в XIX, сохранив свою привлекательность и в XX веке. По существу, это была старообрядческая утопия о вольной земле, неподконтрольной порожденным Антихристом государству и официальной церкви, стране, в которой нет рекрутчины, войн, налогов, где беспрепятственно соблюдаются все древние обряды, где все свободно трудятся на плодородной и щедрой земле. Это была живая легенда, которая воспринимала-

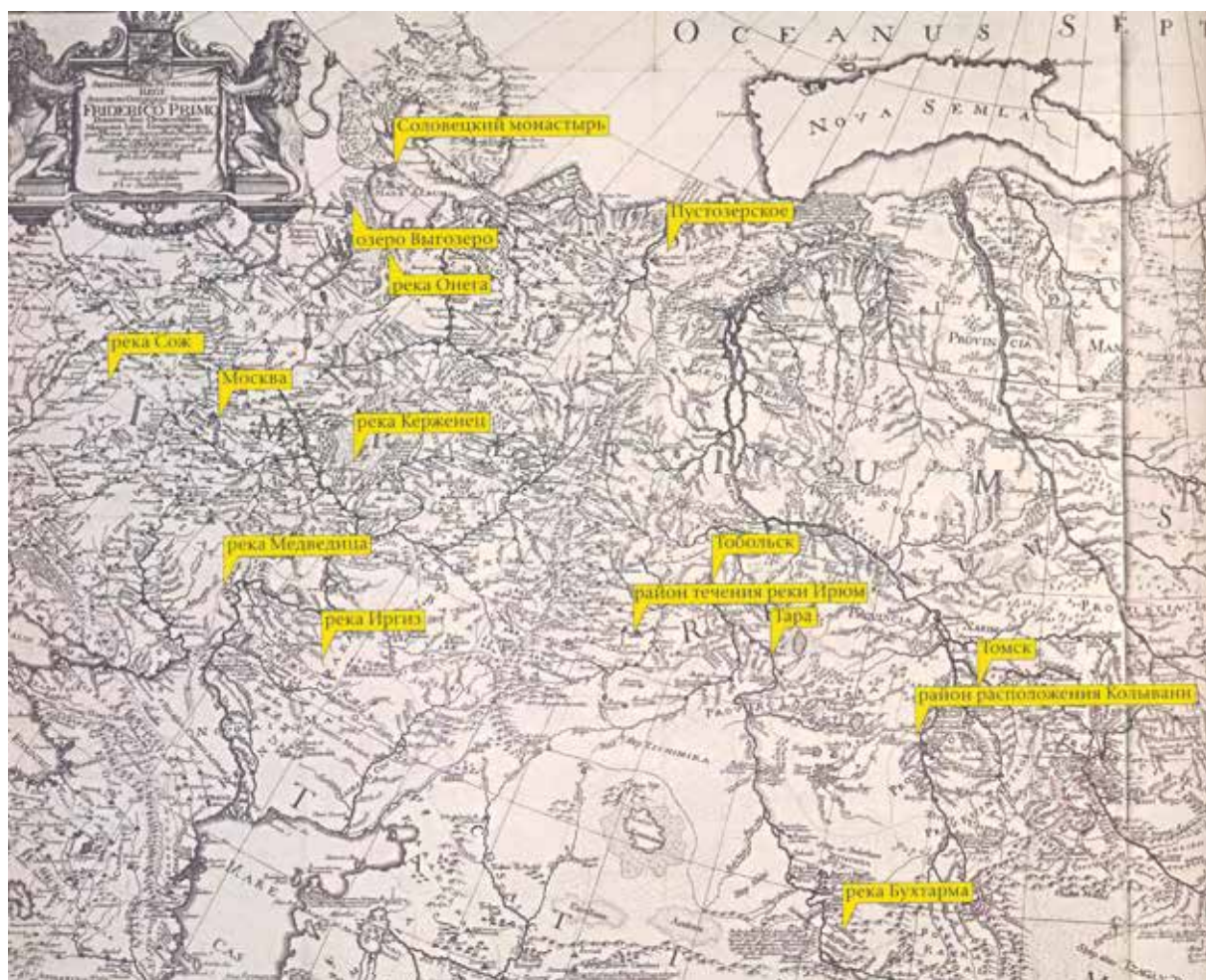


Рис. 1. Старообрядцы на карте Великой Таттарии<sup>9</sup> [45, с.43]

Fig. 1. Old Believers on the map of Great Tattaria<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Новое географическое описание Великой Таттарии, как западной, так и восточной, всех её территорий и отдельных частей, с изображением всей Империи Российской и приложением Сибири, аккуратно изданное. Картограф Филипп Йоган фон Страленберг. 1750. Швеция. Стокгольм. Фрагмент [44, с.43]

лась простым народом как реально существующая земля, куда, имея веру и терпение, можно добраться и начать новую праведную жизнь.

Путь туда лежит «из Москвы через Казань, Екатеринбург, Тюмень, Барнаул, Бийск («Избенск») в алтайские старообрядческие поселения в долинах рек Бухтарма и Уймон (верховья р. Катунь), затем через Китай (44 дня пути) к берегам «окияна-моря», в котором на 70 островах в «Опонском» (Японском) государстве расположено Беловодье». Такой маршрут указан в «Путешественнике» (путеводителе, скажем мы сейчас), составленном иноком Марком из Топозерского скита в Архангельской губернии, который якобы побывал там вместе с двумя другими иноками Петром и Иосифом, жителями алтайских деревень Устюба, Ая и Уймон (существуют и сейчас. – Ю.Б.). Предполагается, что «Путешественник», известный в трех редакциях, был составлен не позднее 1810–1815 гг. [29; 30].

Первый документально подтвержденный эпизод, связанный с поисками Беловодья, датируется 1826 годом. Китайский караул на урочище Чингистай 1 сообщил русским властям о русских беглецах (группа из 43 человек с семьями и детьми, нелегально пришедшая из Бухтармы к озеру Канас в китайском Алтае) и просил вернуть их в пределы России.

Попытки добраться до этой обетованной земли предпринимались неоднократно и по другим маршрутам. Одни из них шли из Поморья северными морями на восток и далее через Камчатку и Курильские острова к Японии (о. Хоккайдо). Другие – южными морями. Хорошо известен факт поисков уральскими казаками Беловодья в 1898 году, когда три казака совершили длительное путешествие по южному маршруту от Одессы до Японии через Суэцкий канал, Цейлон и Гонконг, но «земли обетованной» так и не обнаружили.

Поиски Беловодья предпринимались вплоть до XX века. По литературным источникам известно шесть случаев фиксации «беловодских» рассказов от уймонско-бухтарминских старообрядцев Алтая, начиная с середины 1920-х до середины 1990-х годов. Первые две записи были сделаны во время: 1) центральноазиатской экспедиции Н.К. Рериха 1926 года [31] и 2) этнографической экспедиции Э.Е. Бломквист и Н.П. Гринковой в 1927 году на Бухтарму [32]. Последние попытки поисков Беловодья были предприняты кержаками-уймонцами в годы Гражданской войны. Эти события почти на целое столетие продлили жизнь легенды о Беловодье, когда старообрядцы неизбежно попадали в категорию кулаков-мироедов, их крепкие хозяйства разрушались и это вновь заставляло их уходить из обжитых мест на поиски Беловодья в Синьцзян и далее на восток [33].

Исход старообрядцев из московского центра России и поиски Беловодья напоминает исход 600 тысяч иудеев из 430-летнего египетского рабства и 40-летнее вождение их Моисеем по пустыне Шур в окрестностях Красного моря. «Я – Иегова, Бог твой, который вывел

тебя из земли Египетской, из дома рабства... в землю хорошую и просторную, где течет молоко и мед, в землю Хананеев...». Здесь у подножия священной горы Синай народ услышал 10 заповедей, изреченных Богом, которые заложили основы нравственной этики иудаизма: не делай себе кумира, почитай отца твоего и мать твою, не убивай, не кради, не произноси ложного свидетельства, не желай дома ближнего твоего... [34; 35].

Безусловно, эти многолетние хождения, преодоление многочисленных трудностей и невзгод, вдохновляющие слова проповеди – все это сформировало характер еврейского народа, приучило народ к правилам общественной жизни. Они вытравивали из израильтян чувство рабства и дали надежду на лучшую жизнь и справедливость в земле обетованной.

Можно сказать, что и исход русских старообрядцев самым решающим образом сформировал характер и ментальность народа, преодолевавшего самые тяжкие испытания в поисках земли обетованной, где можно было бы жить в соответствии с канонами старой веры и традиционным укладом семейной и общинной жизни. Безусловно, существовали принципиальные отличия в гонениях и исходе старообрядцев из центральных частей России: они подвергались гонениям со стороны православных единоверцев, да и географические пространства России были несравнимы с размерами библейских земель Ближнего Востока. Поэтому страдания и хождение старообрядцев по российским и заморским лесам, болотам, пустыням и горам продолжались (и продолжается?) более 300 лет. Но они, безусловно, сформировали характер старообрядцев – стойкий, целеустремленный и предприимчивый, стоящий на старой вере, крепкой семье и строгом соблюдении уклада жизни и традиций, этики дела и труда (рис.2). Все эти качества лежали в основе самых разных течений и уставов (согласий) старообрядчества,



Рис. 2. Культурный код старообрядчества

Fig. 2. The cultural code of the Old Believers (the text in the drawing): Denial of authority and official church. Adaptation, compromise, outcome. Respect for indigenous people and nature. Conservatism, hardness. FAITH, FAMILY, WORK. Culture, traditions. Literacy, education. Hard work, enterprise, sobriety

### Хозяйственное освоение новых земель

Миграция старообрядцев в отдаленные районы России была, по сути, хозяйственным освоением новых земель или, по Любавскому, «вольной народной колонизацией» огромных пространств Сибири и Дальнего Востока [см. 18, с. 459]. Вынужденные оставить обжитые места, люди (в социальном отношении среди старообрядцев преобладали крестьяне) заводили новое хозяйство, строили дома, распахивали пашни, сеяли хлеб, занимались охотой, животноводством и пчеловодством, словом, привычным крестьянским трудом. Позднее, в XIX веке, они начали заниматься торговлей и обменами. Происходил процесс поисков своих путей выживания и социально-экономического развития в недружественном им мире «антихриста».

### Политика государства: от гонений к веротерпимости

Петр I решил отказаться от невыгодной для государства политики своих предшественников и ввел принцип веротерпимости для пополнения государственной казны. В 1716 году старообрядцам было разрешено, наравне с другими подданными, открыто жить в селениях и городах, но при условии сбора двойного подушного налога и запрета на пропаганду своего учения. Таким образом, государство от репрессий перешло к некоторой легализации старообрядчества. С прекращением открытых гонений начался новый период в истории старообрядчества — период созидания, организации *общезжителств*, хозяйственной, религиозной и культурной жизни.

Вторая половина XVIII века была более благоприятной для старообрядцев. В 1762 году Пётр III приравнял их к иноверцам, жившим внутри России. В том же 1762-м Екатерина II разрешила старообрядцам, ушедшим за границу, возвратиться в Россию и селиться особыми слободами. В 1763-м была уничтожена Раскольничья контора, а в 1782-м старообрядцы были освобождены от двойного налогообложения. В 1783 году было запрещено употреблять в официальных бумагах слово «раскольник», которое староверы считали для себя обидным и несправедливым.

Уже в конце XVIII века находящиеся на территории Польши старообрядческие поселения Стародубье и Ветка становятся мощным центром капиталистического хозяйства с применением вольнонаемного труда. Здесь расцветает текстильная промышленность, ведется широкая, в том числе международная торговля. В старообрядческих посадах, слободах и городах этого региона во второй трети XIX века проводилось ежегодно по 3–5 ярмарок. Вся торговля и промышленность Нижегородской и Ярославской губерний полностью контролировалась староверами. В Западной Сибири большинство купцов второй половины XIX века вышли из старообрядческой среды, в Алтайском крае – 15%.

Существенно выше был и уровень благосостояния

массы староверов, еще даже до екатерининской либерализации. По многочисленным отзывам современников, дома и деревни раскольников выглядели богаче, крепче и красивее, у них было больше скота и земли. По данным первого съезда крестьян-старообрядцев 1906 года, 90% их хозяйств числились как средние, 6,5% – зажиточные и менее 4% – малоимущие [36].

### Старообрядчество и модернизация экономики.

#### Русские протестанты?

Экономическая история России XIX века не может быть написана и понята без существенного вклада староверов, которых часто называют *русскими протестантами*. «Во многих странах религиозные меньшинства внесли существенный вклад в первоначальное накопление капитала и распространение торговли и промышленности. Квакеры и нонконформисты в Англии, мормоны и меннониты в США, евреи во всей Европе сыграли заметную роль в экономическом развитии» [37].

Если следовать теории Макса Вебера о «духе капитализма и протестантской этике», то некоторое сходство действительно существует. Но существует одно принципиальное отличие, о котором нельзя забывать. Если протестантизм был результатом многовековой эволюции вероучения, то староверие сформировалось под давлением жестких обстоятельств почти мгновенно и являлось не столько доктринальной, сколько социальной альтернативой всему порядку русской жизни [38]. Староверие фактически откололось от государства и выработало модель жизни, абсолютно не вписывающуюся в господствующую *этатистскую* этику. В результате оно оставалось редким источником частной инициативы в стране, где все было приковано громадой государственной машины [см. 36].

Парадокс состоит в том, что староверы в религиозном смысле были консерваторами, тогда как в хозяйственной жизни выступили как новаторы. Основой староверия как протестного движения, возникшего в ответ на реформы патриарха Никона, стало сохранение традиционного русского православия. Трудлюбие, бережливость, конфессиональная взаимовыручка и взаимопомощь отличали старообрядца от остального населения. Старообрядцам был присущ консерватизм как сознательное, методичное следование традиции. Стремление сохранить во всей полноте древнерусские религиозные традиции стало доминантой их мировоззрения. При этом староверы приняли активное участие в модернизации экономики. Тому много примеров, как в сфере текстильной промышленности, так и в обыденном ведении общинного хозяйства в селах, слободах и заимках. В целом, старообрядческое предпринимательство представляет собой яркий пример того, как в России осуществлялся консервативный проект экономической модернизации.

Весной 1905 года был опубликован Высочайший именной указ Правительствующему Сенату «Об укре-

плении начал веротерпимости». В нем впервые в истории России декларировались равные религиозные и гражданские права для всего населения Российской империи. Для старообрядчества наступило «золотое десятилетие»: началось повсеместное строительство храмов, издание книг и журналов, организация различных обществ, образовательных и культурных учреждений.

В октябре 1917 года этот период закончился. Началась последующая эпоха гонений: закрытие храмов, изъятие церковных предметов, репрессии против духовенства, наставников и верующих. Особо пострадали те старообрядцы, которые жили в сельской местности, на периферии страны, в удаленных, в том числе, горных, районах. В ходе процессов создания колхозов, старообрядец, который своим трудом и талантами создавал крепкие хозяйства, первым попал в категорию

кулаков. Это было неизбежно. Еще Н.К. Крупская писала, что «развернутая советской властью «борьба с кулачеством есть одновременно борьба со старообрядчеством» [цит. по 36].

### Старообрядцы в горах Алтая

Горы Алтая расположены в географическом центре Азии и имеют свою сакральную ауру не только для коренных жителей, но и для многих жителей и народов весьма отдаленных от них районов.

Старообрядцы пришли на Алтай в конце XVII – начале XVIII века, где сформировались два центра расселения – в долинах Уймона и Бухтармы (рис. 3).

Существует множество источников, легенд и исследований о маршрутах, истории и первооткрывателях этих земель [39; 40]. Они порой противоречивы, но из них следует довольно общая схема этнической истории первопроходцев. Весьма показательна в этом

### Юго-Западный Алтай в конце XVIII в.

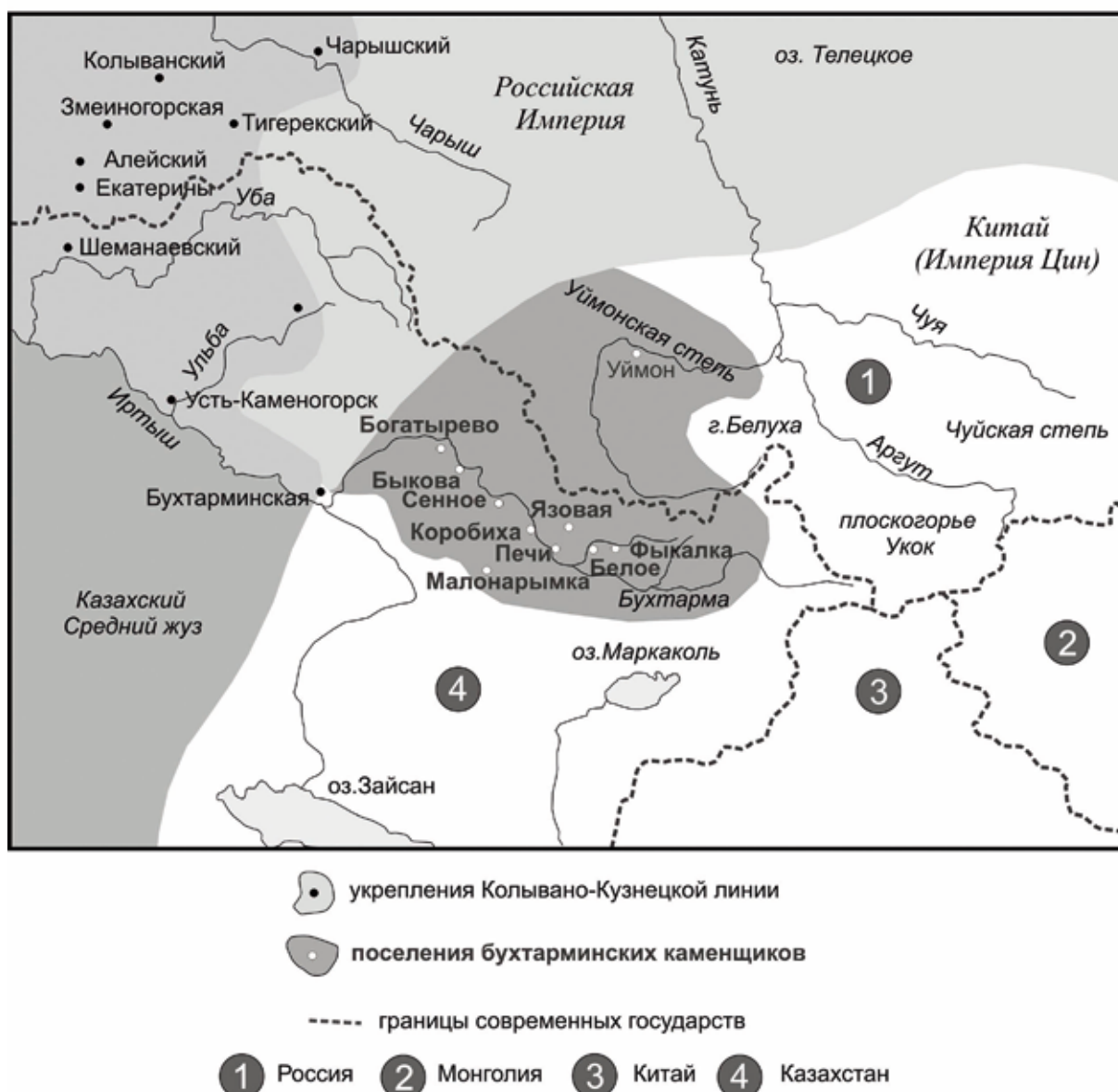


Рис.3. Старообрядцы на Алтае в конце XVIII века<sup>10</sup>.  
Fig. 3. Old Believers in Altai at the end of the 18th century

<sup>10</sup> <https://ru.wikipedia.org/wiki/каменщики> (Дата обр.: 20.01.2019).



отношении уникальная рукопись старожила Уймонской долины Тимофея Филипповича Бочкарева из с. Мульта, потомка Исаака Бочкарева, первооткрывателя Уймонской долины, пришедшего сюда из Керженца в XVIII веке. В ней описываются события XVIII века, а также содержатся мемуары самого Т.Ф. Бочкарева о событиях 1920-х–1940-х гг.

20-летний Исаак Бочкарев был послан своей семьей в Сибирь на поиски места для переселения из Керженца, куда они попали после бегства из Подмосковья. Это направление было определено согласно бытовавшей в среде старообрядцев легенде о Беловодье. После 16-ти месячного путешествия он вернулся на Керженец и сообщил, что нашел то, что искал: «Видел между гор белую гору. Значит это *Белуга*, а река – Катунь». Туда и отправились семьи Бочкаревых и Атамановых, со стариками, детьми, скотом, нехитрым крестьянским инструментом. В 1796 году было основано село Верхний Уймон, которое и поныне является старообрядческим религиозным и культурным центром Алтая. В 1826 году в селе было 15 изб. В настоящее время в селе живет около 600 человек. Имеется два музея – музей старообрядчества и Дом-музей Н.К. Рериха.

В 1926 году в Верхнем Уймоне останавливались участники знаменитой Центральноазиатской экспедиции Н.К. Рериха. Хозяином богатого двухэтажного дома, где остановилась экспедиция (рис. 4), был старообрядец Варфоломей Семенович Атаманов из знаменитого рода-первооткрывателей Алтая. Он был не только рачительным и крепким хозяином и патриархом многочисленного семейства, но и весьма одаренным и просвещенным человеком. У него была хорошая библиотека, он выписывал книги и лечил всю округу, принимал роды.



**Рис. 4.** Дом Варфоломея Атаманова, в котором сейчас расположен дом-музей Н.К. Рериха. Фото Ю.П.Баденков, 2019

**Fig. 4.** The Atamanov's house, in which N.K. Roerich's museum located now. Photo by Yu.P. Badenkov, 2019

Н.К. Рерих пишет о нем: «Вахромей не по одной кооперации, не по стихирям только. Он, по завету му-

дрых, ничему не удивляется: он знает руды, знает и маралов, знает и пчелок, а главное и заветное – знает он травки ... Это уже Пантелей Целитель, не темное ведовство, но опытное знание» [см. 31, с. 376].

Вахромей Атаманов был женат на алтайке. Это очень важный момент в жизни старообрядцев, поскольку показывает характер взаимоотношений коренных жителей Алтая и пришельцев из Керженца – кержаков. С самого начала они складывались как уважительные, дружеские и, даже, семейные.

Вот и в семейной рукописи Т.Ф. Бочкарева содержится рассказ Исаака Бочкарева о первой встрече с коренным алтайцем Уймоном: «*Внизу у подножия горы какой-то человек по этой дороге начал спускаться. Стал к нему подходить. Он на меня поднял лук. Я встал, снял ружье, ему показал и повесил его на плечо. Снял шапку, к нему поклонился. Он лук положил на землю. Я к нему подошел, протянул ему руку, он тоже подал. Иче поклонился, говорить не умеем. Тогда я правой рукой в грудь: „Исаак с реки Кержи, а тебя как звать?“ К нему руку, он назвал имя Аймон» [39].*

Они стали не только добрыми знакомыми и друзьями, Существует версия, что имя селу Уймон было дано в его честь. И это соответствует этике кержаков-старообрядцев. Алтаец Уймон прекрасно знал суровую и богатую природу горного Алтая, делился знаниями и секретами охоты на зверя, в том числе и на марала, Впоследствии из этого содружества возникла совершенно новая отрасль хозяйства – пантового оленеводства.

#### **Староверы – изобретатели мараловодства, новой отрасли хозяйства на Алтае**

Известный алтайский исследователь Н. А. Фролов посвятил вопросу становления мараловодства на Алтае несколько книг, в которых он описывает историю мараловодства, как самостоятельной отрасли хозяйства, и дает обобщенный социально-экономический портрет мараловодов Алтая [41; 42]. Им охватывается период с конца XVIII века до настоящего времени. В книгах содержится богатейший архивный и статистический материал, приводятся многочисленные ссылки на труды известных российских и зарубежных ученых и специалистов. Приведем ключевые выводы из его исследований, которые помогут нам лучше понять религиозно-культурный феномен старообрядцев, которые являлись не только прекрасными охотниками, но и *изобретателями* и основателями мараловодства.

1. «Старообрядцы никогда не причисляли марала к сельскохозяйственным животным, а называли его «зверем». Скорее всего, в основе сравнения лежит отношение к воле, к свободе. У старообрядцев в понятие «свобода» вкладывалась возможность созидательного труда, когда стыдно, если не болит всё тело после работы в световой день. Когда твой экономический результат доказывает тебе и окружающим, что твоя вера лучше и правильнее других. Когда ради свободы ты готов рисковать, терпеть

неудачи, но всё время стремиться к лучшей жизни и надеяться, что это будет оценено достойно на суде божьем. Стремление свободно трудиться, надеясь только на себя и близких, без указаний со стороны, держаться подальше от власти, ограничивающей и часто подавляющей эту свободу выбора – это являлось важнейшей базовой социальной чертой мараловодов Алтая.

2. Насколько сильным и неугасающим было стремление старообрядцев к независимой жизни на новых землях, настолько сильным оставалось в них консервативное начало в отношении к религии, семье, общине. Уважительное отношение к труду, как к смыслу праведной жизни, как к способу самовыражения перед Богом и обществом, почиталось как высшая ценность жизни. Основой трудовой жизни являлась семья, где каждому находилось дело по его способностям, где труд каждого был на виду, где трудолюбие не по принуждению, а по смыслу жизни оставалось первой оценкой достоинств человека. Трудолюбие, трезвый образ жизни, согласие в быту и в работе, основанное на вере, – это также являлось выраженной чертой лучших представителей старообрядческого крестьянства Алтая, из которых и появились пионеры новой отрасли – разведения пантовых оленей. Н.М. Ядринцев<sup>11</sup> назвал разведение маралов в неволе с целью получения и продажи пантов культурным изобретением алтайских крестьян. Исследователи тех лет считали, что додуматься до этого промысла в силу своих исключительных качеств могли только старообрядцы и никто другой.

3. Н.М. Ядринцев в 1872 году назвал мараловодство «культурной ветвью скотоводства». Мараловодство в начале XIX века относили к новым народным промыслам не сельскохозяйственного, а промышленного профиля. Это очень важно для окончательного определения социального статуса алтайских мараловодов как сельским предпринимателям, появившимся в процессе расслоения крестьянства под воздействием формировавшихся активно в конце XIX – начале XX века капиталистических отношений на Алтае. Феномен предпринимательства понимается не только как экономическая функция, но и как тип мышления и поведения, как призвание и образ жизни, как систему нравственно-этических ценностей и инструмент социальных преобразований. По этим характеристикам алтайские мараловоды, безусловно, относились к категории сельских предпринимателей. В этом была суть их социально-культурного статуса на Алтае.

4. Экономическая суть портрета алтайских мараловодов-предпринимателей состояла в том, что все они стремились вести дело прибыльно, в создании маральников проявляли большое терпение и огромную настойчивость. Создание маральников было достаточ-

но длительным процессом и развивалось на доходы от земледелия, скотоводства, пчеловодства, охотничьего промысла, которыми успешно занимались старообрядцы-мараловоды. На всём протяжении развития с 1835 по 1917 год мараловодство оставалось монополией отдельных «семей» старообрядцев.

5. Развитие мараловодства в России было выгодным делом и для государства. В 1897 году А.А. Силантьев<sup>12</sup> писал: «Об руку с запрещением и строгим преследованием охоты на марала должно идти предоставление всевозможных льгот населению, желающему заняться мараловодством, причем следует покровительствовать не столько отдельным предпринимателям, сколько целым крестьянским обществам» [цит. по 42. с. 81–117]. А.А. Силантьев считал, что содействие правительства в развитии новой отрасли должно было осуществляться через бесплатный отвод земли, бесплатный отпуск леса, отсутствие налогов на этот вид деятельности и т.д.

Поддержка развития пантового оленеводства до 1917 года оказывалась в той или иной степени по всей Сибири и на Дальнем Востоке, однако революционные преобразования 1917 года в России перечеркнули эту работу. Уже к 1930 году мараловоды-предприниматели в стране перестали существовать» [41, с. 56–60]. Им не было места в советской модели развития страны и принудительной коллективизации в сельском секторе. Старообрядцы немедленно попали в категорию кулаков и подверглись раскулачиванию. *Активистами*, а именно так называли энергичных представителей новой власти в Уймонской долине, у них было отобрано все, что на протяжении почти двух столетий было создано трудом и талантами их дедов и прадедов. Ставшая второй родиной обетованная земля Алтая превратилась в территорию унижения, грабежа, гонений и гибели. В колхозы вступать отказывались: «Не надо нам колхозов. Сами про себя будем жить». Начался новый исход старообрядцев в поисках «своего Беловодья». Уходили в соседний Китай, Монголию и Туву и создавали свои поселения и маральники,

Период с 1917 по 1940 г. было сложнейшим в истории развития мараловодства. Восстания крестьян на Алтае в 1922–1924 годах, раскулачивание и насильственная коллективизация 1929–1932 годов, репрессии государства по отношению к старообрядцам Алтая все это, казалось бы, должно было уничтожить отрасль безвозвратно. Однако пантовое оленеводство сохранилось: трансформировалось усилиями государства из частной в государственную форму собственности и с огромными издержками, но продолжило свое развитие. Но это уже совсем другая история. А золо-

<sup>11</sup>Ядринцев Николай Михайлович (1842 – 1894) – русский публицист, писатель и общественный деятель, исследователь Сибири и Центральной Азии. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ядринцев> (Дата обр.: 21.05.2019).

<sup>12</sup>А.А. Силантьев (1868 – 1918). Выдающийся деятель отечественной науки Анатолий Алексеевич Силантьев за 30 лет исследовательской работы опубликовал 77 печатных трудов, в том числе 15 работ по вопросам охотничьего дела и пантового оленеводства.

той период развития мараловодства старообрядцами закончился в 1930-е годы.

Тем не менее, традиции и культура старообрядцев-мараловодов сохраняются и передаются из поколения в поколение. В перестроечный период 1990-х годов маральники из совхозов перешли в частные руки и превратились в акционерные общества закрытого типа, а производители пантов вышли на мировой рынок. Это вызвало скачок в развитии отрасли в Уймонской долине: поголовье маралов в 2004 году (20279 голов) удвоилось по сравнению с 1985 г. (10916 голов). Соответственно увеличились и площади, занятые маральниками. В 2000-е годы на территории Усть-Коксинского района было 24 маральника, численность маралов в которых варьировалась от 5200 голов до 60-ти – 80-ти [43]. По своей структуре маральник, по своей сути, представляет собой природную охраняемую территорию, где выделено несколько функциональных зон обитания маралов (*садов*). А сами маральники стали частью этноприродных ландшафтов Уймонской долины [44].

Развитие туризма на Алтае привело и к расширению функций самих маральников: на их базе стали создаваться рекреационно-медицинские центры, предоставляющие широкий круг услуг – прежде всего, пантовые ванны в период срезки рогов (май-июнь). Сейчас это быстро развивающийся сектор рекреационного и социального развития.

#### **Роль старообрядцев в освоении и развитии Дальнего Востока.**

##### **История старообрядческого села Романовка**

Вдохновляющим примером торжества и стойкости старообрядческой традиции на Дальнем Востоке является история с. Романовка в Манчжурии (1936–1945). Она хорошо известна, благодаря публикации в 2012 году замечательного документа – альбомомонографии «Дни в Романовке. Японские фотографии, запечатлевшие русское старообрядческое село в Манчжурии на рубеже 1930-х–1940-х годов, из собрания Приморского государственного музея имени В.К.Арсеньева во Владивостоке» [45].

Сам факт появления этого объемного труда и метод его презентации широкой публике весьма примечателен и заслуживает, на наш взгляд, отдельного упоминания. В нем содержится подборка уникальных фотографий, которые были сделаны японскими фотографами в русском селе Романовка, основанном в 1936 году в Маньчжурии. В селе жили несколько семей старообрядцев *часовенного согласия*<sup>13</sup>, бежавших из советского Приморья. В тот период Маньчжурия активно заселялась японскими колонистами, и успеш-

ный опыт выживания на этой земле, который продемонстрировали жители Романовки, был важен и интересен для Японии. Основу коллекции составляют около двухсот фотографий, сделанных в 1938–1941 годах сотрудником токийского Института освоения земли биологом Ямадзоэ Сабуро. Эти фотографии, как и память о Романовке, японский исследователь хранил много десятилетий и незадолго до своей смерти передал известному токийскому слависту Накамура Ёсикадзу, который передал их в конце 1990-х годов в Приморский музей им. В.К.Арсеньева.

Эти фотографии, дополненные найденными в японских архивах 1940-х–1970-х годов других фотографий, стали основной темой музейных изысканий. Сотрудники музея провели несколько экспедиций — в Хабаровский край, США, в Австралию. Главной их целью был поиск людей, запечатленных на снимках, и их потомков. В результате удалось установить имена практически всех изображенных на фотографиях людей; кроме того, были собраны воспоминания о жизни Романовки и последующей судьбе её обитателей. Эти уникальные материалы стали основой издания, возвращающего исчезнувшую Романовку на страницы русской истории. Помимо этого, в книгу вошли материалы ведущих специалистов, посвященные истории старообрядчества, которые позволяют лучше представить и оценить место Романовки в глобальном историко-культурном контексте.

Старообрядчество юга Дальнего Востока сформировалось в результате переселения сюда во второй половине XIX – первой четверти XX вв. [46]. Первыми старообрядцами Дальнего Востока были так называемые *семейские*<sup>14</sup> старообрядцы Забайкалья, пришедшие сюда кружным путем через Якутию, куда они были привлечены в середине XIX века на строительство и освоение аянского тракта (от Якутска до порта Аян на Охотском море). Однако из-за прекращения деятельности Американской торговой компании старообрядцы сложными маршрутами перебрались в 1870 году в Приморье и основали несколько поселений в районе озера Ханка. Так начиналась история старообрядства на юге Дальнего Востока.

С вхождением в конце 1850-х годов в состав Российской империи юга Дальнего Востока начался приток староверов и туда, как легальный, так и нелегальный. Предложения генерал-губернатора Восточной Сибири Н. Н. Муравьева-Амурского о *вольнонародном* заселении Приамурья и Приморья с дарованием свободы переселенцам из крепостных были отвергнуты правительством, заменившим этот проект решением о колонизации нового края ссыльными. В их число вошли и староверы, хотя уже с 1860-х годов добровольное переселение последних на эти

<sup>13</sup> Часовенное согласие, часовенные, кержаки, стариковское согласие – старообрядческое согласие поповцев, перешедших с 1849 г. к беспоповской практике. Они совершают службу в часовнях, не имеющих алтарей. В настоящее время география их расселения захватывает всю восточную часть России, а также Северную и Южную Америку, Австралию [45, с 63].

<sup>14</sup> Семейские – староверы, которые переселялись в первой половине XVIII века целыми семьями из древних старообрядческих центров Ветки и Стародубья (Польша) в Забайкалье.

территории, никак не поддерживавшееся государством, стало превалировать. Именно они добились наибольших успехов в хозяйственном освоении края, о чём вспомнили в 1890-е годы в связи со строительством Китайско-Восточной железной дороги (КВЖД). Проект заселения Маньчжурии силами староверов и русских сектантов был поддержан министром финансов С. Ю. Витте, который с 1900 года вёл соответствующие переговоры с представителями старообрядчества. Положительный отклик обсуждение проекта получило на старообрядческих съездах, тем более что ещё до введения в 1905 году закона о веротерпимости для переселенцев на землях, принадлежащих КВЖД, вводились свобода вероисповедания и ряд льгот в отношении повинностей и землеотвода. Проект рухнул из-за начавшейся в 1904 году Русско-японской войны, но новое направление миграции не было забыто *часовенными*.

Тем не менее, процесс поисков вольных земель активно развивался. Основное направление сместилось на северо-восток Приморья. Выдающийся исследователь Уссурийского края В.К. Арсеньев писал о старообрядцах: «Преследуемые в течение многих лет, они все дальше и дальше уходили в горы, пока не дошли до берегов Великого океана. Здесь они занимались земледелием, но не считали его основным занятием. Затем поисками ценных руд, охотой и соболеванием, разведением пятнистых оленей, поисками женьшеня, ловят и солят рыбу, собирают ягоды и орехи, сушат грибы и т.д., на тайгу они смотрят как на источник дохода, а не как на источник страданий и огорчений» [цит. по 47]. Отметим, что в Приморье первым, кто стал держать пятнистых оленей в неволе, был старовер Семен Яковлевич Поносов, выходец из Томской губернии (т.е. алтайской колыбели мараловодства) [см. 42, с. 7].

Образ жизни и характер занятий староверов Приморья полностью соответствует образу жизни староверов на Алтае. Они не только крестьяне-земледельцы и животноводы, но и прекрасные охотники, знающие тайгу и воспринимающие ее как свой дом. В.К. Арсеньев пишет, что «в Уссурийском крае из русских переселенцев соболеванием занимались только староверы, жившие на р. Даубихе, Амгу, Улахе на побережье Японского моря». При этом они проявляют и свой предпринимательский талант, выгодно продавая соболя во Владивостоке.

Описывая деревню в долине Амгу (1900 г.) на севере Приморья, Арсеньев отмечает, что «её обитатели староверы (7 семей) сохранили облик чистых великороссов. Патриархальность семьи, утварь, вышивка на одежде, резьба по дереву – все это напоминало Древнюю Русь нескольких столетий назад ... Все указывало, что они люди зажиточные. Особенно много коней – 32 лошади, рогатого скота – 84 коровы. Местное население они не стали притеснять. Нача-

ли учить их земледелию, скотоводству, говорить по-русски. Внимательно они относились ко всем окружающему. Они по-своему естествоиспытатели. Даже определили, что дикие пчелы в прибрежном районе с юга распространились до р. Кулумбе, а махаон Мака – до р. Кусун» [48].

В 1930-е годы, когда волна коллективизации докатилась до самых отдаленных мест Сихотэ-Алиня и побережья Японского моря, начался исход старообрядцев из насиженных мест в Манчжурию, оккупированную в то время Японией. Десятки раскулаченных старообрядческих семей тайно переправлялись ночью через реку Уссури на китайский берег. Постепенно там возникло несколько старообрядческих поселений, в которые потянулись также беженцы с Сахалина и даже Хоккайдо.

В 1936 году братья Калугины во время охоты случайно набрали на место, показавшееся им подходящим для основания общины староверов – по линии железной дороги Харбин – Суйфынхэ (Пограничная) около Хэндаохэцзы (рис.4).



**Рис. 5.** Карта Маньчжурии с обозначением мест проживания старообрядцев. Составлена Накамура Ёсикадзу [45, с.64]

**Fig. 5.** Map of Manchuria with the designation of places of residence of the Old Believers. Compiled by Nakamuro Yoshikazu. [45, p.64]

Через Бюро по делам русской эмиграции в Маньчжурии они подали заявление японским властям с просьбой о сдаче им земли в аренду. Текст письма весьма показателен, поэтому приведем его полностью [45, с. 68]:

*Мы, четверо братьев Калугиных, представляем группу русских. У нас одна вера (мы все староверы), одна родина и занятие (крестьяне и охотники). Наше горячее желание – жить вместе, служить народу, обществу и государству. Посему убедительно просим Вас сдать нам в аренду участок земли, подходящий для земледелия и постройки посёлка. Вышеуказанный участок земли в настоящее время не занят под пашню, никому не принадлежит и никак не используется. Если нам будет дозволено поселиться там, то мы немедленно начнём покос и заготовку сена на зиму на корм лошадям. Зимой мы будем рубить лес, и ставить избы. Когда наступит весна, мы соберём семьи и займёмся обработкой земли. Сейчас в нашей группе 25 семей, в том числе: мужчин – 33, женщин – 28 и детей – 61. Имеющийся скот и инвентарь: лошади – 28, коровы – 23, плуги – 2, телеги – 2 и бороны – 4.*

*Если нам будет дозволено основать там поселение, то мы заведём столь скота и сельскохозяйственных орудий, сколь нам нужно. Мы не нуждаемся в помощи или особой защите со стороны полиции. Желательно, чтобы на первых порах нас освободили от налоговых повинностей. Просим Вас одобрить наше заявление возможно скорее, чтобы мы могли подготовиться и благополучно завершить переселение наших семей к весне. Сейчас мы временно проживаем в разных местах.*

**Калугины Иван Зиновьевич,  
Пётр Зиновьевич,  
Семён Зиновьевич,  
Иван Зиновьевич**

Так началась удивительная история села Романовки и ее обитателей. Её первый «счастливый» этап продолжался почти 10 лет до окончания Второй мировой войны. К концу 1945 года село насчитывало свыше 40 дворов и более 200 жителей. Население росло не только за счет естественного прироста, но и постоянно-го притока иммигрантов из разных мест Манчжурии, Приморья и Сахалина. Это было крепкое, трезвое и культурное общежитие единоверцев, которое демонстрировало устойчивость жизни и развития. Основными его занятиями было земледелие, животноводство, пчеловодство, охота<sup>15</sup> и рыбалка, т.е. все те виды деятельности, которые были характерны для кержаков и каменщиков Алтая, семейских – Забайкалья. Это произвело настолько сильное впечатление на японские власти, озабоченные колонизацией Манчжурии, что они оказывали всяческое содействие старообрядческой общине и организовали детальный мониторинг ее социальной и экономической жизни и развития. Ученые

<sup>15</sup> Они были хорошо известны в Китае своей охотой на тигров и получали многочисленные заказы, в том числе от зоопарков.

университета Хоккайдо регулярно приезжали в село и тщательно документировали все события и изменения, происходящие в экономической и культурной жизни села. Некоторые из них даже пытались освоить некоторые профессиональные навыки староверов. Со временем своим трудом и обязательностью они завоевали доверие старообрядцев, что случается не так часто.

В 1945 году, когда в Манчжурию вошла Красная армия, история Романовки получила новое, не столь счастливое развитие: взрослые мужчины старообрядцы были арестованы по «политическим» статьям и отправлены в лагеря (5–10-летние сроки). Оставшиеся семьи из разрушенных домов и хозяйств выживали, как могли – у родственников и знакомых в других старообрядческих поселках Манчжурии. В 1950-е годы, после «отсидки» в лагерях, некоторые мужчины вернулись к своим семьям в Китае, некоторые уехали к единоверцам в Хабаровском крае.

После возникновения Китайской народной республики (1949) там начались социалистические изменения (кооперирование, коллективизация), которые коснулись и староверов. Красное колесо социалистических реформ спустя 20 лет вновь прокатилось по старообрядческой общине. Но, как и прежде, вновь не сломило её. Староверы были тверды в своей вере и нравственной этике труда и жизни. В 1955–1960 годах начался новый великий исход старообрядцев. Благодаря поддержке единоверцев, Всемирной ассоциации церквей и Толстовскому фонду начался отъезд старообрядцев, живших в Китае (Манчжурия, Синьцзян и др.), через Гонконг в Австралию, Новую Зеландию, Южную и Северную Америку.

Наиболее крупная община староверов из Романовки (около 6000 чел.) в настоящее время живет в долине Вилмет, штат Орегон (США) [49]. Некоторые члены общины из Орегона отправлялись в Канаду и на Аляску, где образовывали новые поселения, успешно развиваясь и сохраняя при этом язык, культуру и традиции [50; 51].

Некоторые старообрядцы после смерти Сталина и освобождения из лагерей в 1950-х – 1960-х некоторое время вместе с вернувшимися к ним семьями жили в Сибири, а вначале 1960-х потянулись в малообжитые горные районы Хабаровского края. Здесь на р. Амгунь, в местах будущей Байкало-Амурской магистрали, они обосновали несколько старообрядческих поселков (некоторые – на месте бывших лагерей) [52].

Все зарубежные общины староверов поддерживают между собой живые и активные связи, что позволяет им сохранять язык и продолжать традиции и культуру жизни в чуждой лингвистической и культурной среде. При этом общение ведется не только в классическом живом стиле, но и через Интернет [53]. И это в очередной раз указывает на выдающуюся способность старообрядцев адаптироваться к изменениям и новым технологическим новациям.

### Заключение

Вопрос влияния культуры на развитие горных территорий и сообществ не является чем-то исключительным и в современной России. Наиболее последовательно этот подход проводился в Дагестане, благодаря деятельности такого яркого ученого, философа и политика, как Р.Г. Абдулатипов [54]. Находясь на посту Главы республики, он настойчиво проводил идею о решающей роли культуры в практике устойчивого развития горных территорий, что нашло отражение в Гунибской декларации «Горные регионы Северного Кавказа. Развитие через интеграцию культуры, экономики и экологии», принятой в 2014 году на Международном Форуме «Седой Каспий» [55].

Представленная в самом общем виде модель Беловодья – это уникальный пример устойчивого развития горных территорий и сообществ, где этнокультурные традиции и этика труда (дела) являются главными движущими факторами развития. Её жизненность и привлекательность в XXI веке подтверждается многочисленными примерами из жизни старообрядческой русской диаспоры в самых разных природных и культурных ландшафтах мира – Орегон, Аляска, Новая Зеландия, Боливия, Уймонская долина, Бухтарма, Хабаровский край и в глухих енисейских селах и заимках. Многие зарубежные общины староверов возвращаются в горные регионы России в поисках своего нового Беловодья на Алтае, в Приморье. Этот процесс возвращения идет как по официальным каналам (государственная программа возвращения), так и по личным контактам.

Исторический опыт расселения старообрядцев в отдаленных – от власти и официальной церкви – скитах, заимках, деревнях хорошо вписывается в универсальные схемы дисперсного расселения в горах. Такая

модель жизни и хозяйствования в горах органична природе гор. Она базируется – всегда и везде – на эффективном самостоятельном (общинном/семейном) управлении местными ресурсами. Успех устойчивого развития территории и общины, возможен при наличии «политической воли» государства, поддерживающего – через правовые, экономические и инвестиционные механизмы – такую модель развития.

Для горных территорий современной России, прежде всего в ее азиатской части – такой подход, основанный на вере и традициях, этике труда и предпринимательства, накопленном историческом опыте более чем актуален. И требует внимательного отношения со стороны общества, науки и государственных институтов управления и развития.

Вопросы, стоящие перед учеными и обществом в настоящее время можно сформулировать в следующем виде:

- Насколько актуальна и есть ли будущее у старообрядческой модели Беловодья в горных регионах России?
- Будет ли происходить процесс конвергенции (сближения) [49] сохранившейся культуры русского субэтноса староверов со сложной картиной меняющегося мира – мира цифры, модернизации, искусственного интеллекта, климатических изменений и т.д.?
- В каком формате мощный пласт культуры старообрядчества может быть интегрирован в современную российскую повестку развития, включающую в себя и горные регионы?

*Автор статьи будет счастлив, если поставленные вопросы найдут отклик в научном горном сообществе и, что самое главное, приведут к выполнению целенаправленных исследований и проектов, которые позволят получить ответы на них.*

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Our Creative Diversity. Report of the World Commission on Culture and Development. Summary Version. 1996. Paris, France: UNESCO.
2. О роли искусственного интеллекта в современном мире. ТВ «Звезда» 30.05.2019. [https://tvzvezda.ru/news/vstrane\\_i\\_mire/content/20195301440-vn88Z.html](https://tvzvezda.ru/news/vstrane_i_mire/content/20195301440-vn88Z.html) (Дата обр.: 01.06.2019).
3. Марк Катонн старший. Трактат о земледелии De Agri Cultura. (ок. 160 г. до н. э.) <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/4672>. (Дата обр.: 15.12.2018).
4. Баденков Ю.П. Жизнь в горах. Природное и культурное разнообразие – разнообразие моделей развития. М.: ГЕОС, 2017. 479 с.
5. Rhoads R. (Ed). Development with Identity: community, culture, and sustainability in the Andes. 2006. CABI Publishing. pp xiii.
6. Stefano Bianca. Reconciling Culture and Development in the Hunza Valley: Concepts and Programmes of the Aga Khan Trust for Culture. In Karakoram in transition. Culture, Development and Ecology in Hunza Valley. 2016, Oxford Press. Pp. 288 – 291.

7. Messerli P. 2008. Research on Alpine Landscape Development: From Research to Policy // In Mountain Research and Development. May 2008. Vol. 28, N2. Pp 128–131.
8. Boesch M., Renner E. and Siegrist D. 2008 “Brands aping”: From Traditional Cultural Landscapes to “Label Regions” // In Mountain Research and Development. May 2008. Vol. 28. N 2. Pp. 100–104.
9. Andolina R., Laurie N. and Radcliff S.A. Indigenous Development in the Andes. Culture, Power, and Transnationalism. 2009. Duke University Press. Durham and London. 345 p.
10. Глобальная повестка развития в 21 веке (Рио-де-Жанейро, 1992). <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> (Дата обр.: 15.12.2018).
11. Баденков Ю. П., Котляков В. М., Чистяков К. В. Горы в стратегиях регионального развития: роль и вклад науки // Вопросы географии / Моск. филиал ГО СССР / Русское географ. Об-во. Сб. 137. Исследования гор. Горные реги-

- оны Северной Евразии. Развитие в условиях глобальных изменений / Отв. ред. В. М. Котляков, Ю. П. Баденков, К. В. Чистяков. М.: Издательский дом «Кодекс», 2014. С. 13–27.
12. Там же. Самойлова Г.С., Авессаломова И.А. Горные регионы России: морфометрический анализ и ландшафтное разнообразие. С. 39–63.
13. Зотов М.П., Ленкин С.Л. Горный Алтай – мировой лидер на пути к ноосферному развитию. М.: Изд. Белые альвы, 1999. 191 с.
14. Мудуев Ш.С. Стратегические и нормативно-правовые основы формирования горной политики в России: опыт Республики Дагестан // Вопросы географии/ Моск. филиал ГО СССР / Русское географ. Об-во. Сб. 137. Исследования гор. Горные регионы Северной Евразии. Развитие в условиях глобальных изменений / Отв. ред.: В. М. Котляков, Ю. П. Баденков, К. В. Чистяков. М.: Издательский дом «Кодекс», 2014. С. 417–445.
15. Мельников Ф.Е.. Что такое старообрядчество (Статья). Барнаул: АКООХ-И «Фонд поддержки строительства храма Покрова», 2007. 404 с.<sup>16</sup>
16. Кириллов И. А. Правда старой веры. Барнаул: АКООХ-И «Фонд поддержки строительства храма Покрова». 2008. 502 с.<sup>17</sup>
17. Урушев Дм. Русское старообрядчество. Традиции, история, культура. Москва: Эксмо, 2017. 352 с.
18. Любавский М.К. Обзор истории русской колонизации с древнейших времен и до XX века / Отв. ред. А.Я. Дегтярев. М.: Изд-во Московского университета, 1996. С. 459–489.
19. О количестве старообрядцев в Российской империи. Иерей Иоанн Севастьянов. [http://ruvera.ru/articles/kolichestvo\\_staroobryadcev](http://ruvera.ru/articles/kolichestvo_staroobryadcev) (Дата обр.: 02.02.2019).
20. Интервью Предстоятеля Русской православной старообрядческой церкви митрополита Корнилия (2018). <https://66.ru/news/society/214419/> (Дата обр.: 02.02.2019).
21. Чистов К.В. Легенда о Беловодье // Труды Карельского филиала АН СССР. Вып. 35. Вопросы литературы и народного творчества. 1962. С.116–181.
22. Савоскул С. Легенда о Беловодье в XX столетии. Электронная библиотека Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН <http://www.kunstkamera.ru/lib/rubrikator/01/978-5-88431-209-8/> © МАЭ РАН (Дата обр.: 15.03.2019).
23. Баденков Ю.П. К вопросу о государственной политике развития горных регионов России. Нужен ли России федеральный горный закон? // Устойчивое развитие горных территорий. 2017. Т.9. N 2 (32). С. 11–118.
24. Юхименко Е.М. История старообрядчества и пути миграции сторонников старой веры. // В кн. «Дни в Романовке. Японские фотографии, запечатлевшие русское старообрядческое село в Манчжурии на рубеже 1930-х–1940-х годов». Программа «Первая публикация». М., 2012. С. 14–44.
25. Солженицын А.И. Из письма в "Вестник РХД" // Вестник РХД. 1975. N 2-3-4 (116). <http://portal-credo.ru/site/index.php?act=lib&id=2203> (Дата обр.: 04.04.2019).
26. Карташев А.В. Смысл старообрядчества // Церковь. 1992. N 2. С. 19.
27. Солженицын А.И. Раскаяние и ограничение как категории национальной жизни // Письмо из Америки // Публицистика. Т. 2. Ярославль. 1996. С. 303–305.
28. Духовные центры старообрядчества. <http://tpsc.ru/history/kratkaya-istoriya-starobryadchestva/duhovnyie-tsentryi-starobryadchestva/> (Дата обр.: 13.03.2019).
29. Чистов К.В. Русская народная утопия (генезис и функции социально-утопических легенд). СПб., 2003. С. 427–447.
30. Чистов К.В., Чувьуров А.А. Список «Путешественника» из Рязанской губернии // Старообрядчество в России (XVII – XX вв.). М., 2004. Вып.3. С. 251–256.
31. Рерих Н.К. Алтай – Гималаи. М.: Сфера, 1999. С. 373–376.
32. Бломквист Е.Э., Гринкова Н.П. Кто такие бухтарминские старообрядцы // Бухтарминские старообрядцы: Материалы комиссии экспедиционных исследований. Серия Казахстанская. Л., 1930. Вып. 17. С. 39–40.
33. Кучуганова Р.П. В поисках Беловодья. Об Уймонских староверах. Чебоксары: Новое время, 2016. С. 19–26.
34. Дубнов С.М. Краткая история евреев. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997. С. 43–63.
35. Библия. Вторая книга Моисеева. Исход. Гл.3. 8.
36. Усков Н. Невидимая Россия. <http://starove.ru/anons/snob-starobryadtsy-nevidimaya-rossiya/> (Дата обр.: 12.06.2019).
37. Расков Д.Е. Старообрядчество и модернизация экономики: внутренние противоречия. <http://worldcrisis.ru/crisis/1150757> (Дата обр.: 12.06.2019).
38. Расков Д. Е. Экономические институты старообрядчества. СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 2012. 344 с.
39. Шитова Н.И. Этническая история старообрядцев Уймонской долины Горного Алтая в старообрядческих нарративных источниках (по материалам рукописей Т.Ф. Бочкарева). Музей старообрядчества в Боровске, 2014. [http://www.borovskold.ru/content.php?page=lonuemcd\\_rus&id=104](http://www.borovskold.ru/content.php?page=lonuemcd_rus&id=104) (Дата обр.: 15.06.2019).
40. Кучуганова Р.П.. В поисках Беловодья. Об уймонских староверах. Чебоксары: Новое время, 2016. 428с.
41. Фролов Н.А. Социально-экономический портрет мараловодов дореволюционного Алтая / Сборник работ о пантовом оленеводстве конца XIX – начала XX вв. Бийск: Музей алтайского марала, 2015. 212 с.
42. Фролов Н.А. Пантовое оленеводство Алтая после 1917 года. Бийск: Музей алтайского марала, 2018. 536 с.
43. Затеев А. В., Мельченко В. Е. Разработка системы проектирования и экспертиз мараловодческих хозяйств в Усть-Коксинском районе Республики Алтай. Отчет. Государственный природный биосферный заповедник «Катунский». 2001. С.10.
44. Лубенец Л.Ф. Эколого-географическая оценка горно-котловинных геосистем с этноприродопользованием (на примере Уймонской котловины Алтая). Автореферат кандидатской диссертации. Томск, 2010. 23 с.
45. Дни в Романовке. Японские фотографии, запечатлевшие русское старообрядческое село в Манчжурии на рубеже 1930-х–1940-х годов / Собрание Приморского государственного музея имени В.К. Арсеньева во Вла-

<sup>16</sup> Сборник статей выдающегося старообрядческого церковного и общественного деятеля Ф.Е.Мельникова (1874 – 1960). Статьи были опубликованы в 1908 – 1913 гг.

<sup>17</sup>Книга известного исследователя старообрядчества И.А.Кирилова (189? – 197?) писалась во время 1-й мировой войны и была издана в 1916 году.

дивостоке. Программа «Первая публикация». М., 2012. 368 с., ил.

46. Аргудяева Ю.В. Проблемы этнической истории и семейного быта старообрядцев юга Дальнего Востока России // *Алтарь России*. 1997. Вып.1. С.55–63.

47. Там же. Янкова И.Г., Арсеньев В.К. О старообрядцах. С. 74–77.

48. Арсеньев В.К. По Уссурийскому краю. Дерсу Узала. М.: Изд. «Э», 2016. С. 356.

49. Моррис А. Ричард. Староверы как ключ к пониманию процесса конвергенции // *Алтарь России*. 1997. Вып.1. С. 24–29.

50. Сайт общины старообрядцев Орегона (США). <https://sites.google.com/a/lclark.edu/rsco/experts-activists> (Дата обр.: 10.07.2019).

51. Russian Old Believer Communities Аляска. <http://www.alaska.org/detail/russian-old-believer-communities> (Дата обр.: 10.07.2019).

52. Староверы с. Тавлинка и Гусёвка. Портал «Дебри Дальнего Востока». [http://debri-dv.com/article/20554/beryozovyy\\_solnechnyy\\_rayon\\_habarovskiy\\_kray\\_chast\\_3](http://debri-dv.com/article/20554/beryozovyy_solnechnyy_rayon_habarovskiy_kray_chast_3) (Дата обр.: 10.07.2019).

53. Сайт Old Believers faith, history, culture and activity. <https://oldbelievers.wordpress.com/> (Дата обр.: 10.07.2019).

54. Абдулатипов Р. Г. Горы – наше достояние. 2016. <http://president.e-dag.ru/novosti/v-centre-vnimaniiya/ramazan-abdulatipov-gory-nashe-dostoyanie> (Дата обр.: 01.08.2019).

55. Гунибская декларация. <http://ecoinform.ru/news/v-gornyykh-raionakh-rossii-poyavyatsya-osobyie-usloviya-dlya-zhizni.html> (Дата обр.: 01.08.2019).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ/ Information about author:



**БАДЕНКОВ Юрий Петрович** – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН. Основатель и руководитель Горной группы МАБ-6 Программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» / Институт географии РАН (1983 – 2013).

Тел.: +7 (916) 512-29-05.

e-mail: yubaden@mail.ru

*Yuri P. BADENKOV – candidate of geological and mineralogical sciences, leading researcher at the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences. Founder and leader of the MAB-6 Mountain Group of the UNESCO Program “Man and the Biosphere” / Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences (1983–2013).*

*Ph.: +7 (916) 512-29-05.*

e-mail: yubaden@mail.ru

### CULTURE AND DEVELOPMENT OF MOUNTAIN TERRITORIES: UNIQUE MODEL OF RUSSIAN OLD BELIEVERS “BELOVODYE”

**Yu. P. Badenkov**

*Institute of Geography RAS, 119017, Moscow, Russia*

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-380-396

The purpose of this article is: 1) to show that the economy is neither the only nor the dominant factor in the sustainable mountain development; 2) consider the integration of the cultural needs of society with the goals of sustainable development; 3) describe the history of the occurrence (17th – 18th centuries) of the Old Believer’s SMD ethno-cultural model *Belovodye* and its relevance for the SMD Agenda of modern Russia.

Methods of researches: analytical review of literary sources

The article contains 3 key blocks: 1) Introduction - the issue of the integration of culture and the relevance of this issue to the mountain regions of Russia; 2) a brief overview of the history of the ROC schism in the 17th century, the emergence of two Russian sub-ethnic groups - the New (Nikonians) and Old Believers, as the basis for the emergence of a SMD model “*Belovodye*”; 3) specific examples of the history and features of the development of Old Believer communities in Altai and the Far East.

The “*Belovodye*” model is a unique example of the SMD strategy, where ethno-cultural traditions and work ethics (af-

fairs) are the main drivers of development. Its vitality and attractiveness in the 21st century is confirmed by numerous examples from the life of the Old Believer’s Russian diaspora in the most diverse natural and cultural landscapes of Russia and the world - Altai, Sikhote-Alin, Transbaikalia, North and South America. Such a model of life and management in the mountains is organic to the nature of the mountains. It is based on effective local management of local resources. The success of the SMD of the territory and the community is possible if there is a “political will” of the State that supports, through legal, economic and investment mechanisms, such a development model.

In conclusion, the author poses the following questions:

- How relevant and is there a future for the Old Believer model of “*Belovodye*” in the mountains of Russia?
- Is the process of convergence of the preserved culture of the Russian subethnos of the Old Believers possible with a complex picture of a changing world - the world of numbers, modernization, artificial intelligence, climate change, etc.?
- In what format can a powerful layer of Old Believer culture be integrated into the modern Russian SMD Agenda?



**Keywords:** sustainable development, mountainous territories, culture, Old Believers, Belovodye, Altai, Far East

### References

1. Our Creative Diversity. Report of the World Commission on Culture and Development. Summary Version. Paris, France, UNESCO. 1996.
2. The role of artificial intelligence in the modern world. TV "Star" 05/30/2019. [https://tvzvezda.ru/news/vstrane\\_i\\_mire/content/20195301440-vn88Z.html](https://tvzvezda.ru/news/vstrane_i_mire/content/20195301440-vn88Z.html) (Accessed 01.06.2019).
3. Mark Katonn Sr. A treatise on agriculture De Agri Cultura. (p. 160 BC). <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/4672> (Accessed 15.12.2018).
4. Badenkov Yu.P. Life in the mountains. Natural and cultural diversity - a variety of development models. Moscow, GEOS, 2017, 479 p.
5. Rhoads R. (Ed). Development with Identity: community, culture, and sustainability in the Andes. CABI Publishing, 2006, pp xiii.
6. Stefano Bianca. Reconciling Culture and Development in the Hunza Valley: Concepts and Programs of the Aga Khan Trust for Culture. In Karakoram in transition. Culture, Development and Ecology in Hunza Valley. Oxford Press, 2016, pp. 288–291.
7. Messerli P. 2008. Research on Alpine Landscape Development: From Research to Policy. *Mountain Research and Development*. May 2008, Vol. 28, no. 2, pp. 128–131.
8. Boesch M., Renner E. and Siegrist D. 2008 "Brands aping": From Traditional Cultural Landscapes to "Label Regions". *Mountain Research and Development*, May 2008, Vol. 28, no. 2, pp. 100–104.
9. Andolina R., Laurie N. and Radcliff S.A. Indigenous Development in the Andes. *Culture, Power, and Transnationalism*. Duke University Press, Durham and London, 2009, 345 p.
10. The global development agenda in the 21st century (Rio de Janeiro, 1992). <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> (Accessed 15.12.2018).
11. Badenkov Yu. P, Kotlyakov V. M., Chistyakov K. V. Mountains in regional development strategies: the role and contribution of science. Geography Issues. Moscow Branch of the USSR Civil Society. Russian geographer. About Sat 137. Mountain exploration. Mountainous regions of Northern Eurasia. Development in the context of global change. Edited by V.M. Kotlyakov, Yu.P. Badenkov, K.V. Chistyakov. Moscow, Publishing House "Codex", 2014, pp. 13–27.
12. Samoilova G.S., Absalomova I.A. Mountainous regions of Russia: morphometric analysis and landscape diversity. Geography Issues. Moscow Branch of the USSR Civil Society. Russian geographer. About Sat 137. Mountain exploration. Mountainous regions of Northern Eurasia. Development in the context of global change. Edited by V.M. Kotlyakov, Yu.P. Badenkov, K.V. Chistyakov. Moscow, Publishing House "Codex", 2014, pp. 39–63.
13. Zotov M.P., Lenkin S.L. Gorny Altai is a world leader on the path to noosphere development. Moscow, Publishing White Altes, 1999, 191 p.
14. Muduev Sh.S. Strategic and regulatory framework for the development of mountain policy in Russia: the experience of the Republic of Dagestan. Geography Issues / Moscow Branch of the USSR Civil Society / Russian geographer. About Sat 137. Mountain exploration. Mountainous regions of Northern Eurasia. Development in the context of global change / Edited by V.M. Kotlyakov, Yu.P. Badenkov, K.V. Chistyakov. Moscow, Publishing house "Codex", 2014, pp. 417–445.
15. Melnikov F.E. What is the Old Believers (Articles). Barnaul, AKOOH-I "Fund for the Support of the Construction of the Church of the Intercession", 2007, 404 p.
16. Kirillov I. A. The truth of the old faith. Barnaul, AKOOH-I "Fund for the Support of the Construction of the Church of the Intercession", 2008, 502 p.
17. Urushev Dm. Russian Old Believers. Traditions, history, culture. Moscow, Eksmo, 2017, 352 p.
18. Lyubavsky M.K. A review of the history of Russian colonization from ancient times to the twentieth century / Ed. ed. AND I. Degtyarev. Moscow, Publishing House of Moscow University, 1996, pp. 459–489.
19. On the number of Old Believers in the Russian Empire. Priest John Sevastyanov. [http://ruvera.ru/articles/kolichestvo\\_staroobryadcev](http://ruvera.ru/articles/kolichestvo_staroobryadcev) (Accessed 02.02.2019).
20. Interview with the Primate of the Russian Orthodox Old Believer Church, Metropolitan Korniliy (2018). <https://66.ru/news/society/214419/> (Accessed 02.02.2019).
21. Chistov K.V. The legend of Belovodye. *Transactions of the Karelian Branch of the USSR Academy of Sciences. Questions of literature and folk art*, 1962, vol. 35, pp. 116–181.
22. Savoskul S. The legend of Belovodye in the twentieth century. Electronic Library of the Museum of Anthropology and Ethnography Peter the Great (Kunstkamera) RAS. <http://www.kunstkamera.ru/lib/rubrikator/01/978-5-88431-209-8/> © MAE RAS (Accessed 02.02.2019).
23. Badenkov Yu.P. On the issue of state policy for the development of mountain regions of Russia. Does Russia need a federal mountain law? *Sustainable development of mountainous territories*, 2017, V.9, no. 2 (32), pp. 11–118.
24. Yukhimenko E.M. The history of the Old Believers and the migration path of the supporters of the old faith. *The book Days in Romanovka. "Japanese photographs depicting a Russian Old Believer village in Manchuria at the turn of the 1930s – 1940s."* First Publication Program. Moscow, 2012, pp. 14–44.
25. Solzhenitsyn A.I. From a letter to the Bulletin of RHD. 4, 1975. <http://portal-credo.ru/site/index.php?act=lib&id=2203> (Accessed 04.04.2019).
26. Kartashev A.V. The meaning of the Old Believers. *Church*, 1992, no. 2, p. 19.
27. Solzhenitsyn A.I. Repentance and restriction as a category of national life. Letter from America. Journalism. Yaroslavl, 1996, v. 2. pp. 303–305.
28. The spiritual centers of the Old Believers. <http://rpsc.ru/history/kratkaya-istoriya-staroobryadchestva/duhovnyie-tsentryi-staroobryadchestva/> (Accessed 13.03.2019).
29. Chistov K.V. Russian folk utopia (genesis and functions of socio-utopian legends). St. Petersburg, 2003, pp. 427–447.

30. Chistov K.V., Chuvyurov A.A. List of "Traveler" from the Ryazan province. *Old Believers in Russia (XVII - XX centuries)*. Moscow, 2004, issue 3, pp. 251–256.
31. Roerich N.K. Altai - Himalayas. Moscow, *Sphera*, 1999, pp. 373–376.
32. Blomkvist E.E., Grinkova N.P. Who are the Bukhtarma Old Believers. *Bukhtarma Old Believers: Materials of the expeditionary research commission. Series Kazakhstan. Leningrad*, 1930, vol. 17, pp. 39–40
33. Kuchuganova R.P. In search of Belovodye. About the Uimon Old Believers. *Cheboksary: Novoe Vremya*, 2016, pp. 19–26.
34. Dubnov S.M. A brief history of the Jews. *Rostov-on-Do, Phoenix*, 1997, pp. 43–63.
35. The Bible. The second book of Moses. Exodus. Chapter 3-8.
36. Uskov N. Invisible Russia. <http://starove.ru/anons/snob-starobryadtsy-nevidimaya-rossiya/> (Accessed 12.06.2019).
37. Raskov D.E. Old Believers and the modernization of the economy: internal contradictions. <http://worldcrisis.ru/crisis/1150757> (Accessed 12.06.2019).
38. Raskov D. E. Economic Institutions of the Old Believers. *St. Petersburg, Publishing House of St. Petersburg University*, 2012, 344 p.
39. Shitova N.I. The ethnic history of the Old Believers of the Uimon Valley of Gorny Altai in the Old Believers narrative sources (based on the materials of the manuscripts of T.F. Bochkarev). Museum of the Old Believers in Borovsk, 2014. [http://www.borovskold.ru/content.php?page=lonuemcd\\_rus&id=104](http://www.borovskold.ru/content.php?page=lonuemcd_rus&id=104) (Accessed 15.06.2019).
40. Kuchuganova R.P. In search of Belovodye. About Uimon Old Believers. *Cheboksary, Novoe Vremya*, 2016, 428 p.
41. Frolov N.A. Socio-economic portrait of maralovodov pre-revolutionary Altai / Collection of works on antler reindeer herding of the late XIX - early XX centuries. *Biysk: Altai Maral Museum*, 2015, 221 p.
42. Frolov N.A. Antler antler reindeer husbandry after 1917. *Biysk: Museum of Altai deer*, 2018, 536 p.
43. Zateev A.V., Melchenko V.E. Development of a system for design and expertise of deer farms in the Ust-Koksinsky district of the Altai Republic. Report. *State natural biosphere reserve "Katunsky"*, 2001, p. 10.
44. Lubenets L.F. Ecological and geographical assessment of mountain-basin geosystems with ethnological use (on the example of the Uimon basin of Altai). *Abstract of the candidate dissertation. Tomsk*, 2010, 23 p.
45. Days in Romanovka. Japanese photographs depicting a Russian Old Believer village in Manchuria at the turn of the 1930s – 1940s . *Collection of the Primorsky State Museum named after V.K. Arsenyev in Vladivostok. First Publication Program, Moscow*, 2012, 368 p.
46. Argudyaev Yu.V. Problems of ethnic history and family life of the Old Believers of the south of the Far East of Russia. *Altar of Russia*, 1997, issue 1, Pp.55–63.
47. Yankova I.G., Arsenyev V.K. About the Old Believers. *Altar of Russia*, 1997, issue 1, pp. 74–77.
48. Arseniev V.K. In the Ussuri region. *Dersu Uzala. Moscow, Publishing "E"*, 2016, p. 356.
49. Morris A. Richard. Old Believers as a Key to Understanding the Convergence Process. *Altar of Russia*, 1997, Issue 1, pp. 24–29.
50. Site of the community of Old Believers Oregon (USA). <https://sites.google.com/a/lclark.edu/rsco/experts-activists> (Accessed 10.07.2019).
51. Russian Old Believer Communities Alaska. <http://www.alaska.org/detail/russian-old-believer-communities> (Accessed 10.07.2019).
52. The Old Believers p. Tavlinka and Gusevka. Portal "Debry of the Far East". [http://debri-dv.com/article/20554/beryozovyy\\_solnechnyy\\_rayon\\_habarovskiy\\_kray\\_chast\\_3](http://debri-dv.com/article/20554/beryozovyy_solnechnyy_rayon_habarovskiy_kray_chast_3) (Accessed 10.07.2019).
53. Site Old Believers faith, history, culture and activity. <https://oldbelievers.wordpress.com/> (Accessed 10.07.2019).
54. Abdulatipov R. G. Mountains - our property. 2016. <http://president.e-dag.ru/novosti/v-centre-vnimaniiya/ramazan-abdulatipov-gory-nashe-dostoyanie> (Accessed 01.08.2019).
55. The Gunib Declaration. <http://ecoinform.ru/news/v-gornykh-raionakh-rossii-poyavyatsya-osoby-usloviya-dlya-zhizni.html> (Accessed 01.08.2019).

Article received 18.08.2019.

# КУЛЬТУРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ГОР СЕВЕРНОГО КАВКАЗА: ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ, РЕКОНСТРУКЦИИ И СОХРАНЕНИЮ

<sup>1</sup>Колбовский Е.Ю.,\*  
<sup>1</sup>Петрушина М.Н.,  
<sup>1</sup>Петров Л.А.,  
<sup>2,3</sup>Гагаева З.Ш.

## Введение

Культурный ландшафт (далее КЛ) – один из наиболее продуктивных концептов современной гуманитарной (а также – «культурной» и «единой») географии, вобравший в себя множество коннотаций и проецируемый на самые разные сферы человеческой деятельности [1].

Несмотря на сложности в интерпретации, концепт сыграл роль базового понятия Европейской Конвенции о ландшафтах 2000 г., которая, в свою очередь, служит основой для постановки и решения многих вопросов – в первую очередь в рамках комплексной проблематики сохранения природного и культурного наследия, территориального планирования, региональной политики, развития туризма и рекреации. Неслучайно последние два десятилетия характеризуются развитием целого ряда востребованных методик инвентаризации, картографирования и оценки культурного ландшафта [2–7] как на национальном, так и на межгосударственном уровне.

Отдельная, сравнительно новая «волна» внимания к КЛ вызвана развитием теории экосервисных услуг и соответствующей практики ее оценки, в рамках которой с КЛ связывают (среди прочих) прежде всего «нематериальные сервисы» [8; 9]. С этих позиций КЛ понимается как ресурс, обеспечивающий возможности для рекреации и туризма, а кроме того, – предоставляющий некий набор условий, в совокупности ответственных за сохранение национального характера, коллективного «духа», чувства места и других весьма важных, хотя и сложно определяемых категорий. С другой стороны, КЛ безусловно воспринимается как «страдательная» субстанция, радикально деформируемая и разрушающаяся под «катком» глобализации [10; 11]. В этом смысле КЛ выступает одновременно и как «индикатор», и как «контролер» сложно устроенной системы, которую принято называть социумом.

Особенность современной ситуации заключается в том, что не только социальное, но и экологическое благополучие местных сообществ оказываются в высокой степени детерминированными сохранностью традиционного культурного ландшафта.

Существует множество толкований и определений понятия «культурный ландшафт». В данной работе мы использовали представление о КЛ, которое сформировалось за два десятилетия инвентаризации и картографирования культурных ландшафтов в странах Европы, принявших европейскую ландшафтную конвенцию. С этих позиций КЛ может быть определен как пространственная система, формирующаяся в результате взаимодействия этноса с природой и включающая в себя элементы четырех типов – локусы (центральные места), участки (пашни и пастбища, сенокосы и общинные леса, фрагменты селитьбы), сакральные объекты (рощи, озера, отдельные горные вершины), границы (межи) и связывающие эти элементы пути (дороги, реки, зимники). КЛ характеризуется параметрами взаимной организации указанных элементов, которые в совокупности образуют индивидуальную структуру, и паттерны – повторяющиеся региональные сочетания структур. Кроме композиционных

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Россия, kolbowski@mail.ru

<sup>2</sup>Чеченский государственный университет, 364024, г. Грозный, Россия

<sup>3</sup>Академия наук Чеченской Республики, 364903, г. Грозный, Россия

УДК: 911  
 DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-397-412

*Рассматриваются особенности структуры и функционирования культурных ландшафтов гор Северного Кавказа в контексте современного этапа социально-экономического развития региона. На примере ключевой территории – горной части Чеченской Республики – выявлены проблемы истории формирования и охарактеризованы параметры состояния напашных террас, как наиболее ценных унаследованных элементов традиционной среды обитания местного населения. Проанализированы современные подходы к управлению и практике сохранения культурных ландшафтов.*

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

*культурные ландшафты гор, Чеченская Республика, ландшафтно-хозяйственный ареал, нагорные террасы, ГИС-моделирование, управление ландшафтами.*

*Статья поступила в редакцию 14.03.2019.*

признаков в понятие КЛ включаются традиционные виды ухода и обустройства, частные формы природопользования (например, охота и лесопользование), а также общинные практики нормирования, заповедания и сохранения природных компонентов КЛ. Особые свойства КЛ связываются с «одухотворяющими» признаками нематериального наследия (сказания и мифы, народный фольклор) [12].

Индивидуальные окрестности, состоящие из селитьбы (как центрального места), примыкающих обрабатываемых террас, пастбищ, общинных угодий (сенокосов) и измененных экосистем (ближайших лесов, горных озер и рек), формируют так называемый *ландшафтно-хозяйственный ареал* (ЛХА).

Известно, что пространственная структура КЛ сохраняет поразительное сходство в самых разных регионах мира и хорошо отображается ставшей уже классической схемой Б. Робертса [13], на которой селитьба и различные виды угодий размещены в пределах концентрической окружности (от селитьбы и ближних полей через общинные сенокосы и пастбища до лесов).

В горах эта структура усложняется вертикальной ординатой, задающей, по сути, еще одно измерение и определяющей использование угодий внутри годового цикла в зависимости от вегетативного цикла луговой растительности горных пастбищ. Этой же ординации подчиняется возможность размещения селитьбы (одиночных отселков, аулов, замковых комплексов и башенных усадеб), а также локализация скромных по площади (в сравнении с пастбищами) земледельческих угодий на искусственных террасах [14–16]. Именно террасы придают горному КЛ важнейшее свойство освоенности и обжитости. КЛ гор свойственны и «выставные» (оторванные от основных ареалов обитаемости) элементы, связанные с различными формами освоения природных ресурсов – например, мельницы, играющие (кроме прямого назначения) существенную роль в подъеме воды в горы [17].

Своеобразие развертывания постмодернистского сценария на Северном Кавказе проявилось, во-первых, в том, что ведущей силой отчуждения прав, ресурсов и контроля выступил не частный капитал, а государство с централизованным управлением. Во-вторых, произошедшее в послереволюционной Советской России внутреннее закрепление национально-административных границ в значительной степени деформировало сложившиеся этно-исторические ареалы, причем как в центрах типичности, так и, в особенности, на периферии, в сложно устроенных зонах сосуществования разных (в том числе конфессионально отличных) субэтносов Кавказа.

В-третьих, для нескольких горских народов Северного Кавказа (чеченцы, ингуши, карачаевцы и балкарцы) одним из решающих (и трагических по сути) факторов явилось их переселение в Среднюю Азию и Сибирь в 1944 г., сопровождавшееся многолетним разрывом традиций пребывания во вмещающем ланд-

шафте. Возвращение (после 1956 г.) народов на прежние места проживания совершалось уже в иных социально-экономических и геополитических условиях, что не позволило им вернуться к прежнему укладу и к прежним некогда освоенным ареалам.

Наконец, в-четвертых, для части региона (территория Чеченской Республики) дополнительным негативным фактором стали операции по восстановлению конституционного порядка в Чечне 1994–1996 годов, и контртеррористические операции на территории Северо-Кавказского региона с 1999 по 2000 год, усугубившие разрушение части исторической селитьбы в горных районах.

В силу совокупности перечисленных обстоятельств, характерный для всего постмодернистского европейского мира вектор «поляризации ландшафта» [18; 19] и миграции населения из сельской (в особенности отдаленной) местности в поселки и города оказался выражен на Кавказе значительно сильнее, чем в любом из горных регионов Европы.

России в целом, и Северному Кавказу в частности, присущи, с одной стороны, высокий уровень научной (и литературно-художественной) рефлексии проблематики КЛ, с другой – столь же низкий уровень разработки практических навыков инвентаризации, картографирования и оценки КЛ, и, что еще важнее, – корректного включения его в разнообразные «стратегии», «генеральные планы» и «отраслевые программы». Это создает основу для выработки некорректных управленческих решений, появлению несбыточных надежд у сообществ «выжить» исключительно благодаря коммерциализации природно-культурного наследия.

Уже сильно деформированные и местами исчезающие культурные ландшафты гор Северного Кавказа представляются нам радикально «недоизученными», особенно в сравнении с хорошо документированной и описанной в литературе, историей, географией и трансформацией КЛ горных регионов европейских стран [20–24].

**Основная цель исследования** – выявить особенности культурных ландшафтов гор Северного Кавказа, оценить их сохранность и перспективы ревитализации.

**Объект исследования.** Культурные ландшафты Северного Кавказа в пределах ключевых участков горной территории Чеченской Республики.

**Предмет исследования.** Структура, функционирование, состояние и возможности ГИС-моделирования основных элементов культурного ландшафта гор.

**Материалы и методы исследования.** Результаты исследования базируются на анализе обширного литературного материала, дешифрировании космических снимков, полевых описаниях, выполненных в зимний (февраль) и летний (июль) периоды 2019 г. в ходе работ Северо-Кавказской комплексной экспедиции, а

также опросов местных жителей. Основными районами изучения были горные территории Галанчожского, Итум-Калинского и Шаройского, а также частично Веденского административных районов Чеченской Республики, преимущественно в границах Аргунского историко-культурного заповедника.

В ходе работ особое внимание уделялось распространению сохранившихся руин бывшей селитбы (горных аулов) и состоянию нагорных террас, широко представленных в районах исследования. Проводилось их комплексное описание и сравнение с прилегающими природными комплексами. Также использовались наблюдения, проведенные ранее в горных районах Дагестана и Кабардино-Балкарии.

Для территории горной части Чеченской Республики составлена карта поселений на состояние второй половины XIX в. На основе данных дистанционного зондирования для одного из ключевых участков – окрестностей селения Итум-Кале – была построена специальная ГИС-модель нагорных террас и проведена оценка их современного состояния.

#### **Результаты исследования**

##### ***Пространственно-временные особенности и закономерности трансформации культурных ландшафтов гор***

Особенностью КЛ горных этносов Северного Кавказа является то обстоятельство, что каждое горное общество формировало свой самодостаточный и зачастую изолированный ландшафтно-хозяйственный ареал в пределах трех геоморфологических «ниш» – в четко видном расширении речных долин (ущелий), т.е., в котловине, ее склонах и на поверхности нагорных плато [14]. Обычные днища ущелий и речные поймы (как правило, сложенные обломочным материалом с минимальным слоем мелкозема или вовсе без него) были малопригодны для освоения в силу рисков, связанных с экстремальными расходами и паводками, особенно часто проявлявшимися в XIX в. – в эпоху похолодания и повышенного увлажнения на всем Северном Кавказе.

Специализация и распространение угодий в границах такого ландшафтно-хозяйственного ареала также резко отличны от привычных моделей равнинных КЛ. К общинным землям относились пространства горных пастбищ (альпийские луга на уровне 1800 м и выше), аульных выгонов (примыкавших к аулам и используемых для «надомного» скота) и сенокосов (делившихся по жребию между жителями участки на склонах близ аулов). Как отмечает Я.З. Ахмадов [14, с. 73], «Вследствие особых условий в горах, особенно в высокогорной части Чечни, практически все пахотные участки существовали в форме естественных и искусственных террас – созданных на склонах гор искусственных площадок». Малоземелье, выраженное на Северном Кавказе повсюду, было основным фактором формирования своеобразной структуры КЛ, относящегося по классификации А.В. Лысенко [25] к высокогорно-

среднегорному поясу. В Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии, Северной Осетии, Дагестане, горной Чечне и Ингушетии в конце XIX – начале XX вв. на душу населения приходилось менее гектара пашни, а покосов – не более полгектара [26; 27].

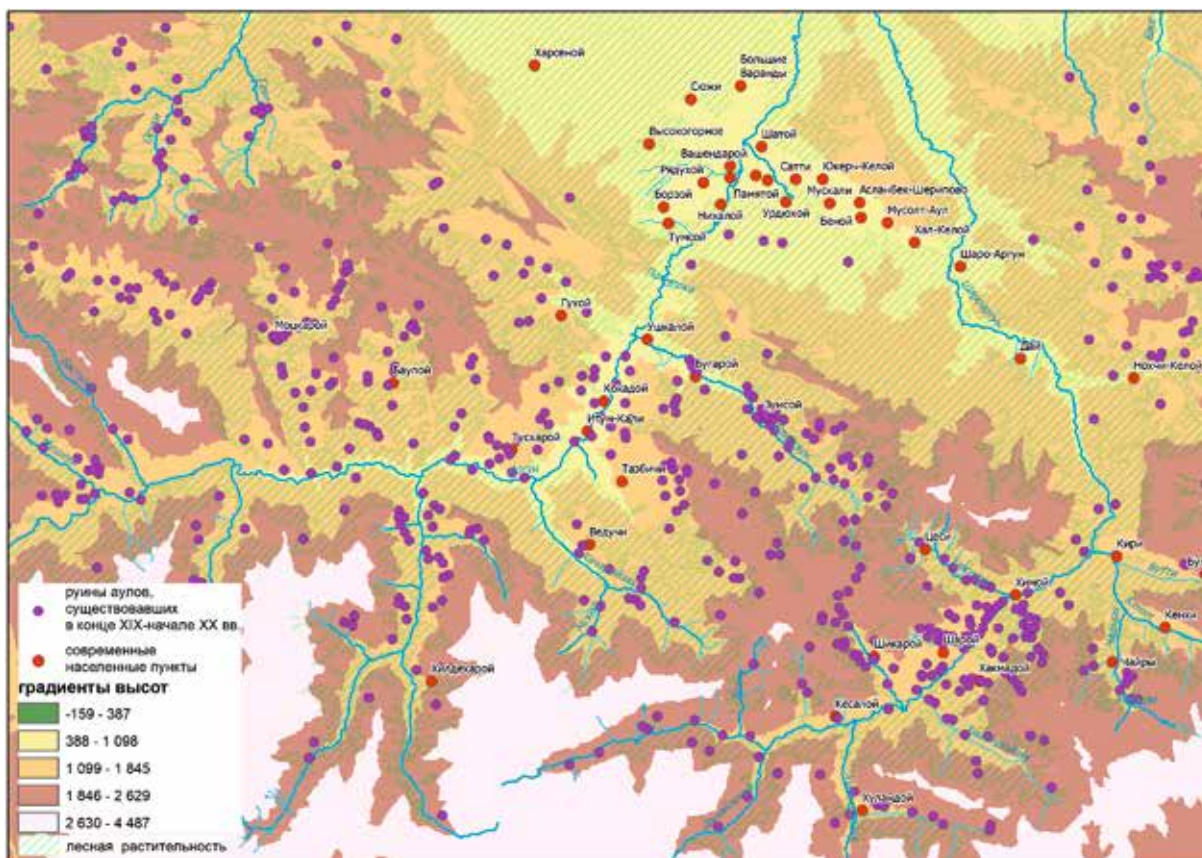
Устройство полей на искусственных террасах приводило к коренной перестройке природных ландшафтов гор за счет изменения профиля, плановой и поперечной кривизны склонов, трансформации водного и термического режима грунтовой толщи, а также – формирования культурного горизонта почв с относительно высоким плодородием [28; 16; 29]. Все это в целом увеличивало общую негэнтропию КЛ за счет постоянно поддерживаемой контрастности условий между нетронутыми и террасированными участками склонов.

А.Б. Вагапова отмечает [27] и контрастность в пределах самих террас – между участками выемки скального грунта (где происходило обнажение элювия породы, и, следовательно, – ксерофитизация условий), участками насыпной почвенно-грунтовой толщи с поддерживаемыми мезофильными условиями) и нижележащим откосом (или подпорной стенкой).

Именно негэнтропия определяет необходимость постоянного привнесения энергии «извне» (труд многих поколений крестьян) для поддержания внутренней структуры КЛ. В этом смысле наблюдаемые ныне в средне- и высокогорной зонах Северного Кавказа процессы заброса и запустения не уникальны. Волны первичного освоения и заброса, реосвоения («вторичной колонизации») и нового запустения неоднократно имели место в историческом прошлом, причем ввиду изменившихся природных, социально-политических и технических условий, каждая новая волна освоения отчасти «размывает» сохранившиеся фрагменты КЛ предыдущей волны и создает свой «рисунок» в пространстве вмещающего природного ландшафта. Именно это обстоятельство подчеркивается в работе А.Б. Вагаповой: характеризуя предпоследнюю волну заброса-реосвоения, захватившую конец XIX – начало XX в., автор отмечает, что «восстановление естественной растительности на террасах началось в конце XIX в., когда начался процесс постепенного переселения горных жителей на равнинные районы. Однако природопользование носило уже более примитивный характер: горцы не утруждали себя возведением террас, приращение новых площадей пашни осуществлялось за счет распашки естественных кормовых угодий» [27, с. 444].

Если считать селитбу (в данном случае – горные аулы) центрами ландшафтно-хозяйственных ареалов, то самое общее представление о произошедшей за последние 150 лет трансформации пространства обитания дает реконструкция сети населенных пунктов горной части Чечни на конец XIX – начало XX в. (рис. 1).

В контексте настоящей работы, помимо теоретических закономерностей, нам важны практиче-



**Рис. 1.** Руины горной части Чеченской республики – населенные пункты (горные аулы, замковые комплексы и башни) существовавшие в конце XIX– начале XX вв. Градиенты высот приведены по значениям «естественные границы» на основе ЦМР

**Fig. 1.** The ruins of the mountainous part of the Chechen Republic – settlements (mountain villages, castle complexes and towers) that existed in the late XIX – early XX centuries. Elevation gradients are given by the values of “natural boundaries” based on DEM

ские «проекции» на окружающую нас действительность: процесс «одичания» местности (термин В.П. Семенова-Тян-Шанского [30]) КЛ не нов и не уникален. Для региона Северного Кавказа наиболее ценным и одновременно уязвимым элементом структуры КЛ являются нагорные «напашные» террасы, цикл эко-реабилитации которых, по данным уже проведенных исследований [27], занимает от 30 до 60 лет, и которые отчасти сохраняются лишь при использовании их хотя бы в качестве пастбищ. При этом уровень изученности террасовых ландшафтов Северного Кавказа остается неудовлетворительным – особенно на фоне целого ряда работ последних двух десятилетий, посвященных террасовым ландшафтам, замечательным обобщением которых явилась коллективная монография «World Terraced Landscapes» [31].

**Нагорные террасы как элемент культурного ландшафта гор.** Искусственные террасы Северного Кавказа неоднократно становились предметом исследования. Базовой работой (к которой отсылаются многие исследователи) является монография Б.А. Калоева «Земледелие у народов Северного Кавказа» [15]. Уникальность позиций террас в КЛ Чечни освещена в «Очерке исторической географии» этой республики Я.З. Ахмадова [3]; обобщающая работа М.И. Скрипниковой [16] рассматривает конструкционные и агро-

экологические особенности древних (вероятно, относящихся к Кобанской эпохе) террасовых комплексов плато Бечасын, расположенного между Скалистым хребтом и массивом Эльбрус; Б.Х. Кучмезов, характеризуя земледелие у балкарцев [26], описывает естественные пашенные участки, 70% которых приходилось на террасы. Работа группы соавторов [32] посвящена земледельческим террасам с межевыми откосами в горном Дагестане.

Тем не менее, важные вопросы генезиса, типологии, функционирования и экосервисного значения террас остаются нераскрытыми. Более того, Р.А. Тавасиев в цикле статей [33; 34] вообще высказывает серьезные сомнения в реальности создания искусственных террас в высокогорье. Не имея возможности приводить полную аргументацию исследователя, отметим, что в его работах рассматривается альтернативный природный механизм стадийной деградации озер с образованием террасовых серий в межгорных котловинах и главных ущельях Северной Осетии, а также в Джейрахской котловине Ингушетии. С этих позиций горцы, в лучшем случае, могли приспособлять участки озерных террас под поля, однако их эксплуатация рано или поздно приводила к активизации эрозионных и обвально-осыпных процессов, что в итоге заканчивалось деградацией и забросом полей.

Тем не менее, на примере хорошо изученных регионов с аналогичными субстратами горных склонов, сложенных известняками и флишевыми формациями, например, Греции [35], или Италии [36], известно, что террасы строились, по меньшей мере, с античных времен в индивидуальных хозяйствах, правда исключительно при наличии мужской силы, ибо составляющие процесса – выворачивание обломков из скалы, разбивание, переволакивание и укладка в подпорную стенку – могли быть исключительно мужским (или рабским?) занятием. Чаще всего террасы устраивались на предварительно освобожденных (многолетним выпасом или подсекой) от растительности склонах, в противном случае приходилось рубить и корчевать деревья. Террасирование, скорее всего, проводилось в летнее время, когда, удельный вес подсыхающих к середине лета почв, как правило, уменьшается, что возможно облегчало их «перелопачивание» и перемещение. Одновременно скальные обломки укладывались вдоль склона, создавая конструкцию подпорной стенки; именно поэтому законченная терраса как бы следует контуру естественного рельефа, и когда мы имеем дело с серией террас, то это создает тот самый «эстетический» пейзажный эффект деления склона на правильные ритмические фрагменты.



**Фото 1.** Террасированные поля в средней части пологого склона хребта Хача-Ройдун в ландшафтно-хозяйственном ареале с. Ведучи (фото Е.Ю. Колбовского, февраль 2019 г.)

**Рис. 1.** Terraced fields in the middle part of the gentle slope of the Khacha-Roydun ridge in the landscape-peasant area with. Veduchi (photo by E. Yu. Kolbovsky, February 2019)

Далее с тыловой стороны террасы подсыпалась земля, вероятно последовательными этапами, всякий раз до уровня каменной кладки; затем кладка (если необходимо) надстраивалась, и подсыпка также поднималась.

Исходя из минимизации объемов подсыпки для выравнивания, можно предположить, что на вогнутых склонах проще было устраивать террасу в нижней части фаса, а на выпуклых, наоборот, – в верхней. Пла-

новая кривизна – разделение склона на рассеивающие (вдоль контрфорсов) и собирающие (вдоль тальвегов) участки также влияла на конструкцию, поскольку устройство террас в прикилевой части элементарных водосборов требовало устройства дренажа для пропуска дождевых и/или талых вод.

Подпорную стенку следует рассматривать как своего рода «древний габион», поскольку плотная кладка из крупных камней и обломков постепенно забивалась мелкоземом и функционировала не только как механическая опора, но и как естественный живой фильтр.

Очевидно, что сохраняющиеся до нашего времени террасовые комплексы Кавказа принадлежат к разным эпохам и были созданы разными этносами. М.И. Скрипникова [16], описывая серии террас вогнутых склонов Сочинского национального парка, датирует их серединой первого тысячелетия до н.э., полагая строителями греческих колонистов. А.В. Борисов и И.А. Идрисов с соавторами [32], относя эпоху массового заложения террас к рубежу II-I тыс. до н.э. (и допуская вероятное влияние на технологию Средиземноморского очага), описывают характерный для Дагестана механизм постепенного превращения насыпных террас с межевыми откосами в «напашные» террасы.

По сведениям Б.Х. Кучмезова [26], устройство террас в Балкарии продолжалось вплоть до середины прошлого века. Он же приводит количественные данные, характеризующие трудоемкость строительства крупных (до 1–1,5 га с высотой подпорных стен от 1 до 7 м) террас, требовавших напряженной работы коллектива до 100 человек в течение нескольких месяцев, перемещавших за этот период до 15000 м<sup>3</sup> скальных обломков и грунта.

Не может считаться твердо установленной и типология террас. Из 10 типов общемировой классификации террас (предложенной Дж. Е. Спенсером и Дж.А. Хейлом [31]) к собственно нагорным террасам Северного Кавказа могут быть отнесены наклонные невыровненные террасы с естественным атмосферным увлажнением, а также горизонтальные террасы с подпорной стенкой, выровненные за счет переноса грунта из тыловой присклоновой части во фронтальную. М.А. Агларов [29] считает основными (для Северного Кавказа) узкие террасы с подпорными стенками на высоких (иногда скальных) склонах и террасовые поля с широкой площадкой, как бы обвалованные подпорными стенками (см. фото 1). Для горного Дагестана этот автор выделил еще два типа: межевые террасы с выкашиваемыми откосами и террасные поля на поймах и речных (вероятно – низких) террасах [28].

#### **Геоморфологический анализ элементов культурного ландшафта**

Очевидно, что исследование культурных ландшафтов Северного Кавказа в целом и нагорных террас, в частности, требует привлечения современных методов геоинформационного моделирования.

Однако для того чтобы использовать эти методы для решения, например, задач классификации нагорных террас, необходимо привлекать высокоточные коммерческие данные, отличающиеся от свободно распространяемых высотных данных – Digital Elevation Model (DEM) тем, что они «приведены» (за счет использования данных радаров и лазерного сканирования) к земной поверхности и освобождены от растительного покрова, строений, сооружений и артефактов, например ALOS AW3D level 3 – Digital Terrestrial Model [37].

Тем не менее, и свободно распространяемые DEM, например, ASTER GDEM с размером ячейки 90\*90 м [37], позволяют посредством ГИС-моделирования решать ряд задач, среди которых:

- выявление первичной морфометрии террас;
- классификация террас по их приуроченности к склонам различной морфологии;
- выявление общей террасированности территории;
- определение состояния террас через соотношение разных видов современного землепользования в их пределах;
- расчет различных индексов стабильности террас.

Подробный анализ соответствующих моделей находится за рамками данной работы – мы лишь продемонстрируем некоторые возможности на примере выбранного ключевого участка в окрестностях Итум-Кале – административного центра одноименного района Чечни. Район пережил обычную трансформацию: заброс мелких населенных пунктов (и запустение примыкавших к ним ландшафтно-хозяйственных ареалов), концентрацию населения в сохраняющихся (и укрупненных) селах.

Основные используемые параметры – площадь и преобладающий высотный уровень (параметр majority) для сохраняющихся и утраченных населенных пунктов приведены в табл. 1.

Как можно видеть, решающим фактором заброса является не высота расположения населенного пункта (что интуитивно кажется логичным), а его размеры. Население оставляет, прежде всего, именно мелкие аулы, а сохранившиеся населенные пункты более чем на порядок превосходят утраченные по площади. Интересно, что аналогичный эффект (отсутствие прямой зависимости запустения от высоты места) отмечают и для территории французских Альп [24].

Террасовый комплекс сел Итум-Кале был выделен вручную по детальному космическому снимку (рис. 2). Серии террас расположены на склонах северо-восточной экспозиции. Обработке подвергались отдельные фасы склонов, укладываемые в элементарные водосборы по обе стороны от выводного тальвега, что хорошо демонстрируется наложением контуров террас на матрицу водосборов, полученную в программе Global Mapper с опцией стартовой площади, генерирующей водоток в 26 га.

Длина террас изменяется в широком диапазоне – от 14 до 400 м, но абсолютное большее число из них имеет длину приблизительно от 15 до 170 м. Площадь



Рис. 2. Террасы Итум-Калинской котловины  
Fig. 2. Terraces of the Itum-Kalinsky basin

Таблица 1 / Table 1

Сохранившиеся и исчезнувшие населенные пункты в окрестностях села Итум-Кале  
Preserved and extinct settlements in the vicinity the village of Itum-Kale

№	Название Name	Площадь, га Area, ha	Высота преобладающая, м Dominant height, m
<b>Сохранившиеся населенные пункты / Preserved settlements</b>			
1	Тусхарой / <i>Tuskharoi</i>	50,47	1335
2	Ведучи / <i>Veduchi</i>	141,71	1224
3	Тазбичи / <i>Tazbichi</i>	328,83	1105
4	Мухмерки / <i>Mukhmerki</i>	3,32	826
5	Кокадой / <i>Kakadoi</i>	78,51	790
6	Итум-Кале / <i>Itum-Kale</i>	67,98	777
<b>Исчезнувшие населенные пункты / Vanished settlements</b>			
1	Цюники / <i>Tsuneki</i>	3,71	1020
2	Батургу / <i>Baturgu</i>	1,12	1137
3	Хачарой-Эхк / <i>Hacharoi-Ekhk</i>	3,22	818
4	Басхой / <i>Easter</i>	4,24	1190
5	Ниж. Херахой / <i>The lower. Harachoi</i>	11,75	959
6	Верх. Херахой / <i>Top. Harachoi</i>	6,19	1239



террас – от 0,06 до 1,3 га, при этом большинство террас лежит в пределах от 0,1 до 0,26 га.

Для объективизации параметров изменения естественной пластики рельефа склонов террасами М. Агноллетти с соавторами [20] предложили использовать так называемый **индекс террасированности**, представляющий по сути плотность террас относительно ячеек гексагональной решетки.

С нашей точки зрения, гексагональная решетка – не оптимальное решение, поскольку она игнорирует размерность склонов и общую фрактальную природу структуры горного рельефа. Поэтому в данной модели использованы элементарные водосборы (рис. 3), в этом случае террасированность – это соотношение площади террас к площади элементарного водосбора.

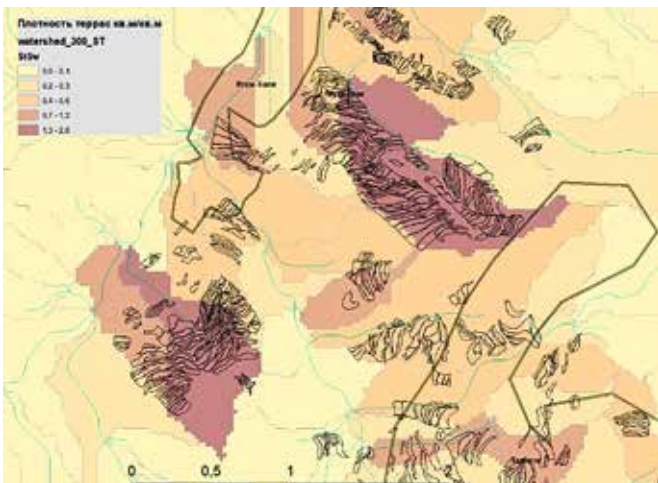


Рис. 3. Плотность террас в пределах элементарных водосборов Итум-Калинской котловины

Fig. 3. Density of terraces within the elementary catchments of the Itum-Kalinsky basin

Представляет интерес также **индекс интенсивности террасирования** – т.е., отношение длины террасы к площади террасовых ступеней (м на 1 га): чем выше эта величина, тем больше удельная ширина террасовых площадок на склонах (в данном случае – элементарного водосбора). Комбинируя классы плотности и интенсивности террасирования, можно классифицировать террасовые системы по степени преобразованности пластики рельефа гор. В общем случае, чем выше плотность террас, тем больше изменена первоначальная морфология склонов, и, следовательно, тем насущнее потребность в уходе за культурным ландшафтом и поддержании функционирования террасовых систем.

В ходе настоящей работы было оцифровано 427 нагорных террас, которые удалось дифференцировать методом кластерного анализа на 5 типов по совокупности морфометрических характеристик террас (длина, периметр и площадь поверхности, плановая и профильная кривизна склонов) и индексов ландшафтных местоположений (топографического индекса гребнекилевой специализации ТРІ и индекса относительной

высоты над водотоком НАR). Выделены следующие типы террас (приведены в порядке уменьшения занимаемой площади), различающиеся по морфологии и характеру современного землепользования:

1. Длинные террасы на пологонаклонных поверхностях средних частей выпуклых рассеивающих склонов (31% – пашня, 25% – пастбища, 25% – сады, 19% – находятся в стадии зарастания);

2. Террасы на пологонаклонных поверхностях средних частей вогнутых концентрирующих склонов (34% – сады, 31% – пашня, 21% – зарастающие, 16% – пастбища);

3. Крупные широкие террасы на наклонной поверхности в верхней части выпуклого рассеивающего склона (66% – пашня, 15% – пастбища, 9,5 – сады, 9,5% – зарастающие);

4. Небольшие террасы на наклонной поверхности нижней части вогнутого склона с линейной плановой кривизной (т.е. на прямых фасах склона) (42% – пашня, 36% – сады, 15% – пастбища, 11% – находятся в стадии зарастания);

5. Малые террасы на пологонаклонных поверхностях нижних частей вогнутых концентрирующих склонов (44% – пастбища, 30% – сады, 26% – пашня).

Таким образом, выпуклые рассеивающие склоны подвергались наиболее активному террасированию в окрестностях Итум-Кале, при этом длинные неширокие террасы этих мезоформ используются под пашни и пастбища. Террасы вогнутых концентрирующих средних частей склонов наряду с распашкой являлись местом для разведения садов. Широкие террасированные поля, как правило, устраивались на верхних полого-выпуклых частях склонов и использовались под пашню. Небольшие террасы вогнутых нижних частей склонов являются, по всей вероятности, наиболее древними. Они до сих пор используются под пашни, пастбища и сады и в наименьшей степени подвержены забросу.

Исследования, проведенные летом 2019 г. на территории Аргунского заповедника, выявили, что комплексы террас характерны практически для всех обследованных ЛХА: в непосредственной близости от руинированных строений и на ближайших к ним горных склонах, в том числе – на довольно значительной (свыше 2200 м) высоте. Изучение геологических условий позволило сформулировать следующую гипотезу, которая нуждается в детальной проработке и верификации. Поводом к устройству террас могло послужить часто встречающееся горизонтальное или близкое к нему залегание чередующихся аргиллитово-песчаниковых, либо аргиллитово-известняковых толщ разной мощности. В такой «пачке» песчаники и известняки играют роль «бронирующих» пластов, а аргиллит – сравнительно легко выветривающихся (хотя и более мощных по залеганию) горизонтов.

По-видимому, в ряде случаев первичное разруше-

ние аргиллита происходит при выпасе, когда овцы и крупный рогатый скот как бы выбивают и превращают в рухляк (дресву) толщу аргиллитов, что облегчает его последующее перемещение вниз по склону. В результате обнажается более устойчивый и тонкий пласт песчаников или известняков, на поверхности которого формируется субгоризонтальная поверхность тропы. Длительное использование под выпас превращает естественный участок горного склона в серию (иногда – несколько десятков) ступенчатых троп, опоясывающих как рассеивающие (возле контрфорсов), так и собирающие фасы.



**Фото 2.** «Препарированные» выпасом скотобойные тропы вскрывают геологическую структуру – чередующиеся толщи аргиллитов и песчаников, формируя «заготовки» для террасирования (Шаройский район, Чечня)

**Fig. 2.** Cattle trails “prepared” by grazing reveal the geological structure - alternating strata of mudstones and sandstones, forming “blanks” for terracing (Sharoy district, Chechnya)

Террасирование могло быть следующим шагом трансформации, когда две-три ступени объединялись в одну, посредством сноса одного-двух бронирующих пластов, что приводило к образованию более широкой площадки и использованию матрацевидных отделностей песчаника и известняка, как для укрепления откоса ступени, так и для других целей, например, строительства. Однако многовековой опыт жизни в горах позволял горцам весьма точно выбирать подходящие для террасирования склоны и готовить их под распашку, минуя фазу выпаса, – в этом случае предварительный этап должен был включать сведение леса и раскорчевку.

Полевые исследования позволяют утверждать, что в ближайших окрестностях горных аулов практически все более-менее пригодные участки были превращены в террасы (см. фото 3). Это подтверждается и сообщениями местных жителей, хранящих в своей памяти состояние территории на конец 1930-х гг. Наибольшая плотность террас наблюдается в преде-

лах горных лугово-степных и лесостепных котловин с выраженным чередованием юрских аргиллитов и песчаников. Характер разрушения аргиллитов (и, следовательно, ширина и наклон возникающей террасовой площадки) определяются не только морфологией склона (плановой и поперечной кривизной), но и собственно залеганием пластов, какое меняется в широких пределах – от горизонтального до сильнонаклонного.



**Фото 3.** Террасовый комплекс в окрестностях села Хакмадой (Шаройский район), июль 2019 г.

**Fig. 3.** Terrace complex near the village of Khakmadoy (Sharoy district), July 2019

Часть террасовых комплексов располагается на многочисленных оползневых телах. Устройство террас на более пологих поверхностях оползней и конусов выноса с рыхлым обломочным (щебнистым с песчано-глинистой фракцией) материалом требовало меньших усилий. Кроме того, как показали исследования, вдоль периферии оползневых тел обычно развиты глубокие ручьевые лоцины, что, по всей вероятности, облегчало увлажнение грунта. Также на оползневых склонах нередко встречаются небольшие озера, которые можно использовать как дополнительный источник увлажнения и как водопой для скота.

Кроме террас на высоких пастбищах был обнаружен и другой феномен КЛ – набросы камней, выбираемых, вероятно, в ходе использования склонов. Интересно, что подобный прием известен и в культурном ландшафте российского Севера, например в пределах островов Кижского архипелага Онежского озера, где такие каменные гряды («ровницы») играли роль межевых знаков, разделяющих сенокосные участки разных пользователей [12].

Единовременность заброса ландшафтно-хозяйственных ареалов горной Чечни подтверждается одновозрастностью молодых лесов (березовых, осиновых, сероольховых), выросших на склонах, некогда занимаемых напашными террасами, сенокосами и пастбищами (лежавшими ниже поясов субальпийских и альпийских лугов).

### **Современные подходы к оценке степени сохранности культурных ландшафтов гор и террасовых комплексов**

Террасы рассматриваются в Европе в целом, и в альпийских странах в частности, как важнейшая часть традиционного культурного ландшафта и учитываются как важный параметр индекса «историчности» [38]. В этой связи необходимость сохранения традиционных исторических ландшафтов гор уже не ставится под сомнение; разрабатываются методы характеристики состояния КЛ, оцениваются риски, связанные с их забросом и запустением.



**Фото 4.** Каменная гряда из собранных обломков известняка и песчаника на субальпийских лугах возвышенности Ялхорой

**Fig 4.** A stone ridge of collected fragments of limestone and sandstone in the subalpine meadows of the Ulhoroy Upland

Среди наиболее распространенных подходов – оценка качественных и количественных параметров землепользования для нескольких хронологических «срезов», сравнимых по характеру привлекаемых источников (исторических карт, одновременных данных дистанционного зондирования). Так, М. Агнолетти с соавторами [38; 39; 40] в итальянских регионах Тоскане и Лигурии выявили отказ от сельскохозяйственного использования территорий в пользу культурных лесопосадок на склонах, а также произвольное зарастание части заброшенных террас кустарником и мелкоколесем, интенсификацию оставшихся сельхозугодий, в том числе замену традиционных террас с оливковыми рощами на расширенные (т.е. устраиваемые на месте террас) виноградники.

Для альпийских стран отмечается [41; 24; 22; 31], что общей проблемой культурных ландшафтов гор являются, с одной стороны, неконтролируемая экспансия лесов, с другой – интенсификация землепользования с разрушением старых межевых элементов и укрупнением сельхозугодий. Зачастую при этом старые террасы «совершенствуют» с помощью тяжелой техники (бульдозеров), что приводит к нарушению их морфологии и ирригационных сетей.

Для изучения локальных закономерностей используется давно зарекомендовавшие себя в ландшафтной экологии метрики: число видов землепользования по сетке операционно-территориальных единиц, число размерность и конфигурация «патчей», индекс разнообразия Шеннона и другие. Как и следовало ожидать, метрики демонстрируют тенденцию к упрощению и гомогенизации ландшафтной мозаики не только в тех областях, где появляются новые виды землепользования (урбанизация, искусственное облесение), но даже и там, где общее число видов землепользования остается прежним – за счет интенсификации сельского хозяйства. Отдельной проблемой является то обстоятельство, что зарастание сельхозугодий в горах рассматривается «чистыми экологами» (биоэкологами) как позитивный процесс, при этом не учитывается обратная сторона подобной экореабилитации [42; 36].

Между тем заброс террас, начавшийся в Европе 50–60 лет назад (прежде всего в XX в. забрасывались наиболее узкие террасы, не подходившие для механизированной обработки [42; 9]), неизбежно ведет к возрастанию нестабильности горных склонов и развитию целого ряда неблагоприятных процессов экзогенной геодинамики [41].

Террасовые ландшафты практически всегда включают систему каналов подачи воды и дренирования, а также сеть троп и дорог, которые также могут функционировать как искусственные пути стока [43]. На Северном Кавказе, где устройство террас сопровождалось подачей воды из ущелий на террасированные склоны, заброс террас может провоцировать запуск процессов формирования множественных оползней, захватывающих, прежде всего, откосы между террасами. Поднятие (в результате экстремальных осадков) уровня грунтовых вод до некоего критического уровня может вызывать латеральную инфильтрацию с образованием полостей, возникновением промоин, выносом грунта, разрушением откосов и/или подпорных стенок и последующим размывом тела террасы. На серийных террасах подобное явление способно приобретать каскадный характер, что ведет к общей дестабилизации склонов и развитию эрозионных процессов, осыпей и оползней, в том числе весьма масштабных и опасных. Интересно, что навязываемые экологическими службами разных стран Европы мероприятия по облесению террас зачастую приводят только к усилению нестабильности [40; 41]: зарастание может ускорять разрушение подпорных стен и изменять в неблагоприятную сторону водный баланс грунтовой толщи.

Исследование стабильности террас привело к созданию специальных моделей эволюции (Landscape Evolution Model) культурных ландшафтов данного типа [36], учитывающих морфологию террас, а также параметры проявления дестабилизирующих факторов (осадков и стока). Использование моделей показало, что «экореабилитация» не лучшее решение для тради-

ционных горных ландшафтов, поскольку сохранение культивирования практически всегда обходится дешевле ликвидации последствия чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате искусственного облесения или естественного зарастания склонов.

### *Проблемы управления культурными ландшафтами гор*

Сохранение нагорных террас рассматривается как поддержание экосервисных функций контроля рисков развития неблагоприятных процессов экзогенной геодинамики, прежде всего – оползней и осыпей. Однако культурный ландшафт гор обеспечивает и целый набор так называемых нематериальных сервисов, эстетических и рекреационных [44], в совокупности формирующих региональный потенциал развития туризма и рекреации.

Проблема, однако, заключается в отсутствии комплексных программ управления ландшафтами, которые позволяли бы учитывать в рамках так называемого «образа желаемого будущего» интересы разных отраслей.

К примеру, даже в случае сохранения сельскохозяйственной специализации горных регионов переход на интенсивные технологии (например, создание новых террас для виноградников) также может выступать в роли триггера описанной цепочки причинно-следственных связей.

Новая система террас, закладываемая (с использованием тяжелой техники и перемещением значительных объемов грунта) в ответ на требования глобального рынка под виноградники в Испании и Италии в 1980–1990 годы, ухудшила не только эстетические свойства традиционного ландшафта, но и его экологическую устойчивость, приведя (например, в Тоскане) к резкой активизации обвально-осыпных процессов [42; 36]; при этом в отдельных случаях риску подвергались лежащие ниже туристические комплексы, поскольку обвалы и осыпи достигали уступов прибрежных клифов.

Не являются средством к спасению традиционного ландшафта и попытки развития туризма и рекреации, предпринимаемые в отрыве от хозяйственных интересов и нужд местных сообществ. Туризм и рекреация, как виды деятельности, не создают культурного ландшафта, а могут лишь (при условии продуманной организации) способствовать консервации и сохранению отдельных его элементов, в противном случае – умножают число косвенных факторов заброса и запустения, а также непосредственных триггеров разрушения КЛ.

Набравшие популярность в эпоху модерна (и особенно постмодерна) горнолыжные курорты (прежде всего, в альпийских регионах) имеют обратную сторону своего «процветания», плохо известную широкой публике и массовому потребителю: деградацию альпийских лугов и полувековой кризис целой отрасли,

сопровождающийся распадом местных общин и социальным расслоением населения [22; 42].

В условиях российской действительности туризм и рекреация несут с собой множество рисков различного характера, поскольку пребывание в горах дополнительного контингента людей многократно увеличивает объемы твердых бытовых отходов, способствует риску возникновения пожаров, является «тревожным» фактором для редкой фауны. Строящиеся наскоро «приюты» и горные отели редко имеют нормальные очистные сооружения, поэтому их функционирование неизбежно приводит к загрязнению горных рек и ручьев, что еще хуже, источников чистой воды. Сами процессы строительства, зачастую проводимого без всякой оценки воздействия на окружающую среду, являются мощным фактором возрастания уровня лавинной и селевой опасности.

Кроме того, торопливость, отсутствие тщательных предпроектных проработок и желание создать турпродукт непременно мирового уровня часто приводят к досадным недочетам и ошибочным решениям: таков пример ВТРК «Ведучи» (Чеченская Республика), где малоснежность зим вкупе с малоподходящей пластикой склонов не дадут шансов новому курорту функционировать в качестве «горнолыжного». Другой стороной этого же процесса является пренебрежение к скромным формам массовой рекреации для собственного населения, которая как раз (при налаженной системе пеших, конных и велосипедных маршрутов) способствовала бы популяризации культурных ландшафтов у подрастающего населения.

Туризм сегодня – частный бизнес, и доходы от него обогащают весьма ограниченный круг людей, что только усиливает социальное неравенство и диспропорции в обществе.

Строительство туристических центров является предтечей приватизации и дачно-коттеджного освоения (чтобы в этом убедиться – достаточно посетить сегодня легендарный Домбай (Карачаево-Черкесская Республика): в центре наиболее привлекательных ареалов с живописными видами на горные склоны рано или поздно появляются частные строения, а вместе с ними – заборы, шлагбаумы и другие признаки сокращения доступности пространства.

**Есть ли выход?** Возможно ли сбалансировать интересы сохранения уникального традиционного ландшафта с интересами развития местных сообществ и туристско-рекреационного девелопмента? Для Северного Кавказа выход представляется, прежде всего, во внимательном изучении Европейского, как положительного, так (и прежде всего) отрицательного опыта, который может быть условно сведен к трем категориям: специальному менеджменту горных территорий, мониторингу состояния культурных ландшафтов с использованием современных методов и наработанным практикам ухода за КЛ.

К первой категории можно отнести разнообразные программы, проекты и инициативы, а также регулятивные (нормативные, законодательные) меры по охране горных КЛ как исторического наследия. ФАО в 2002 г. запустило глобальную программу Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS) с целью разработки и распространения практик адаптивного управления агрокультурными системами и соответствующими традиционными сельскохозяйственными ландшафтами (куда были включены и горные). По инициативе ЮНЕСКО целый ряд образцов уникальных горных КЛ (в основном террасированных) были исследованы и включены в список объектов Всемирного наследия и, как правило, получили затем специально разработанные Планы управления территориями. Очевидно, что целый ряд объектов на Северном Кавказе достоин включения в данный список, например, комплекс памятников «Джейрах-Асса» в Ингушетии.

Для других замковых и башенных комплексов, сохранившихся строений старинных аулов может оказаться подходящей форма охраны, предлагаемая 73 ФЗ «Об охране культурного наследия» – «достопримечательное место». Однако остальные элементы КЛ этой юридической новеллой спасены быть не могут.

Особенностью современной ситуации в ряде регионов Северного Кавказа, например, в Чечне является разворачивающееся в последние годы одобренное властями движение «к историческим корням», в ходе которого в заброшенных ландшафтно-хозяйственных ареалах восстанавливаются сакральные центры, призванные служить новыми точками роста для реосвоения территории. Среди руин горных аулов возводятся (на частные средства) мечети, к ним прокладываются грунтовые дороги – таким образом, месту бывшего поселения возвращается «смысл» и «значимость», а элементам культурного ландшафта – важнейшее свойство достижимости. В большинстве таких мест пока никто не живет, но они посещаются и служат ориентиром для пока еще очень разреженной, но, тем не менее, появляющейся сети небольших ферм, хозяева которых, часто молодые люди пытаются разводить лошадей, пастись овец и т.д. Такие места становятся посещаемыми (пусть и сезонно), следовательно, возвращаются в круг коллективного сознания народа. В Чеченской Республике это движение совпадает с идеологией и политической государственного управления и находит поддержку у сотрудников ООПТ, поскольку элементы культурного ландшафта являются частью сохраняемых (помимо «дикой природы») раритетов – например, посещенного авторами Аргунского заповедника.

В этом плане для сохранения КЛ важны не столько практики охраны, сколько практики взаимодействия власти, местных сообществ и органов охраны природы, некоторые из подобных практик апробированы сегодня в самых разных регионах мира, и прежде всего, в Европе. Например, в Италии в 2005 г. была

инициирована программа «ALPTEP project» для противодействия забросу культурных террасированных ландшафтов в Европейских Альпах. Задачи картографирования, оценки риска, расширения сельскохозяйственного использования и развития туризма решались в рамках программы Евросоюза «EU program Interreg Alpine Space» [8; 24; 31].

Вторая категория мер – так называемый структурный менеджмент [36] – включает уже разработку и внедрение конкретных проектно-планировочных и инженерно-технических практик. К ним относятся самые разные процедуры – от специфических оценок воздействия предполагаемой деятельности с учетом эстетики горных ландшафтов (так называемые «визуальный ОВОС» – visual impact assessment [12]) до агрономии и устройства сельскохозяйственных объектов, и не в последнюю очередь техники ремонта и реконструкции подпорных стен, акведуков и дренажных систем в исторических ландшафтах.

Все вышеперечисленное невозможно без опоры на современные методы мониторинга, моделирования и оценки состояния культурных ландшафтов. Геоэкологический (ландшафтный, геоморфологический) мониторинг сфокусирован на изменении моделей землепользования, процессах зарастания, а также на отслеживании всех факторов так или иначе ответственных за устойчивость горных ландшафтов. Вероятно, отдельную позицию с учетом специфики Северного Кавказа должны занимать аспекты социально-экономического мониторинга состояния местных сообществ – начиная от вопросов доступности среды и заканчивая справедливостью земле- и ресурсопользования.

### Заключение

Культурные ландшафты гор представляют собой инвариант освоенного обитаемого пространства, усложненный наличием еще одного измерения. Противоположения элементов КЛ «далекий-близкий», «центральный-периферийный» дополняются здесь еще одним: «плоскость-вершина». Для формирования внутренней структуры КЛ решающее значение имели сезонная последовательность выпаса на сезонных пастбищах и нехватка пахотных земель. Первое обстоятельство определяло цикличность «круговорота» пастбищ второе – необходимость устройства искусственных террас на склонах гор.

Полевое изучение и моделирование культурного ландшафта горной части Чеченской Республики выявило значительную в прошлом степень освоенности территории, выражавшуюся в плотном размещении замковых комплексов, горных аулов и «отселков», а также широком распространении нагорных террас, составлявших вместе с пастбищами ландшафтно-хозяйственные комплексы различных сельских сообществ. Особенности происхождения и локализации террасовых комплексов для территории горной Чечни заключаются в их адаптированности геологическому

строению склонов. Обнаружена приуроченность террасовых комплексов к обширным древним оползням, получившим развитие в пределах горных котловин.

Заброс культурных ландшафтов гор – исторический процесс, вызванный глобальными причинами, сделавшими сельский труд в традиционных ландшафтах неконкурентоспособным, и приведшими к депопуляции ареалов обитания, с одной стороны, и «одичанию» местности, с другой. Прежде всего заустевают и утрачиваются мелкие и отдаленные (в том числе высокогорные) поселения. Дома и строения покинутых аулов разрушаются, заброшенные пастбища зарастают, но самая важная и (как оказалось – уязвимая) часть культурного ландшафта гор – нагорные террасы – уничтожаются двумя естественными процессами, во-первых, зарастанием, во-вторых, деградацией подпорных и ирригационных конструкций. Утрата элементов КЛ приводит к утрате всего набора связанных с ним экосервисных функций: средостабилизирующих, обеспечивающих, нематериальных.

Для Северного Кавказа ценным является мировой опыт управления, мониторинга и реконструкции культурных ландшафтов. Необходимое условие сохранения культурного ландшафта – делегирование на уровень местных сообществ прав и полномочий в сфере землепользования (в частности), и природопользования (в целом). В ряде регионов (прежде всего в горной Чечне) наблюдаются признаки развертывания процесса реви-

тализации традиционных горных ландшафтно-хозяйственных ареалов с предварительным восстановлением сакральных центров, которые служат как своего рода аттракторы в пространстве современного «фронтира».

Последнее обстоятельство, несмотря на целый комплекс проблем (среди которых усиливающиеся центростремительные тренды управления и хозяйствования, слабость жизнеобеспечивающих функций, появление необоснованных «флагманских» проектов туристско-рекреационного освоения), позволяет смотреть на ситуацию со сдержанным оптимизмом. Задача географии, на наш взгляд, – определить баланс между интересами сохранения уникального культурного ландшафта и задачами формирования благоприятного жизненного пространства в исторических очагах обитания горских народов.

### Выводы

Рассматриваются особенности структуры и функционирования культурных ландшафтов гор Северного Кавказа в контексте современного этапа социально-экономического развития региона. На примере ключевой территории – горной части Чеченской Республики – выявлены проблемы истории формирования и охарактеризованы параметры оценки состояния напашных террас, как наиболее ценных унаследованных элементов традиционной среды обитания местного населения. Проанализированы современные подходы к управлению и практики сохранения культурных ландшафтов.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Колбовский Е.Ю. Культурный ландшафт: в разнообразии значений не утративший смысл // *Наследие и современность*. 2018. №4. С. 3–11.
2. Macinnes L. Historic landscape characterisation / Bishop, K. and Phillips, A. eds. *Countryside planning: new approaches to management and conservation*. London: Earthscan. 2004. Pp. 155–169.
3. Swanwick C. The assessment of countryside and landscape character in England: an overview // Bishop, K. and Phillips, A. eds. *Countryside planning: new approaches to management and conservation*. London: Earthscan, 2004. pp. 109–124.
4. Jensen L.H. Changing conceptualisation of landscape in English landscape assessment methods // *Volume 12 From Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application*. 2005. Pp. 161–171.
5. Eetvelde V., Antrop M. A stepwise multi-scaled landscape typology and characterization for trans-regional integration, applied on the federal state of Belgium // *Landscape and Urban Planning*. 2009. 91. Pp. 160–170.
6. Antrop M. Why landscapes of the past are important for the future // *Landscape and Urban Planning*, Springer. 2005. 70. Pp. 21–34.
7. Mucher C.A., et al. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes // *Ecological Indicators*. 2010. N 10. Pp. 87–103.
8. Andreychouk V. Cultural landscape functions // *Landscape analysis and planning*. Geographical Perspectives. Springer. 2015. Pp. 3–19.
9. Garca-Ruiz A., Josa M. & Lana-Renault N. (2011). Hydrological and Erosive Consequences of Farmland Abandonment in Europe, with Special Reference to the Mediterranean Region. A Review // *Agriculture Ecosystems & Environment*. 2011. N 140. Pp. 317–338.
10. Matless D. *Landscape and englishness*. London: Reaktion Books. 1998. 368 p.
11. Benediktsson K. Scenophobia, Geography and the aesthetic politics of landscape // *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*. 2007. Volume 89. Issue 3. Pp. 203–217.
12. Колбовский Е.Ю., Медовикова У.А. Оценка эстетических свойств ландшафтов для управления территориями выдающейся культурно-исторической и природной ценности // *Известия Русского географического общества*. Том 148. 2016. №3. С. 61–75.
13. Roberts Brian K. *Landscapes of Settlement: Prehistory to the Present*. London: Routledge, 1996. 181 p.
14. Ахмадов Я.З. Очерки исторической географии и этнополитического развития Чечни в XVI–XVIII веках. Грозный: Благотворительный фонд поддержки чеченской литературы. 2009. 423 с.
15. Калоев Б.А. Земледелие у народов Северного Кавказа. М.: Наука. 1981. 249 с.
16. Скрипникова М.И. Рукотворные террасовые агроэкосистемы горных ландшафтов Евразии // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. N 10 (36). 2007. С. 35–45.
17. Даукаев А. Бассейн реки Аргун: промышленный и рекреационный потенциал / *Современные проблемы*

- геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Том VI / Под ред. Керимова И.А., Заалишвили В.Б., Черкашина В.И. Грозный: Академия наук Чеченской Республики, 2017. С. 466–449.
18. Родоман Б.Б. Поляризованная биосфера. Смоленск: Ойкумена, 2002. 336 с.
19. Antrop M. Landscape change and the urbanization process in Europe // *Landscape and Urban Planning*. 2004. 67(1-4). Pp. 9–26.
20. Agnoletti M., Cargnello G., Gardin L., Santoro A., Bazzoffi P., Sansone L., Pezza L., Belfiore L. Traditional landscape and rural development: comparative study in three terraced areas in northern, central and southern Italy to evaluate the efficacy of GAEC standard 4.4 of cross compliance // *Italian Journal of Agronomy*. N 6 (s1). 2011. Pp. 121–139.
21. Arnaez J., Lasanta T., Errea M.P., Ortigosa L. Land abandonment, landscape evolution, and soil erosion in a Spanish Mediterranean mountain region: the case of Camero Viejo // *Land Degrad. Dev*. N 22, 2011. Pp. 537–550.
22. MacDonald D., Crabtree J.R., Wiesinger G., Dax T., Stamou N., Fleury P., Gutierrez Lazpita J., Gibon A. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response // *Environ. Manage.* 2000. N 59. Pp. 47–69. DOI: 10.1006/jema.1999.0335.
23. Kelly C., Ferrara A., Wilson G.A., Ripullone F., Nolè A., Harmer N., Salvati L., Community resilience and land degradation in forest and shrubland socioecological systems: evidence from Gorgoglione, Basilicata, Italy // *Land Use Policy*. 2015. N 46. Pp. 11–20. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.01.026.
24. Hinojosa L., Napoléone C., Moulery M., Lambina E.F. The “mountain effect” in the abandonment of grasslands: Insights from the French Southern Alps // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2016. N 221. pp. 115–124.
25. Лысенко А.В. Культурные ландшафты Северного Кавказа: структура, особенности формирования и тенденции развития: Автореферат диссертации д-ра географ наук. Ставрополь, 2009. 41 с.
26. Кучмезов Б.Х. Земледелие у балкарцев // *Экономические отношения*. 2001. N 1. С. 66–79.
27. Вагапова А.Б. Эволюция сельскохозяйственного освоения естественных кормовых угодий // *Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Том VI. Под ред. Керимова И.А., Заалишвили В.Б., Черкашина В.И. Грозный: Академия наук Чеченской Республики, 2017. С. 442–446.*
28. Агларов М.А. Террасное земледелие Дагестана (Вопросы генезиса, культурной типологии и социальной роли системы) // *Studia Praehistorica*. 1986. Вып. 8. С. 50–63.
29. Агларов М.А. Еще раз о земледельческих террасах Дагестана // *Вестник Дагестанского научного центра*. 2016. N 62. С. 30–53.
30. Семенов-Тянь-Шанский В.П. Город и деревня в Европейской России: Очерк по экономической географии с 16 картами и картограммами // *Записки Русского Географического общества по отделению статистики*. СПб., 1910. Т. 10. Вып. 2. С. 36.
31. World Terraced Landscapes: History, Environment, Quality of Life / Varotto M., Bonardi L., Tarolli P. Springer. 2019. 356 p. DOI: 10.1007/978-3-319-96815-5.
32. Борисов А.В., Идрисов И.А., Коробов Д.С., Ельцов М.В., Савицкий Н.М., Плеханова Л.Н. Земледельческие террасы с межевыми откосами в горном Дагестане // *Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки*. Т. 10. N 4. 2016. С. 85–97.
33. Тавасиев Р.А. К вопросу о происхождении террас на склонах межгорных котловин Северной Осетии // *Вестник Владикавказского научного центра. Устойчивое развитие: экология, экономика, социальные отношения*. Т. 10. N 4. 2010. С. 36–43.
34. Тавасиев Р.А. О происхождении урочища поляна Фатанта // *Вестник Владикавказского научного центра*. Т. 15. N 3. 2015. С. 50–56.
35. Foxhall L. Feeling the earth move: cultivation techniques on steep slopes in classical antiquity // *Human landscapes in classical antiquity: environment and culture / edited by John Salmon and Graham Shipley*. London and New York: Routledge. 2003. Pp. 44–68.
36. Tarolli P., Preti F., Romano N. Terraced Landscapes: From an Old Best Practice to a Potential Hazard for Soil Degradation due to Land Abandonment // *Anthropocene*. 2014. N 6. Pp. 10–25.
37. Florinsky I.V., Skrypitsyna T.N., Luschikova O.S. Comparative accuracy of the AW3D30 DSM, ASTER GDEM, and SRTM1 DEM: A case study on the Zaoksky testing ground, Central European Russia // *Remote Sensing Letters*. 2018. Volume 9, Issue 7. Pp. 706–714
38. Agnoletti M. The degradation of traditional landscape in a mountain area of Tuscany during the 19th and 20th centuries: Implications for biodiversity and sustainable management // *For. Ecol. Manag.* 2007. N 249. Pp. 5–17.
39. Agnoletti M., Conti L., Frezza L., Santoro A. Territorial Analysis of the Agricultural Terraced Landscapes of Tuscany (Italy): Preliminary Results // *Sustainability*. 2015. N 7. Pp. 4564–4581.
40. Agnoletti M., Alessandro E., Santoro A., Dani A, Preti F. Terraced Landscapes and Hydrogeological Risk. Effects of Land Abandonment in Cinque Terre (Italy) during Severe Rainfall Events // *Sustainability*. 2019. N 11. Pp. 235–247.
41. Brancucci G. Instability of terraced landscapes: methods of risk analysis within the ALPTER project // *Terraced Landscapes of the Alps*. 2008. Pp. 16–18.
42. Parascandolo F. Crisis of landscapes, landscapes of the crisis: notes for a socio-ecological approach // *Journal of Research and Didactics in Geography*. 2016. N 1. Pp. 9–23.
43. Lesschen J.P., Schoorl J.M., Cammeraat L.H. Modelling runoff and erosion for a semi-arid catchment using a multi-scale approach based on hydrological connectivity // *Geomorphology*. 2009. N 109. Pp. 174–183.
44. Costanza R., de Groot R., Braat L., Kubiszewski I., Fioramonti L., Sutton P., Farber S., Grasso M. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? // *Ecosystem Services*. 2017. Vol. 28. Pp. 1–16.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/ Information about author:**

**КОЛБОВСКИЙ Евгений Юли-  
сович** – доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры физической географии мира и геоэкологии.

Круг научных интересов: экология ландшафтов, территориальное планирование и экологическое проектирование, ландшафтное планирование, ГИС-моделирование.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 119991, г. Москва, Россия.

Тел.: +7 (920)113-28-38.

E-mail: kolbowski@mail.ru

*Evgeny Yu. KOLBOWSKY – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Leading Researcher of the Department of World Physical Geography and Geoecology, Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, Russia.*

*Sphere of scientific interests: landscape ecology, regional and town planning, GIS-modelling*

*Ph.: +7(920)113-28-38.*

*E-mail: kolbowski@mail.ru*



**ПЕТРОВ Леонид Алексеевич** 364903 – магистрант кафедры физической географии мира и геоэкологии.

Круг научных интересов: эстетика ландшафтов, ГИС-моделирование.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, г. Москва, Россия.

Тел.: +7(985)807-83-73.

E-mail: leonid\_petrov\_1997@mail.ru

*Leonid A. PETROV – Graduate Student of Department of World Physical Geography and Geoecology, Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, Russia.*

*Sphere of scientific interests: landscape aesthetic, GIS-modelling.*

*Ph.: +7(985)807-83-73.*

*E-mail: leonid\_petrov\_1997@mail.ru*



**ПЕТРУШИНА Марина Нико-  
лаевна** – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения.

Круг научных интересов: горное ландшафтоведение, динамика ландшафтов, ландшафтная индикация, региональная физическая география, ландшафтная экология.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, г. Москва, Россия.

Тел.: +7(985)787-69-62.

E-mail: mnpetrushina@mail.ru

*Marina N. PETRUSHINA – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Landscape science.*

*Sphere of scientific interests: mountain's landscape science, landscape indication, physical geography of region.*

*Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, Russia.*

*Ph.: +7(985)787-69-62.*

*E-mail: mnpetrushina@mail.ru*



**ГАГАЕВА Зульфира Шернаев-  
на** – кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Чеченский государственный университет, 364024, г. Грозный, Россия; зав. сектором геологии и геоэкологии, Академия наук Чеченской Республики, 364903, г. Грозный, Россия.

Круг научных интересов: ландшафтоведение и ландшафтное картографирование.

Тел.: +7(928)889-30-59.

E-mail: zsh\_gagaeva@mail.ru

*Zulfira S. GAGAeva – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of Ecology and Nature Management, Chechen State University, 364024, Grozny, Russia; Head of the Geology and Geoecology Sector, Academy of Sciences of the Chechen Republic, 364903, Grozny, Russia.*

*Sphere of scientific interests: landscape science, landscape mapping.*

*Ph.: +7(928)-889-30-59.*

*E-mail: zsh\_gagaeva@mail.ru*

### **CULTURAL LANDSCAPES OF THE MOUNTAINS OF THE NORTH CAUCASUS: APPROACHES TO RESEARCH, RECONSTRUCTION AND PRESERVATION**

<sup>1</sup>E. Yu. Kolbowski,\*

<sup>1</sup>M. N. Petrushina,

<sup>1</sup>L. A. Petrov,

<sup>2,3</sup>Z.Sh. Gagaeva

<sup>1</sup> Lomonosov M.V. Moscow State University, 119991, Moscow, Russia, kolbowski@mail.ru

<sup>2</sup> Chechen State University, 364024, Grozny, Russia

<sup>3</sup> Academy of Sciences of the Chechen Republic, 364903, Grozny, Russia.

DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-3-397-412

Cultural landscapes of the North Caucasus were created by the work of many generations of the Highlanders from

the early Middle Ages to the Modern era under conditions that differed both in nature, in the framework of the mezzo



regions of the Western, Central and Eastern Caucasus, and in the native habitats of indigenous ethnic groups with distinctive environmental practices. The originality of cultural landscapes was formed as a result of adaptation of traditional types of nature management to the unique landscape mosaic, and is expressed in the unique combination of residential complexes, mountain agricultural terraces and pastures with natural surroundings. An analysis of the literature and the experience of studying key mountain areas in the Galanchozh, Itum-Kalinsky and Sharoy regions of the Chechen Republic show that the current state of cultural landscapes can be characterized as critical with the ongoing destruction and ruinization of the former settlement, revegetation in some parts of landscape-economic areas and intensive uncontrolled pasture load in others.. The abandonment and desolation of the historical habitats of the mountain peoples are caused by the collapse of local communities, the loss of control over resources by local residents, the formation of a new enlarged "cutting" of land use, depopulation, the emergence of resource and tourist-recreational forms of exploitation of the territory. This phenomenon is proposed to be considered as a "mountaineering" of the Caucasus, in the sense that this sequence of events was realized (in various national invariants) in the second half of the 20th century on the vast space of the "Alpine arc". The specificity of the postmodern scenario of the North Caucasus development was manifested in the fact that the leading factor in the alienation of resources and the destruction of traditions was not private capital, but errors in public administration that led to a shift in the native ethnic areas, including due to the eviction of mountain ethnic groups, which led to more than a quarter-century gap in the traditions of staying in the enclosing landscape.

The sequence of destruction of the cultural landscapes of the mountains is closely related to the features of their inherited structure: the distant and high-altitude villages and their adjacent landscape-economic area, the most vulnerable part of which is the mountainous terraces, become unused. The degradation of the cultural landscape entails the loss of the whole set of eco-service functions — environment-stabilizing, life-supporting, intangible, which contradicts both immediate aims and the long-term prospects for the region's socio-economic development of the region. At the same time, in a number of regions of the North Caucasus, and especially in the mountainous part of the Chechen Republic, there is a "return" movement (approved, and partly initiated by the authorities) to traditional high-mountain habitats ("historical roots"), during which the efforts of private business and volunteers restore sacred centers (designed to serve as new points of growth) and there are the first signs of the re-development of the territory (small farms, seasonal shelters and roads) – a process that can be called "nativization".

**Keywords:** cultural landscapes of mountains, Chechen Republic, landscape-peasant areal, mountain terraces, GIS modeling, landscape management.

#### References

1. Kolbovski E. J. Cultural landscape: the variety of values have lost their meaning. *Heritage and modernity*, 2018, no. 4, pp. 3–11.
2. Macinnes L. Historic landscape characterisation. Bishop, K. and Phillips, A. eds. *Countryside planning: new approaches to management and conservation*. London, *Earthscan*, 2004, pp. 155–169.
3. Swanwick C. The assessment of countryside and landscape character in England: an overview. Bishop, K. and Phillips, A. eds. *Countryside planning: new approaches to management and conservation*. London, *Earthscan*, 2004, pp. 109–124.
4. Jensen L.H. Changing conceptualization of landscape in English landscape assessment methods. *Volume 12 From Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application*, 2005, pp. 161–171.
5. Eetvelde V., Antrop M. A stepwise multi-scaled landscape typology and characterization for trans-regional integration, applied on the federal state of Belgium. *Landscape and Urban Planning*, 2009, no. 91, pp. 160–170.
6. Antrop M. Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*, Springer; 2005, no. 70, pp. 21–34.
7. Mucher C.A., et all. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes. *Ecological Indicators*, 2010, no. 10, pp. 87–103.
8. Andreychouk V. Cultural landscape functions. *Landscape analysis and planning. Geographical Perspectives*, Springer; 2015, pp. 3–19.
9. Garca-Ruiz A., Josa M. & Lana-Renault N. (2011). Hydrological and Erosive Consequences of Farmland Abandonment in Europe, with Special Reference to the Mediterranean Region. A Review. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2011, no. 140, pp. 317–338.
10. Matless D. Landscape and englishness. London, *Reaction Books*, 1998, 368 p.
11. Benediktsson K. Scenophobia, Geography and the aesthetic politics of landscape. *Geografiska Annaler, Series B, Human Geography*, September 2007, vol. 89, issue 3, pp. 203–217.
12. Kolbovski E. Yu., Medovikov W. A. Evaluation of aesthetic properties of landscapes to manage areas of outstanding cultural, historical and natural values. *Proceedings of the Russian geographical society*, 2016, vol. 148, no.3, pp. 61–75.
13. Roberts Brian K. Landscapes of Settlement: Prehistory to the Present. London, *Routledge*, 1996, 181 p.
14. Akhmadov Y. Z. Essays on historical geography and ethno political development of Chechnya in the XVI-XVIII centuries. *Grozny, Charitable Foundation for the support of Chechen literature*, 2009, 423 p
15. Kaloev B. A. Agriculture among the peoples of the North Caucasus. *Moscow, Nauka*, 1981, 249 p.
16. Skripnikova M. I. Man-made terrace agro ecosystems of mountain landscapes of Eurasia. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2007, no. 10 (36), pp. 35–45.
17. Daukaev A. The Argun river Basin: industrial and recreational potential. Modern problems of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus. Volume VI. Edited by Kerimov I. A., Zaalishvili V. B., Cherkashina V. I. *Grozny, Academy of Sciences of the Chechen Republic*, 2017, pp. 466–449.

18. Rodoman B. B. Polarized biosphere. *Smolensk, Oukumena*, 2002, 336 p.
19. Antrop M. Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning*, 67(1-4), 2004, pp. 9–26.
20. Agnoletti M., Cargnello G., Gardin L., Santoro A., Bazzoffi P., Sansone L., Pezza L., Belfiore L. Traditional landscape and rural development: comparative study in three terraced areas in northern, central and southern Italy to evaluate the efficacy of GAEC standard 4.4 of cross compliance. *Italian Journal of Agronomy*, 2011, no. 6 (s1), pp. 121–139.
21. Arnaez J., Lasanta T., Errea M.P., Ortigosa L. Land abandonment, landscape evolution, and soil erosion in a Spanish Mediterranean mountain region: the case of Camero Viejo. *Land Degrad. Dev.* 2011, no. 22, pp. 537–550.
22. MacDonald D., Crabtree J.R., Wiesinger G., Dax T., Stamou N., Fleury P., Gutierrez Lazpita J., Gibon A. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response. *Environ. Manage.*, 2000, no. 59, pp. 47–69. DOI: 10.1006/jema.1999.0335.
23. Kelly C., Ferrara A., Wilson G.A., Ripullone F., Nolè A., Harmer N., Salvati L., Community resilience and land degradation in forest and shrubland socioecological systems: evidence from Gorgoglione, Basilicata, Italy. *Land Use Policy*, 2015, no.46, pp. 11–20. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.01.026.
24. Hinojosa L., Napoléone C., Moulery M., Lambina E.F. The “mountain effect” in the abandonment of grasslands: Insights from the French Southern Alps. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2016, no. 221, pp. 115–124.
25. Lysenko A.V. Cultural landscapes of the North Caucasus: structure, features of formation and development trend. *Abstract of dissertation by Dr. of Geographical Sciences. Stavropol*, 2009, 41 p.
26. Kuchmezov B. H. Agriculture of the Balkars. *Economic relations*, 2001, no. 1, pp. 66–79.
27. Vagapova A. B. Evolution of agricultural development of natural forage lands. *Modern problems of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus*. Vol. VI. Under the editorship of I. A. Karimov, Zaalishvili V. B., V. I. Cherkashin Grozny, Academy of Sciences of the Chechen Republic, 2017, pp. 442–446.
28. Aglarov M. A. Terraced farming of Dagestan (Questions of Genesis, typology, cultural and social system roles). *Studia Prehistorica*, 1986, vol. 8, pp. 50–63.
29. Aglarov M. A. Once again about agricultural terraces of Dagestan. *Bulletin of the Dagestan Scientific Center*, 2016, no. 62, pp. 30–53.
30. Semenov-Tian-Shansky VP. City and village in European Russia: Essay on economic geography with 16 maps and cartograms. *Notes of the Russian Geographical Society for the Department of Statistics*, vol. 10, issue 2. St. Petersburg, 1910, p. 36.
31. World Terraced Landscapes: History, Environment, Quality of Life. Varotto M., Bonardi L., Tarolli P. *Springer*, 2019, 356 p. DOI: 10.1007/978-3-319-96815-5.
32. Borisov A. V., Idrisov I. A., Korobov D. S., Eltsov M. V., Savitsky N. M. Plekhanova, L. N. Agricultural terraces with boundary slopes in mountainous Dagestan. *Bulletin of the Dagestan state pedagogical University, Natural and exact Sciences*, 2016, vol. 10, no. 4, pp. 85–97.
33. Tavasiev R. A. on the origin of terraces on the slopes of intermountain basins of North Ossetia. *Bulletin of Vladikavkaz Scientific Center. Sustainable development: ecology, economy, social relations*, 2010, vol. 10, no. 4, pp. 36–43.
34. Tavasiev R. A. On the origin of the tract fields of Patent. *Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center*, 2015, vol. 15, no. 3, pp. 50–56.
35. Foxhall L. Feeling the earth move: cultivation techniques on steep slopes in classical antiquity. *Human landscapes in classical antiquity: environment and culture*. Edited by John Salmon and Graham Shipley. London and New York, Routledge, 2003, pp. 44–68.
36. Tarolli P., Preti F., Romano N. Terraced Landscapes: From an Old Best Practice to a Potential Hazard for Soil Degradation due to Land Abandonment. *Anthropocene*, 2014, no. 6, pp. 10–25.
37. Florinsky I.V., Skrypitsyna T.N., Luschikova O.S. Comparative accuracy of the AW3D30 DSM, ASTER GDEM, and SRTM1 DEM: A case study on the Zaosky testing ground, Central European Russia. *Remote Sensing Letters*, 2018, vol. 9, issue 7, pp. 706–714
38. Agnoletti M. The degradation of traditional landscape in a mountain area of Tuscany during the 19th and 20th centuries: Implications for biodiversity and sustainable management. *For. Ecol. Manag.*, 2007, no. 249, pp. 5–17.
39. Agnoletti M., Conti L., Frezza L., Santoro A. Territorial Analysis of the Agricultural Terraced Landscapes of Tuscany (Italy): Preliminary Results. *Sustainability*, 2015, no. 7, pp. 4564–4581.
40. Agnoletti M., Alessandro E., Santoro A., Dani A, Preti F. Terraced Landscapes and Hydrogeological Risk. Effects of Land Abandonment in Cinque Terre (Italy) during Severe Rainfall Events. *Sustainability*, 2019, no.11, pp. 235–247.
41. Brancucci G. Instability of terraced landscapes: methods of risk analysis within the ALPTER project. *Terraced Landscapes of the Alps*, 2008, pp. 16–18.
42. Parascandolo F. Crisis of landscapes, landscapes of the crisis: notes for a socio-ecological approach. *Journal of Research and Didactics in Geography*, 2016, no. 1, pp. 9–23.
43. Lesschen J.P., Schoorl J.M., Cammeraat L.H. Modelling runoff and erosion for a semi-arid catchment using a multi-scale approach based on hydrological connectivity. *Geomorphology*, 2009, no. 109, pp. 174–183.
44. Costanza R., de Groot R., Braat L., Kubiszewski I., Fioramonti L., Sutton P., Farber S., Grasso M. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 2017, vol. 28, pp. 1–16.

Article received 14.03.2109



*Мера жизни не в ее длительности,  
А в том, как ее использовали.*  
**М. Монтень**

## **ОЛЕГУ ЗНАУРОВИЧУ ГАБАРАЕВУ – 60 ЛЕТ**

25 июля 2019 г. исполнилось 60 лет ученому, доктору технических наук, профессору Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета) Олегу Знауровичу Габараеву.

Юбиляр родился в селе Знаури, Южная Осетия, в семье служащих. В 1976 году окончил Знаурскую осетинскую школу и поступил в Северо-Кавказский горно-металлургический институт на специальность «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых», который в 1981 окончил с красным дипломом.

С 1981 по 1982 год О. З. Габараев работал горнорабочим на руднике «Комсомольский» Норильского горно-металлургического комбината.

В 1984 году окончил очную аспирантуру СКГМИ и начал работать в отраслевой научно-исследовательской лаборатории МЦМ СССР.

В 1987 году был избран ассистентом кафедры «Технология разработки месторождений» СКГМИ, а позже старшим преподавателем (1990), доцентом (1994) и профессором (2000).

В 2001 году Габараев О. З. возглавил кафедру «Технология разработки месторождений».

В 2005 году был избран деканом горно-геологического факультета, в 2007 году назначен на должность проректора СКГМИ, а с 2017 года – на должность заведующего кафедрой «Горное дело».

Ученая степень кандидата технических наук О. З. Габараеву присуждена в 1993 г. Степень доктора технических наук присуждена в 2000 году.

В 1985–1987 годы за научно-исследовательские работы, связанные с повышением эффективности обработки маломощных крутопадающих месторождений, он был удостоен Премии Министерства цветной металлургии СССР.

В 2002–2003 гг. после схода ледника Колка Габараев О. З. вел научное руководство спасательными работами в Кармадонском ущелье. Под его руководством впервые в мировой практике была осуществлена проходка горной выработки в движущейся льдо-породной массе.

Его научно-организационный и преподавательский опыт был востребован и в братской республике – в 2008 году он участвовал в составе рабочей группы Рособразования в организации помощи образовательным учреждениям Республики Южная Осетия.

В течение ряда лет О. З. Габараев является экспертом Рособнадзора, федеральным экспертом научно-технической сферы и членом Федерального УМО по направлению «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия», членом экспертного совета по проблемам разработки месторождений твердых полезных ископаемых ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.



Олег Знаурович в свои студенческие годы был активным участником стройотрядовского движения. Он и сегодня один из инициаторов возрождения стройотрядовского движения в Республике Северная Осетия-Алания.

Научная и преподавательская деятельность Габараева О. З. отмечена почетными званиями и наградами: «Заслуженный деятель науки Республики Северная Осетия-Алания», (2002 г.); «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации» (2011 г.); «Заслуженный деятель науки Республики Южная Осетия», (2011 г.), «Почётный работник выс-

шего профессионального образования Российской Федерации» (2003 г.); орден Дружбы (2011 г.); медаль «В ознаменование 20-летия Республики Южная Осетия», (2013 г.).

Нашему коллеге, ученому, влюбленному в родной вуз, доброму и эмоциональному человеку мы желаем новых творческих свершений, крепкого здоровья и долгих лет жизни!

*Редколлегия журнала  
«Устойчивое развитие горных территорий»*

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

### ГЛУБОКОУВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

В соответствии с заключением Президиума ВАК Минобрнауки РФ от 26.03.2019 г. статьи для публикации в журнале «Устойчивое развитие горных территорий» принимаются по следующим отраслям и группам наук:

05.05.06 – Горные машины (технические науки);

25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых (технические науки);

25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (технические науки);

25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) (технические науки);

25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки);

25.00.24 – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки).

Помимо этого, в рамках международной базы цитирования Scopus тематика Журнала ориентирована на следующие отрасли и группы наук:

1. Технические науки (Engineering);

2. Науки о Земле и планетарные науки (Earth and Planetary Sciences);

3. Наука об окружающей среде (Environmental Science).

В журнале «Устойчивое развитие горных территорий» печатаются:

- статьи с изложением новых научных результатов, объемом не более 10 машинописных страниц, включая иллюстрации и таблицы;

- краткие сообщения, содержащие информацию о важных результатах предварительных исследований, объемом 3–5 страниц (эти материалы впоследствии могут использоваться в тексте полной статьи);

- обзоры печатных работ по актуальным проблемам устойчивого развития горных территорий, объемом 20–25 страниц по заказу редакции.

К опубликованию также принимаются платные рекламные сообщения о новых материалах, технологиях, приборах и аппаратуре, соответствующие тематике журнала.

Все работы должны соответствовать тематике журнала. Предоставленные рукописи проходят этапы предварительного и итогового рецензирования, и в случае необходимости, направляются авторам на исправление и доработку. Рукописи в журнале публикуются на русском либо английском языках, аннотации на русском и английском языках.

Журнал публикует исключительно оригинальные статьи. Автор несет полную ответственность за соблюдение этого требования. Рукописи, не принятые к опубликованию, авторам не возвращаются. Редакция также не возвращает присылаемые материалы.

**Редакция оставляет за собой право производить сокращение и редакторскую правку текста статьи. Исправления в тексте и иллюстрациях авторы могут вносить только на стадии подготовки статьи к набору. Корректурa авторам для просмотра не высылается.**

Несоблюдение правил оформления рукописи приведет к отклонению статьи.

Публикация бесплатна для авторов статей, написанных по заказу редакции, и для аспирантов.

За сведения в рекламных материалах редакция ответственности не несет.

Перепечатка допускается только с разрешения редакции и с обязательной ссылкой на журнал «Устойчивое развитие горных территорий».

### Инструкция для авторов

В редакцию необходимо предоставить следующие материалы:

- статья (структуру и правила оформления смотри ниже); представляется как в бумажном (2 экз.), так и в электронном виде. Второй экземпляр обязательно подписывается авторами;

- на отдельном листе: сведения об авторах, содержащие фамилию, имя, отчество, ученую степень, звание, название организации, служебный и домашний адрес и телефоны, e-mail (если есть) и указание, с кем из авторов предпочтительнее вести переписку;

- направление от организации, если предоставляемые материалы являются результатом работы, выполненной в этой организации; в направлении следует указать название рубрики журнала;

- экспертное заключение или другой документ, разрешающий опубликование в открытой печати, утвержденные руководителем организации и заверенные гербовой печатью (представляют только авторы из России);

- компакт-диск, содержащий обязательный пакет электронных файлов (подробные инструкции приведены ниже);

- рекомендации для переводчика, включающие научные термины, ключевые слова, сокращения, фамилии и т. п. (если предполагается издание переводного варианта за рубежом).

### Правила оформления статьи

На первой странице должны быть указаны: УДК; название статьи на русском языке (прописными буквами, без кавычек, переносы не допускаются, точка в конце не ставится, подчеркивание не используется), кегль 14 полужирный, выравнивание по центру; инициалы и фамилии авторов (кегль

12 полужирный курсив, выравнивание по правому краю), название учреждения, город, страна представляющих рукопись для опубликования.

Текст статьи набирается шрифтом Times New Roman размером 14 пт через одинарный интервал, выравнивание по формату. Подзаголовок – шрифт курсивный, выравнивание по левому краю. При написании статьи используются общепринятые термины, единицы измерения и условные обозначения, единообразные по всей статье. Расшифровка всех используемых авторами обозначений дается при первом употреблении в тексте. Буквы латинского алфавита набираются курсивом, буквы греческого алфавита – прямым шрифтом. Математические символы  $\lim$ ,  $\lg$ ,  $\ln$ ,  $\arg$ ,  $\text{const}$ ,  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\min$ ,  $\max$  и т.п. набираются прямым шрифтом. Символ не должен сливаться с надсимвольным элементом в химических элементах ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и единицах измерений ( $\text{МВт/см}^2$ ) – прямым (обычным) шрифтом. Не следует смешивать одинаковые по написанию буквы латинского, греческого и русского алфавитов, использовать собственные макросы. Буквы *I* и *J*, *v* и *u*, *e* и *l*, *h* и *n*, *q* и *g*, *V* и *U*, *O* (буква) и 0 (нуль) должны различаться по начертанию.

Между цифровым значением величины и ее размерностью следует ставить знак неразрывного пробела. Переносы в словах либо не употреблять, либо пользоваться командой «расстановка переносов». Не использовать в тексте для форматирования знаки пробела. Различать дефис «-», знак минус «-» и тире «-».

Формулы создаются с помощью встроенного редактора формул Microsoft Equation с нумерацией в круглых скобках – (2), выравниваются по правому краю, расшифровка всех обозначений (букв) в формулах дается в порядке упоминания в формуле. Формулы должны быть аккуратно набраны на компьютере. Во избежание недоразумений и ошибок редакция рекомендует авторам использовать в формулах буквы латинского, греческого и других (не русских) алфавитов; при наборе формул необходимо соблюдать размеры по умолчанию. Следует учитывать, что при верстке формулы должны помещаться на половине страницы (8 см). Большие формулы необходимо будет разбивать на отдельные фрагменты. Фрагменты формул по возможности должны быть независимы (при использовании формульного редактора каждая строка – отдельный объект). Нумерацию и по возможности знаки препинания следует ставить отдельно от формул обычным текстом. Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Таблицы, рисунки, фотографии размещаются внутри текста и имеют сквозную нумерацию по статье (не по разделам!) и собственные заголовки. Названия всех рисунков, фотографий и таблиц приводятся на русском языке 11 кеглем, курсивом. Нумерация обозначений на рисунках дается по порядку номеров по часовой стрелке или сверху вниз. Рисунки необходимо выполнять в компьютерном виде, желательно в программе Word 97, Corel Draw (до 13 версии) по следующим правилам: ширина рисунка не более 8 см; толщина линий: основных – 1 пт, вспомогательных – 0,5 пт; для обозначений в поле рисунка использовать шрифт Times New Roman размером – 9 пт. Рисунки с большим количеством деталей (сложные схемы, графики) размещаются на всю ширину страницы (16,5 см). Векторные рисунки записываются в от-

дельные файлы документов. Фотоснимки должны быть контрастными и выполненными на матовой бумаге. Отсканированные фотографии записываются в файлы в формате TIFF, JPEG. Сканировать изображение следует с разрешением 300 dpi для контрастных черно-белых рисунков и 600 dpi – для полутоновых. Цветные иллюстрации допускаются по согласованию с редакцией.

Обозначения, термины, иллюстративный материал, список литературы должны соответствовать действующим ГОСТ.

Библиографические ссылки в списке литературы нумеруются в той последовательности, в какой упоминаются в тексте. Описание литературных источников по ГОСТ 7.0.5-2008.

### Приложения к статье

1. Аннотация (на отдельной странице – не более 100 слов). В ней не рекомендуется использовать формулы и ссылки на литературу. Если рукопись подается на русском языке, то аннотация должна быть продублирована на английском с указанием названия статьи, фамилий и инициалов авторов на этих языках. Если рукопись подается на английском языке, необходимо привести также аннотацию на русском. Аннотация печатается шрифтом Times New Roman (12 кегль) в одном файле в следующем порядке: название статьи, авторы, наименование организации, текст аннотации на русском языке; далее, через 2 строки, в той же последовательности – на английском языке. Аннотация также публикуется на сайте журнала [www.naukagor.ru](http://www.naukagor.ru). (на русском и английском языках).

2. Сведения об авторах на русском и английском языках печатается шрифтом Times New Roman (10 кегль) и должно содержать следующую информацию: должность, научное звание, ученая степень, награды и научные премии, круг научных интересов, количество публикаций, место работы, e-mail, номер телефона.

3. Фотографии авторов для резюме в формате TIFF или JPEG (300 dpi).

4. Реферат статьи (от 300 слов). Параметры страницы: формат А4 (210x297 мм); межстрочный интервал полуторный; шрифт Times New Roman (12 кегль) в одном файле в следующем порядке: наименование статьи, авторы, наименование организации, реферат на русском языке; далее, через 2 строки, в той же последовательности – на английском языке.

5. Электронная версия статьи представляется в редакцию на CD-R-диске или по электронной почте. Запись файлов выполняется в текстовом редакторе *Microsoft Word* (расширения *.doc* или *.rtf*), для набора формул применять редактор Equation 3.0.

Должны присутствовать следующие файлы:

- основной, содержащий текст статьи, включая формулы, таблицы, рисунки, подрисуночные подписи, список литературы, аннотация и ключевые слова на русском и английском языках;

- содержащий только иллюстрации, которые должны быть именованы таким образом, чтобы было понятно, к какой статье они принадлежат и каким по номеру рисунком статьи они являются. Каждый файл должен содержать один рисунок.

Электронная и бумажная версии статьи должны быть абсолютно идентичны.

Если авторы не могут полностью или частично удовлетворить требования по оформлению рукописи на диске, им необходимо проконсультироваться в редакции.

**Адрес редакции:**

Россия, РСО-Алания, 362021, Владикавказ, ул. Николаева, 44. Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет).

Редакция журнала «Устойчивое развитие горных территорий».

Тел.: 8(8672) 40-73-60; 8(8672) 40-72-28 (служ.), +7(918)707-39-25 (моб.). E-mail: *editor@naukagor.ru*.

**DEAR COLLEAGUES!**

In accordance with the conclusion of the Presidium of the HAC of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation from 26.03.2019 the articles for publication in the journal «Sustainable Development of the Mountain Territories» are accepted in the following branches and groups of sciences:

05.05.06 – Mining machines (Technical Sciences);

25.00.13 – Mineral processing (Technical Sciences);

25.00.20 – Geo-mechanics, destruction of rocks, miner aero-gas-dynamics and mining thermal physics (Engineering science);

25.00.22 – Geo-technology (underground, open and construction) (Technical Sciences);

25.00.23 – Physical geography and biogeography, soil geography and landscape geo-chemistry (Geographical Sciences);

25.00.24 – Economic, social, political and recreational geography (Geographical Sciences).

According to the gradation of Sciences accepted in international citation systems Scopus and Web of Science articles for publication in the journal «Sustainable Development of the Mountain Territories» are accepted by the following branches and groups of Sciences:

1. Engineering;

2. Earth and Planetary Sciences;

3. Environmental Science.

The journal «Sustainable Development of the Mountain Territories» publishes:

– articles interpreting the new scientific- research results of volume not more than 10 type written pages including illustrations and tables;

– brief messages containing information on the important results of the preliminary research of volume 3-5 pages (these materials can be used in the full article text);

– reviews of the typewritten articles on the actual problems of the sustainable development of the mountain territories, volume 20-25 pages by the editor's order, also the paid advertisements concerning new materials, devices and equipment in terms of the journal theme are accepted to the publication.

All papers must correspond to the journal theme.

The presented manuscripts pass the preliminary and total reading stages and if necessary are sent back to the authors for the correction and finishing.

The manuscripts are published in Russian and in English, the abstracts in Russian and in English as well.

The journal publishes only the original articles. The author is fully responsible for the requirement.

The manuscripts are not returned to the authors in case of being rejected in publication. The editor has a right to make reductions and corrections of the article text. All corrections in the text and Fig.s can be done by the authors only at the stage of the typesetting preparations. The correction isn't sent to the authors for revision.

The infringement of the manuscript lay-out rules will lead to the publication delay or the article rejection.

The publication is free of charge for the authors, the fees aren't paid.

The authors (or the author) of each article having been published in the regular number of the journal have the right to get the authors' copies or their articles from the editorship.

The editorship isn't responsible for the advertisement information.

Reprinting is allowed only with the editorship permission with the obligatory references to the journal «Sustainable Development of the Mountain Territories».

**INSTRUCTIONS FOR THE AUTHORS**

The following materials should be presented to the editorial office:

- an article, both in paper (2 copies) and in the electronic version. The second copy must be signed by the authors;

- a separate sheet with the information: about the authors (surname, name, patronymic name, scientific degree, rank, name of the organization, office and home address and telephone number, E-mail (if exists) and the reference to the author to contact with;

- a confirmation from the organization in case the presented materials are the result of the work carried out in that organization; the journal heading should be pointed out in the confirmation;

- an expert conclusion or any other document allowing the publication in the open press confirmed by the organization head and proved with the stamped seal; the expert conclusion is presented only by the authors from Russia;

- CD or a diskette with the files containing an obligatory set of the electronic files;

- recommendations for the translation including scientific terms, keywords, cuttings, surnames, etc. (if the translated version is supposed to be published abroad).

**THE ARTICLE LAY-OUT RULES**

The following information should be pointed out on the first page: the article heading in Russian (in capital letters, without quotation marks, without division of a word, without a full stop at the end, underlining isn't used), point 14 semi bold, centre

aligning; the authors surnames (point 12 semi bold type, the right-edge aligning), the organization name, town, country, a person responsible for the manuscript publication.

The article text is typed in *Times New Roman* (14 pt) through an ordinary interval aligning along the format. A subtitle is typed in italics, aligning along the left edge. The common terms, measurement units and conventional symbols similar for the whole article are used. The decoding of all symbols is given for the first text use. The Latin alphabet letters are typed in the italics while the Greek and Latin letters in the straight type. The mathematical symbols **lim**, **lg**, **ln**, **arg**, **const**, **sin**, **cos**, **min**, **max**, **etc.** are typed in the straight type. The symbol shouldn't coincide with the over symbol element in the chemical elements (H<sub>2</sub>O) and measurement units (MBt/cmI) and must be of the straight (ordinary) type. You shouldn't mix similar written letters of the Latin, Greek and Russian alphabets and should use the proper macros. The letters L and J, e and I, h and n, q and g, V and U, O (letter) and 0 (zero) must differ in inscribing.

There must be a sign of the continuous gap between a value Fig. meaning and its dimension. The hyphens are not used otherwise the command «hyphens arrangement», the gap signs also mustn't be used in the text for the lay-out and a hyphen «-», a minus sign «-», and a dash «-» should be differentiated.

The formulas are designed with the help of the built-in formulas processor (Microsoft Equation), the enumeration being done in the round brackets (2), aligned along the right edge; the decoding of all signs (letters) in the formulas is given in the order of the formula reference. The formulas should be typed on computer. To avoid the errors and misunderstandings, the editorial staff recommends the authors to use the Latin, Greek and other (not Russian) alphabet letters in the formulas and to keep to the omission sizes while the formulas printing. One should account that during the page-making the formulas must be placed on the half of the page (8 sm), the big formulas being split into the separate fragments. If possible, the fragments must be independent; each line is a separate object. The enumeration and stops should be put into an ordinary text separately from the formulas. Only the formulas having the text references should be numerated.

The tables, pictures and photos are placed inside the text and must have a through numeration along the text (not by the sections!) and their own headings. The titles of all tables, pictures and photos are presented in Russian (11 point, italics). The numeration of the picture symbols is given in clockwise order or from up to down. The pictures should be done in the computer form, preferably in Word 97 program using the following rules: a picture width – not more than 8 sm, a line thickness: the main – 1 pt, auxiliary – 0,5 pt; for the symbols in the picture area – «Times New Roman» type of 9 pt must be used.

The pictures with the great amount of details (complex schemes, graphs) are placed on the whole page width (16,5 sm). The vector pictures are written into the separate documentary files. The photo pictures must be contrast and performed on the mat paper. The scanned photos are written into the files of TIFF, JPEG format. To scan the image one should use the resolution of 300 dpi for the contrast black-white pictures and 600 dpi for semitone ones. The colour illustrations are admitted on the editorial is agreement.

All symbols, terms and illustrations should correspond to the operative standards.

The literature sources should be numerated in the order of the text reference (not in the alphabetic order). The literature sources list is given as a total list at the end of the article. The list is composed according to the references consequence in the text. References should be designed according to GOST 7. 1-84. All references to the literature sources are applied in the square brackets [3].

## SUPPLEMENTS TO THE ARTICLE

1. Abstract (on a separate page – not more than 100 words), without formulas and literature references. In case a manuscript is presented in Russian, the abstract should be repeated in English with the article heading, surnames and names in this language. In case a manuscript is presented in English, the Russian variant must be supplied. The abstracts are typed in *Times New Roman* (12 point) in one file in the following order: the article heading, the authors, the name of the organization, the abstract text in Russian with the further information in 2 lines in the same sequence in English. The abstracts are also published in the journal site [www.naukagor.ru](http://www.naukagor.ru) (in Russian and in English).

2. Resume in Russian and English is typed in *Times New Roman* (10 point) and must contain the following information: a place of work, a post, a scientific rank, degree, awards and scientific grants, professional experience, the main sphere of the scientific interests, the number of the publications for each author.

3. The authors' photographs for the resume should be done in TIFF or JPEG format.

4. The essay text (one page) for the publication in the essay journals. The page parameters: A4 (210x297 mm) format; interline interval – one and a half; *Times New Roman* (12 point) type in one file in the following order: the article heading, the authors, the organization name, an essay in Russian, then in 2 lines in English.

5. The electronic version of the article.

To reduce the material preparation time for the publication and to avoid errors during typing, the materials should be presented on the CD-R disks. The files are written in the word processor Microsoft Word (doc or rtf), the formulas being printed with Equation 3.0. The author's name should be pointed out in the file title. Several file copies are preferable.

The following files are to be present on the diskette:

– the main file containing the article text, formulas, tables, pictures, under picture signatures, reference list, abstracts in Russian and English;

– the file containing only the illustrations for to the exact articles or pictures. Each file must have one picture.

The electronic and paper versions should be identical.

In case the authors fail to meet the requirements on the manuscript design on the disk, they should consult the editorials.

**The editorial office address:** 44 Nikolaev Str., Vladikavkaz, North Ossetia-Alania, Russia, 362021, The North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (The State Technological University), the Editorials of the journal «Sustainable Development of Mountain Territories».

Phone: +7(8672) 40-73-60, +7(918)707-39-25 (mob.).

E-mail: [editor@naukagor.ru](mailto:editor@naukagor.ru).





# ПОДПИСКА 2019 - ВТОРОЕ ПОЛУГОДИЕ

## КАК ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ «УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ»



На почте в любом отделении связи



КАТАЛОГ АГЕНТСТВА «РОСПЕЧАТЬ»  
полугодовой подписной индекс - 58885  
цена - 1400 р. за 6 мес.

По системе адресной подписки

(производится издательством)  
цена - 1200 р. за 6 мес.

### Адресная подписка - это:

- Удобно!** Бухгалтерия заполняет платежное поручение, сдает его в банк - и все! (укажите свой адрес в платежном поручении)
- Выгодно!** Никаких почтовых надбавок, а значит - дешевле!
- Быстро!** Отправка журнала ценной бандеролью по адресу подписчика сразу из типографии.
- Надежно!** Если вы не получили журнал, издательство гарантированно досылает Вам пропавший номер.



Оплату адресной подписки  
произвести по реквизитам:

362021, РСО-Алания, ул. Николаева, 44  
ФГБОУ ВО «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ  
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ГТУ)  
УФК ПО РСО-АЛАНИЯ  
п/с 20106Х45350  
(ИНН 1501002522 Сев-Кав ГМИ (ГТУ))  
р/с № 40501810590332000003  
БИК 049033001  
КПП 151601001  
в отд. НБ РСО-Алания, г. Владикавказ  
/Копию квитанции об оплате присылать на  
e-mail: editor@naukagor.ru

### Внимание!

В платежном поручении  
обязательно укажите «За подписку  
на журнал  
«Устойчивое развитие горных  
территорий»

В графе «Назначение платежа» необходимо  
написать почтовый адрес (с индексом),  
по которому мы должны отправить журнал.

Телефон для справок:  
+7(918)707-39-25

10.00-17.00 (время Москвы)

Стоимость адресной подписки для любого региона РФ НДС не облагается  
Стоимость доставки включена.

## ДОРОГИЕ РЕКЛАМОДАТЕЛИ!

Редакция журнала приглашает вас разместить рекламу по тематике журнала на его страницах (предоставление услуг в сфере информационных технологий и программного обеспечения, купля-продажа природных материалов – камня, иного сырья, предложения о партнерстве в научной-практической деятельности, в области металлургического производства и обогащения руд, анонс опубликованных монографий, иной печатной продукции и пр.).

Не принимаются для размещения рекламные материалы, содержание или оформление которых не соответствует моральным и этическим нормам, противоречит действующему законодательству РФ или может отрицательно сказаться на реализации журнала «Устойчивое развитие горных территорий».

Редакция журнала оставляет за собой право не принимать к размещению те или иные рекламные материалы.

Если рекламируемый товар или услуга подлежит обязательной сертификации или лицензированию, или если деятельность рекламодателя подлежит лицензированию, в рекламные материалы должен быть включен номер лицензии или сертификата на рекламируемый товар или услугу или номер лицензии на деятельность, осуществляемую рекламодателем. Редакция журнала «Устойчивое развитие горных территорий» вправе потребовать предъявления сертификата или лицензии.

Тираж 500 экз. Периодичность журнала 4 раза в год.

Объем журнала 100–120 черно-белых полос, полноцветная обложка, цветные вклейки.

Территория распространения Россия, СНГ, страны Европы, Азии.

### Расценки на размещение рекламы (в рублях, в т.ч. НДС 18%)

Место размещения рекламы	Стоимость
2-я и 3-я стр. обложки (цветная)	15 000
4-я стр. обложки (цветная)	10 000
Страница внутри журнала (цветная) А4	6 000
Страница внутри журнала (черно-белая) А4	5 000
1/2 А4 (черно-белая)	2 500
1/4 А4 (черно-белая)	1 300

Все рекламодатели получают бесплатные экземпляры журнала с их рекламой.

При размещении рекламы в трех и более номерах предоставляется скидка в размере 10% от стоимости рекламы.

По вопросам размещения рекламы на страницах журнала «Устойчивое развитие горных территорий» обращаться в редакцию журнала:

тел.: +7(918)707-39-25, e-mail: editor@naukagor.ru

#### Порядок оформления заказа на размещение рекламы в журнале:

1. Необходимо оформить договор согласно прилагаемой форме (все подробности на официальном сайте журнала «Устойчивое развитие горных территорий») и направить его в редакцию журнала.

2. В случае если заказываемая рекламная площадь может быть предоставлена, Вам будет выставлен счет, а площадь будет зарезервирована. Если счет не оплачен в течение 5 банковских дней, редакция вправе отменить резервирование заказанного рекламного места.

3. Макет предоставляется до 20 числа месяца, предшествующего месяцу выхода соответствующего номера журнала. (Макет передается в формате Tif, CMYK 300 pixels/inch или Grayscale) на CD-ROM. Передача макета по электронной почте оговаривается отдельно. По вашему желанию возможно изготовление рекламного блока дизайнерами журнала. Детали заказа оговариваются по телефону редакции или по электронной почте.





Сегодня Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет) — это динамично развивающееся высшее учебное заведение, готовящее специалистов для многих отраслей народного хозяйства, крупный научно-технический центр, ведущий активную и плодотворную научно-исследовательскую деятельность.

СКГМИ сегодня — это благоустроенный и ухоженный студенческий городок, 20 учебных и вспомогательных корпусов, просторное общежитие, новый плавательный бассейн, спортивный комплекс с футбольным полем и, конечно, студенты. На двенадцати факультетах университета в настоящее время обучается более 6 000 студентов по 36 специальностям и направлениям. Это: Горно-геологический, Metallургический, Электромеханический и Архитектурно-строительный факультеты, факультеты Электронной техники, Информационных технологий, Пищевых производств, Экономический, Юридический, а также факультеты Заочного обучения, Довузовской подготовки, Повышения квалификации и переподготовки специалистов. В аспирантуре университета под руководством наших именитых ученых продолжает обучение более 180 аспирантов. При СКГМИ функционируют диссертационные советы, в которых ежегодно проходит более 50 защит докторских и кандидатских диссертаций.

Свободная цена



Устойчивое развитие  
горных территорий  
2019



Sustainable Development  
of Mountain Territories  
2019