

FSBIS SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
FSBIS TUVINIAN INSTITUTE FOR EXPLORATION OF NATURAL RESOURCES  
OF SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

# **NATURAL RESOURCES, ENVIRONMENT AND SOCIETY**

**VOLUME 3**

**TuvIENR SB RAS  
Kyzyl – 2023**

ФГБУН СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ФГБУН ТУВИНСКИЙ ИНСТИТУТ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

# **ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, СРЕДА И ОБЩЕСТВО**

**Выпуск 3**

**ТувИКОП СО РАН  
Кызыл – 2023**

UDK 504.75; 556.3; 314.93; 331.97; 502.52; 691.215.1: 691.168

BBK 20.1 (2Рос.Тув)

П 77

П 77 **NATURAL RESOURCES, ENVIRONMENT AND SOCIETY: ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL.**  
VOLUME 3 (19) / Editor-in-Chief Candidate of sociological sciences T.M. Oydup (Access date: 2023]. –  
Kyzyl: TuvIENR SB RAS, 2023. – 90 p. – Free access: <http://tikopr-journal.ru/>.



**ISSN 2658–4441**

Editorial Board:

*candidate of sociological sciences* **T.M. Oydup** — Ch. Editor

*candidate of geol.-min. sciences* **A.A. Mongush** — Deputy of Chief Editor

Editors-in-Chief of the Sections:

*candidate of geol.-min. sciences* **S.G. Prudnikov** — Geology. Seismology. GIS

*doctor of economic sciences* **G.F. Balakina** — Economics. Sociology

*doctor of biological sciences* **V.V. Zaika** — Ecology. Biodiversity

*doctor of enjinerig sciences* **B.K. Kara-Sal** — Technology. Chemistry and physics of materials

UDK: 504.75; 556.3; 314.93; 331.97; 502.52; 691.215.1: 691.168

BBK 20.1 (2Рос.Тув)

**ISSN 2658–4441**

© TuvIENR SB RAS, 2023  
© Authors of the articles, 2023

УДК 504.75; 556.3; 314.93; 331.97; 502.52; 691.215.1: 691.168

ББК 20.1 (2Рос.Тув)

П 77

П 77 **ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, СРЕДА И ОБЩЕСТВО:** ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ. Выпуск 3 (19)  
/ Отв. ред. канд. социол. наук Т.М. Ойдуп [Электрон. ресурс: 2023]. – Кызыл: ТуВИКОПР СО РАН,  
2023. – 90 с. – Режим доступа: <http://tikopr-journal.ru/>, свободный.



ISSN 2658–4441

Редакционная коллегия:

канд. социол. наук

канд. геол.-мин. наук

**Т.М. Ойдуп** — гл. редактор

**А.А. Монгуш** — зам. гл. редактора

Ответственные редакторы по разделам:

канд. геол.-мин. наук

докт. экон. наук

докт. биол. наук

докт. техн. наук

**С.Г. Прудников** — Геология. Сейсмика. Гис

**Г.Ф. Балакина** — Экономика. Социология

**В.В. Заика** — Экология. Биоразнообразие

**Б.К. Кара-Сал** — Технологии. Химия и физика материалов

Свидетельство Роскомнадзора Эл № ФС77–74341 от 19 ноября 2018 года

УДК: 504.75; 556.3; 314.93; 331.97; 502.52; 691.215.1: 691.168

ББК 20.1 (2Рос.Тув)

ISSN 2658–4441

© ТуВИКОПР СО РАН, 2023

© Авторы статей, 2023

СОДЕРЖАНИЕ [CONTENTS]

ПАМЯТИ КАЛИН-ООЛА СЕРЕЕВИЧА КУЖУГЕТА ПОСВЯЩАЕТСЯ.....6

**РАЗДЕЛ I**

ГЕОЛОГИЯ. СЕЙСМИКА. ГИС  
[GEOLOGY. SEISMOLOGY. GIS]

**Кальная О.И., Хващевская А.А.** ДИНАМИКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ХОВУ-АКСЫНСКОГО  
РУДНОГО УЗЛА  
[*Kalnaya O.I., Khvashevskaya A.A.* DYNAMICS OF HYDROCHEMICAL PARAMETERS  
OF SURFACE AND UNDERGROUND WATERS WITHIN THE KHOVU-AKSYNSKY  
ORE CLUSTER] .....39

**РАЗДЕЛ II**

ЭКОНОМИКА. СОЦИОЛОГИЯ  
[ECONOMICS. SOCIOLOGY]

**Анайбан З.В., Балакина Г.Ф.** ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА  
(ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВСЕРОССИЙСКИХ ПЕРЕПИСЕЙ НАСЕЛЕНИЯ 2010 И 2020 ГГ.)  
[*Anayban Z.V., Balakina G.F.* DEMOGRAPHIC CHANGES IN THE REPUBLIC OF TYVA  
(ACCORDING TO THE RESULTS OF THE ALL-RUSSIAN POPULATION CENSUSES IN 2010 AND 2020)] .....59

**Бадарчи Х.Б., Ондар А.В.** О МОТИВАЦИИ СОЦИАЛЬНО-ОТВЕТСТВЕННОГО  
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА  
[*Badarchi Kh.B., Ondar A.V.* THE MOTIVATION OF SOCIALLY RESPONSIBLE  
BUSINESS IN THE REPUBLIC OF TUVA] .....69

**РАЗДЕЛ III**

ЭКОЛОГИЯ. БИОРАЗНООБРАЗИЕ  
[ECOLOGY. BIODIVERSITY]

**Тахмазов Т.М.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА  
СКОРОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ  
[*Tahmazov T.M.* STUDY OF CLIMATIC FACTORS INFLUENCE ON THE  
DECOMPOSITION RATE OF FOREST LEAVES COVER] .....76

**РАЗДЕЛ IV**

ТЕХНОЛОГИИ. ХИМИЯ И ФИЗИКА МАТЕРИАЛОВ  
[TECHNOLOGY. CHEMISTRY AND PHYSICS OF MATERIALS]

**Сапелькина Т.В., Монгуш М.М.-Х.** ПРИМЕНЕНИЕ ИЗВЕСТНЯКОВ ЧАДАНСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА В  
АСФАЛЬТОБЕТОНЕ  
[*Sapelkina T.V., Mongush M.M.-Kh.* USAGE OF LIMESTONES OF THE CHADAN  
DEPOSIT AS MINERAL POWDER IN ASPHALT CONCRETE] .....83

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ [ABOUT THE AUTHORS] ..... 88

**ПАМЯТИ  
КАЛИН-ООЛА СЕРЕЕВИЧА КУЖУГЕТА,  
кандидата геолого-минералогических наук,  
посвящается**





Год назад, 17 августа 2022 года, в г. Кызыле на 86-м году жизни ушёл из жизни Калинин-оол Сереевич Кужугет. Родился он 26 ноября 1936 года в семье табунщика, охотника и рыбака Кужугета Серээ Май оглу в живописном месте — на горном зелёном плато горы Бош-Даг, находящемся на 2058 м над уровнем моря, в 34 км от границы Горного Алтая. Ближайший населённый пункт с. Тапсы-Аксы (ныне с. Кара-Холь) Барун-Хемчикского кожууна Тувинской Народной Республики. Его отец родился в 1896 году в тех же местах в относительно зажиточной аратской семье. Его мать Кужугет Мургуулчу Кудерек кызы родилась в 1902 году в местечке Коп-Соок Барун-Хемчикского кожууна, родила и вырастила семерых детей. В 1940-м году семья переехала в г. Чадан с целью дать детям более качественное образование. В 1954 году Калинин-оол окончил Чаданскую среднюю школу с серебряной медалью и в том же году поступил в Московский геологоразведочный институт им. Серго Орджоникидзе. Учился на геологоразведочном факультете по специальности «горный инженер-геолог».

В 1959–1961 гг., на старших курсах Московского геологоразведочного института, он работал коллектором в геологических партиях, проводивших летом полевые работы на территории Тувы. По окончании вуза трудился геологом в Тувинской геологоразведочной экспедиции. Через пару лет он поднялся на новую высоту — поступил в очную аспирантуру Ленинградского горного института, которую успешно окончил в 1967 году с защитой кандидатской диссертации по асбестоносности Тувы. В этот же период он работал над обоснованием создания первых горнорудных комбинатов и последующей координацией геологических служб Ак-Довуракского асбестового, Хову-Аксынского кобальтового, Терлиг-Хаинского ртутнорудного, Чаданского угольного и других горных предприятий Тувы. После аспирантуры он продолжил работу в Тематической партии Тувинской геологоразведочной экспедиции, где участвовал в работах по прогнозированию и расширению минерально-сырьевого потенциала Тувы.

В 1968 году жизненный путь Калинин-оола Сереевича повернулся в сторону учебно-организаторского и преподавательского дела — он начал работать директором Кызылского политехнического техникума. В том же году он обосновал и добился в Министерстве высшего и среднего специального образования РСФСР открытия в Туве новых отделений по подготовке важнейших для народного хозяйства специалистов технического уклона: электроборудование промышленных предприятий и установок, горного дела, геологии, топографии. Сегодня значительную часть техников и инженеров по этим специальностям составляют выпускники этого техникума, работающие не только в нашей республике, но и по всему Советскому Союзу. Они занимали и занимают должности от техника до руководителя производства, некоторые из них награждены государственными наградами — орденами и медалями за добросовестный труд. Выпускники техникума с особой теплотой вспоминают Калинин-оола Сереевича, своего Учителя.

Трудно переоценить заслуги Калинин-оола Сереевича в деле формирования и развития академической науки в Туве, которому он посвятил более 40 лет своей жизни. С 1975 года он — старший научный сотрудник Тувинской экономической лаборатории Института экономики и организации промышленного производства СО АН СССР<sup>1</sup>. Научная активность геологической группы этой лаборатории привела к обра-

---

<sup>1</sup> Публикации об истории лаборатории и академической науки в целом: 1) статья в выпуске №1 за 2020 год в электронном научном журнале «Природные ресурсы, среда и общество» <http://tikopr-journal.ru/3-arkhiv?view=article&id=68;vypusk-4-2020&catid=11;arkhiv-zhumala-ru;> 2) *Бегзи А.Д.* Тувинская экономическая лаборатория: вклад первого подразделения Сибирского отделения АН СССР в формирование стратегии развития Тувы // Взаимодействие науки, экономики и общества как фактор развития региона: Материалы

зованию в 1979 году Геологической лаборатории от Института геологии и геофизики СО АН СССР, которую возглавил Калинин-оол Сереевич. Под его руководством сотрудниками лаборатории выполнены значительные по практической значимости и научной новизне работы, в том числе создана Минерагеническая карта Тувинской АССР масштаба 1 : 500 000, издана монография «Рудные формации Тувы» и другие. Научная компетентность и организаторские способности Калинин-оола Сереевича дали возможность укрепить научные направления квалифицированными кадрами, создать материально-техническую базу для проведения исследований, разработать научно обоснованные рекомендации по направлению геологоразведочных работ на отдельные виды минерального сырья. Результаты геолого-металлогенических исследований этого периода легли в основу докторской и двух кандидатских диссертаций сотрудников лаборатории. В 1986 году на базе Тувинской экономической и Тувинской геологической лабораторий был создан Тувинский комплексный отдел СО АН СССР, в котором Калинин-оол Сереевич являлся заместителем директора по научной работе и заведующим лабораторией магматизма. Под его руководством были выполнены работы по геохимии и минералогии благородных металлов, в том числе по темам «Комплексная оценка рудоности гипербазитов Восточной Тувы», «Самородные металлы в базит-гипербазитах Тувы».



**Сотрудники Тувинской экономической лаборатории ИЭиОП СО АН СССР**  
кандидаты геолого-минералогических наук В.В. Зайков, К.С. Кужугет и В.И. Лебедев  
(1977, Кызыл; фото из архива В.И. Лебедева)



**Здание Тувинской экономической лаборатории в 1975–1984 гг. и Тувинской геологической лаборатории в 1979–1981 гг.** (ул. Ленина 32 а, Кызыл. Здание находилось рядом с Обкомом КПСС, ныне — Верховный Хурал Республики Тыва. Это здание бывшей больницы Обкома, теперь этого здания нет, его снесли в 1984–1985 гг. для строительства пристройки к Обкому, в которой ныне находится Мэрия Кызыла; фото из архива В.Н. Гречищевой)

---

конф. — Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2021. — С. 17–23. (Здесь и далее примечания, а также подписи к фото от редколлегии).





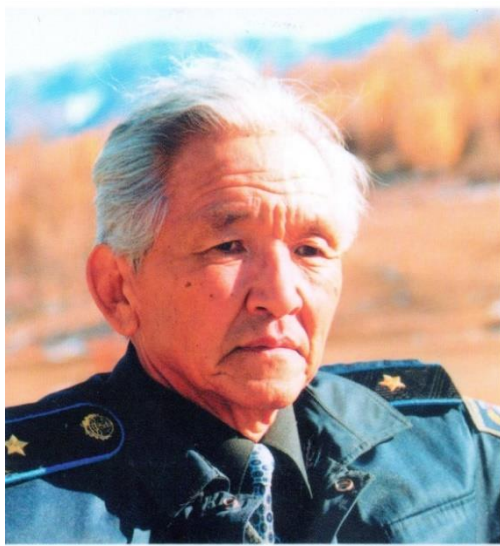
**Президент Республики Тыва Ш.Д. Ооржак, директор ТувикОПР СО РАН В.И. Лебедев, зам. директора по науке института К.С. Кужугет, председатель Госкомитета по науке РТ Л.Х. Тас-оол на торжественном заседании в институте по случаю празднования Дня науки, формирования ТувикОПР СО РАН и 20-летия академической науки в Туве (апрель 1995 г., ул. Интернациональная, 117 а, Кызыл,<sup>2</sup> фото из архива В.И. Лебедева)**

В 1997 г. Калин-оол Сереевич был назначен министром природных ресурсов Республики Тыва. В возглавляемом им учреждении были объединены геологическая, водная, лесная, природоохранная службы и служба государственного контроля. На этом ответственном посту в полной мере были востребованы знания, опыт и авторитет Калин-оола Сереевича. В 2002 году, по достижении возрастного ценза, Калин-оол Сереевич оставляет государственную службу и возвращается в свой родной научный институт. В том же году он создаёт и возглавляет Центр мониторинга эндогенных источников чрезвычайных ситуаций при КНИИГиМС и ТувикОПР СО РАН. Его огромный авторитет среди специалистов позволил создать и расширить материальную базу инструментальных сейсмологических исследований. На основе данных, получаемых со сейсмостанций «Кызыл», «Шагонар», «Хову-Аксы», «Сарыг-Сеп», ведётся мониторинг подземных толчков на территории Тувы и сопредельных регионов. Калин-оолом Сереевичем была разработана программа «Сейсмическая безопасность Республики Тыва. Повышение сейсмоустойчивости жилых домов и объектов жизнеобеспечения на 2009–2013 гг.», включающая материалы для микро-сейсмического районирования территории г. Кызыла и окрестных гражданско-промышленных агломераций<sup>3</sup>. Он также курировал работы по геофизическому профилированию территории республики методами магнитотеллурического зондирования для получения качественно новых данных об особенностях строения земной коры региона. Одновременно в ТувикОПР СО РАН Калин-оол Сереевич являлся ведущим научным сотрудником и научным руководителем базового научно-исследовательского проекта, посвящённого сейсмологическим проблемам напряжённого состояния тувинского сегмента земной коры. Также он принимал участие в обобщении обширного материала по платиноносности Тувы и Монголии и

<sup>2</sup> ТувикОПР СО РАН создан постановлением Президиума РАН № 96 от 25 апреля 1995 года в соответствии с протоколом-согласованием между Президентом Республики Тыва и Председателем Сибирского отделения РАН от 10.10.1994 г. «О дальнейшем развитии научно-технического потенциала Республики Тыва» и постановлением Президиума Сибирского отделения РАН от 26.10.1994 г.

<sup>3</sup> Данная программа была включена в Республиканскую целевую программу от 11 ноября 2009 г.

мафит-ультрамафитовому магматизму Тувы<sup>4</sup>. Калин-оол Сереевич Кужугет — автор и соавтор более 70-ти научных работ, в том числе шести монографий.



**Калин-оол Сереевич Кужугет — министр природных ресурсов Республики Тыва**

Вся многогранная трудовая деятельность Калин-оола Сереевича так или иначе была связана с геологией и природными ресурсами в целом. Это производственная геология и научные исследования, научно-организаторская и образовательная деятельность, государственная служба и общественная работа. Всё это было основано на его способностях к учёбе и наукам, что проявилось в его блестящем образовании: он серебряный медалист родной школы, выпускник московского вуза и ленинградской аспирантуры.

Калин-оол Сереевич Кужугет — заслуженный деятель науки Республики Тыва (1997), заслуженный ветеран СО РАН, награждён медалью Республики Тыва «За доблестный труд» (1996), медалью «За доблестный труд к 100-летию В.И. Ленина» (1999), Орденом Республики Тыва (2011), медалью в честь 100-летия образования Тувинской Народной Республики (2021).

Мы помним нашего дорогого Калин-оола Сереевича как прекрасного учёного-геолога, организатора профессионального геологического образования, геологической науки и государственной республиканской службы по природным ресурсам. По своей натуре близкий к природе, он не случайно выбрал делом своей жизни геологическую науку, где поле было его родной стихией, а учёное слово звучало согласно ритму души. Заядлый не только полевик, но и охотник, именно он открыл красоты ущелья низовьев реки Хемчик для своего племянника Сергея, сына своего старшего брата Шойгу Кужугета Сереевича, который затем, в свою очередь, открыл Туву Владимиру Владимировичу Путину.

Светлая память о Калин-ооле Сереевиче, об этом интеллигентном и порядочном, доброжелательном и дружелюбном, отзывчивом и душевном человеке навсегда сохранится в наших сердцах.

*Сотрудники ТувИКОПР СО РАН*

---

<sup>4</sup> Агафонов Л.В., Лхамсурэн Ж., Кужугет К.С., Ойдуп Ч.К. Платиноносность ультрамафит-мафитов Монголии и Тувы. – Улаанбаатар: Монгольский государственный университет науки и технологии, 2005. – 224 с.; Леснов Ф.П., Кужугет К.С., Монгуш А.А., Ойдуп Ч.К. Геология, петрология и рудоносность мафит-ультрамафитовых массивов Республики Тыва. – Новосибирск: Изд-во ГЕО, 2019. – 350 с.



## ГЛАВНЫМИ В ИСТОРИИ НАУКИ ЯВЛЯЮТСЯ ЛЮДИ

Листая архивные материалы по истории образования академической науки в Туве, нахожу следующее. Одним из первых инициаторов организации учреждений Академии наук в Республике Тыва является Калинин-оол Сереевич Кужугет. Подготовленные им материалы к обоснованию создания академического подразделения заслушивались в Президиуме АН СССР и Сибирского отделения АН СССР в далеком 1968 году. Этот замысел, будучи директором Кызылского политехнического техникума, он вынашивал и далее. В своём докладе «Проблемы освоения минерально-сырьевых ресурсов Тувинской АССР» на научной конференции в 1969 году «Развитие и размещение производительных сил Сибири» он подчёркивает, что «...освоение минеральных богатств республики идёт низкими темпами из-за: удалённости территории Тувы от экономически высокоразвитых районов Союза и действующих железных дорог; на территории республики ведут геологические исследования около 50-ти различных производственных и научно-исследовательских организаций, базирующихся в разных городах СССР. Результаты исследований этих организаций не поступают в фонды местных учреждений; лабораторные технологические испытания руд затягиваются в связи с удалённостью научно-исследовательских лабораторий от объектов исследования и т. д. Назрела необходимость систематического специального изучения и внедрения в практику проблем комплексного использования минеральных богатств республики путём концентрации и планомерного осуществления всех научно-исследовательских и производственных работ по изучению минерального сырья. Решение такой задачи под силу лишь специализированной организации, которой в условиях Тувы может быть научно-исследовательская лаборатория или филиал одного из известных территориальных институтов СССР...»<sup>5</sup>.

После этого директивные органы республики неоднократно (с 1972 г.) обращались в Президиум Академии наук и другие вышестоящие инстанции с ходатайством об открытии в г. Кызыле комплексной научно-исследовательской лаборатории (на правах научно-исследовательского института) с непосредственным подчинением СО АН СССР. Положительное рассмотрение указанных ходатайств состоялось 7 января 1972, 15 марта 1972 и 14 ноября 1973 гг. Этот же вопрос был поднят и на выступлении депутата М.К. Мендуме на VII сессии Верховного Совета СССР (декабрь 1973 г.). В нём говорилось: «...тувинская лаборатория могла бы оказать практическое воздействие в организации и в некоторой координации работы академических институтов по тувинской тематике, в накоплении и эффективном внедрении в практику их рекомендаций и выводов. Велика роль лаборатории и в подготовке, правильном использовании и росте местных научных кадров...».

В постановлении Президиума СО АН СССР от 7 января 1972 года предусматривалось создание в составе лаборатории трёх отделов: 1) геологии; 2) экономики и промышленного и сельскохозяйственного производства, транспорта; 3) биологии.

В результате этих ходатайств в феврале 1975 года Президиумом Сибирского отделения Академии наук СССР было создано академическое учреждение — Тувинская экономическая лаборатория Института экономики и организации промышленного производства СО АН СССР. В лаборатории были приглашены: кандидаты геолого-минералогических наук В.В. Зайков, В.И. Лебедев и К.С. Кужугет, кандидат географических наук К.О. Шактаржик, геологи

---

<sup>5</sup> Кужугет К.С. Проблемы освоения минерально-сырьевых ресурсов Тувинской АССР // Развитие и размещение производительных сил Сибири: Материалы научной конференции. Секция оценки минерального сырья (19–24 мая 1969, Новосибирск). – Новосибирск, 1969. – С. 173–176.

В.Н. Гречищева и В.Г. Тюлькин, экономист А.Д. Бегзи. Возглавил лабораторию кандидат географических наук Калгажик Ондарович Шактаржик, а геологическое направление курировал В.В. Зайков.



**Калин-оол Сереевич Кужугет на рабочем месте в родном ТИКОПРе (фото А.А. Монгуша)**

Приведя отрывки из архивных материалов, хочу подчеркнуть, что первые геологи Тувы (Калин-оол Сереевич Кужугет, Яков Васильевич Сарбаа, Седип Байырович Аракчаа), инженеры-металлурги (Дадар-оол Сангар-оолович Монгуш, Тавак-оол Хертекович Самданчап, братья Бузур-оолы, в т.ч. Доржу Базырович Бузур-оол, и другие) в целом народ особый, избранный. Они отличались своей простотой, разноплановостью и высокой культурой общения. Для нашего поколения эти люди были высоким образцом. Им принадлежат огромные заслуги в деле развития республики. Мне посчастливилось общаться и работать со всеми ещё на руднике Терлигхаинского разведочно-эксплуатационного предприятия (РЭП), и позже, после моего прихода в науку. Я глубоко признательна им за свой профессиональный, научный рост и становление, за воспитание геологического характера и гражданской позиции.

*Чойганмаа Кыргысовна Ойдул  
кандидат геолого-минералогических наук,  
ведущий научный сотрудник ТувИКОПР СО РАН,  
ветеран лаборатории /отдела /института с 1981 г.  
май 2023 г., Кызыл*



## **КАЛИН-ООЛ СЕРЕЕВИЧ КУЖУГЕТ — ПЕРВЫЙ ТУВИНЕЦ КАНДИДАТ НАУК В ОБЛАСТИ ГЕОЛОГИИ**

На заре становления первого в Туве академического научного учреждения — Тувинского комплексного отдела СО АН СССР (1986), и долгие годы в последствии Калин-оол Сереевич был заместителем директора по науке. С 1989 г. мы с ним вместе начали исследования аржаанов Тувы при активной поддержке учёных Иркутского государственного университета (Г.М. Шпейзер и его команда).

Калин-оол Сереевич был моим наставником, введшим меня в интереснейшую из сфер деятельности — экспедиционные исследования. До этого я не знала, что такое «идти в поле» (*далее – без кавычек*), причём не на неделю-две, а на целые месяцы. Помню, в первую поездку в Монгун-Тайгу я запаслась тёплой одеждой, одеялами и т.д. по полной программе, т.к. со мной были моя дочь Айдыс и студентка Надя Неудачина (ныне — Надежда Кирова, сотрудница ТувИКОПР СО РАН). Видимо, этого нашего добра было так много, что Калин-оол Сереевич с ужасом смотрел, как наш багаж загружали. Но промолчал. Мои вещи заняли полмашины.

Оказалось, что в поле можно обойтись минимумом, не подвергая своё здоровье опасности. С тех пор мой рюкзак с самым необходимым всегда находится наготове по принципу: если завтра война, если завтра в поход...



**Калин-оол Сереевич в верховье Малого Копто (Каа-Хемский кожуун) со своей собакой Адамом (июнь 1986 г.; фото из архива Ч.К. Ойдул)**

В экспедицию, особенно в труднодоступные районы, Калин-оол Сереевич всегда снаряжал две машины с тремя водителями. 1999 год, едем в Кунгуртуг, на аржааны Бояй, Бош-Тей и Тарыс. Две команды, одну возглавляю я. Моя команда — Люда Дубровская и её сын Олег (12–13 лет, ныне Олег Николаевич Дубровский — кандидат юридических наук, преподаёт в ТувГУ). Чего только с нами не было в пути. Од-

нажды при спуске с крутой горы у нашей машины «ЗИЛ-131» отказали тормоза. Слов нет, все молитвы на русском, тувинском, тибетском были наши: мы с Людой враз обучили друг друга молиться. Олег даже обиделся на маму: «Ты чего это не наши молитвы читаешь?». А мы их не читали, мы их, с широко раскрытыми от ужаса глазами, громко орали. Хорошо, что далее дорога (если то, по чему мы ездили, вообще можно было назвать дорогой) пошла вверх по склону другой горы.



**Тот самый «ГАЗ-66» (с оранжевой будкой), на котором мы в 1989 году ездил в Монгун-Тайгу, и, третий слева, примерно такой же «ЗИЛ-131», на котором мы очень-очень быстро спустились с горы (сентябрь 2023 г., ТувИКОПР СО РАН; фото А.А. Монгуша)**

Но вот спустились с гор в долину, перевели дух, а там... болотá... Обе машины сели, что называется, по брюхо — мы спокойно перешагивали через борта на кочки. Кругом редкий лесочек с тощими берёзками. Вылезли благодаря трём тонюсеньким берёзкам, которые обхватил лебёдкой «ГАЗ-66».

Я премного благодарна Калин-оолу Серевичу за обучение экспедиционным премудростям. После окончания экспедиций он обычно говаривал, улыбаясь: «Бери шинель, пошли домой».

*Кара-кыс Донгаковна Аракчаа  
кандидат химических наук,  
заслуженный деятель науки Республики Тыва,  
председатель Тувинского республиканского отделения РГО  
май 2023 г., Кызыл*



## О КАЛИН-ООЛЕ КУЖУГЕТЕ

Я помню, что первая моя встреча с К.С. Кужугетом произошла в феврале 1975 года, когда начала работать Тувинская экономическая лаборатория Института экономики и организации промышленного производства СО АН СССР. Об этом свидетельствует широко известный снимок на крыльце под новенькой свежеприбитой вывеской учреждения, в названии которого было слов больше, чем сотрудников. Увы, из участников исторического снимка остался я один.



**В.Г. Тюлькин, А.Д. Бегзи, К.О. Шактаржик и К.С. Кужугет на крыльце здания Тувинской экономической лаборатории ИЭиОПП СО АН СССР (фото из архива А.Д. Бегзи)**

Наверное, наша встреча могла бы состояться и раньше, в 1972–1973 годах, поскольку в это время я работал в секторе экономики Тувинского НИИЯЛИ, где шла подготовка к печати монографии «Экономика Тувинской АССР», а К.С. Кужугет был одним из авторов раздела по минерально-сырьевым ресурсам. Но врать не буду, в то время с ним, скорее всего, общался наш зав. сектором К.О. Шактаржик.

При образовании лаборатории главным направлением исследований геологической группы считалась «геолого-экономическая оценка минерального сырья». Однако, наши геологи, работая в Институте экономики, фактически проводили исследования чисто геологического направления под кураторством Института геологии и геофизики СО АН СССР. Это в 1979 году привело к выделению отдельной геологической лаборатории, подчинённой Институту геологии и геофизики, руководителем которой стал К.С. Кужугет.



**К.С. Кужугет и А.Д. Бегзи с коллегами и детьми на майской демонстрации**  
(начало 1980-х гг.; фото из архива К.С. Кужугета)



**Обеденный перерыв на субботнике**  
(на фотографии сын А.Д. Бегзи, Г.Ф. Киприевская (Балакина), И.А. Безъязыкова, К.С. Кужугет, К.О. Шактаржик, Г.И. Добрянский и В.И. Лебедев (апрель 1981 г., Кызыл; фото из архива В.И. Лебедева)

Понятно, что исследования экономики в основном связаны с анализом статистических данных, а у геологов значительное место занимают полевые исследования. Однако именно благодаря К.С. Кужугету и экономистам несколько раз довелось побывать «на натуре» и своими глазами ознакомиться с условиями, в которых предсто-



яло бы работать потенциальному горнодобывающему предприятию. Остатки посёлка геологической партии, изучавшей когда-то Чазадырское ртутное месторождение, дороги, проложенные под углом градусов 45 ... всё это произвело на меня впечатление. Позже, уже работая в Госплане Тувы, неоднократно посещал комбинаты «Тува-асбест» и «Тувакобальт», Терлиг-Хаинское РЭП, угольный разрез, но Чазадыр помню до сих пор.

Забавное экспедиционное воспоминание связано с лицензией на добычу марала, которую достал К.С. в охотуправлении. В документе было написано: «на добычу в производственных, научных и культурных целях». На мой наивный вопрос, как это понимать, Калин-оол Сереевич ответил коротко и чётко: «В производственных целях означает, добыли марала, и мы его съели, в научных — добыли, разрежали живот и узнали, что он ест, в культурных — мясо съели, а из шкуры набили чучело для музея». Лучше и не скажешь.

Помню, что К.С. Кужугет был в нашей лаборатории секретарём партийной организации, и в моём партбилете стоят его подписи об уплате партвзносов. Скучная политинформация, которую нужно было регулярно проводить, в нашей лаборатории проходила в виде дружеского общения за чашкой чая. Иногда к К.О. Шактаржику и К.С. Кужугету приходили разные интересные люди. Бывал и молодой Сергей Шойгу, в те годы ещё не знаменитый дважды министр России, а всего лишь племянник К.С. Кужугета. Странно, в детстве мы жили с Сергеем в одном дворе, но знакомство случилось именно в экономической лаборатории.

В 1985 году я покинул экономическую лабораторию и стал зам. председателя Госплана Тувинской АССР. Но уже через год руководство республики направило нас с К.С. Кужугетом в Москву прорабатывать вопрос об открытии в Туве комплексного отдела СО АН СССР на правах института. Несколько дней ходили мы по кабинетам и коридорам Госкомитета СССР по науке и технике, Академии наук СССР, встречались с самыми разными союзными начальниками. Вернулись без положительного решения, оно было достигнуто позже, и на более высоком уровне. Как бы то ни было, отдел на базе двух лабораторий был создан, позже из него вырос целый академический институт, а К.С. Кужугет продолжил там свои научные исследования.

В 1988 году в Кызыле состоялось научно-практическое совещание, посвящённое социально-экономическому развитию Тувы (к сожалению, с тех пор мероприятий такого масштаба не проводилось), и вместе с К.С. Кужугетом мы работали в редколлегии материалов этого форума.

Позже был ещё один период в биографии К.С. Кужугета, когда наши пути пересеклись во время работы в правительстве Тувы. Несколько лет он был министром природных ресурсов, ходил в форме с генеральскими погонами и лампасами в ладонь шириной. Выглядел очень эффектно, и я ему немножко завидовал (впрочем, как и другим коллегам в форме — налоговикам, таможенникам и т. д.). Всё же наука для Калин-оола Сереевича оказалась более привлекательным занятием, и он вернулся в ТИКОПР.

Можно было бы ещё многое вспомнить. Но, если свести воспоминания к одному абзацу, то надо сказать, что Калин-оол Сереевич был разносторонне образован и находил применение своим способностям и в геологической партии, и в науке, и как государственный деятель.

При этом все, с кем работал или просто по жизни пересекался К.С. Кужугет, вспоминают его не только как яркого представителя тувинской интеллигенции, но и как всегда весёлого, позитивного и приятного в общении человека.

*Александр Донгакович Бегзи  
один из первопроходцев академической науки в Туве,  
ныне — советник Главы Республики Тыва  
июнь 2023 г., Кызыл*



## ВОСПОМИНАНИЯ О К.С. КУЖУГЕТЕ

Познакомились мы с Калин-оолом Сереевичем в декабре 1980 г., когда я молодым специалистом пришла работать в Тувинскую экономическую лабораторию, размещавшуюся в деревянном здании в центре Кызыла, рядом с Обкомом КПСС. Меня очень приветливо встретили, в том числе коллеги, включая и К.С. Кужугета. Поразила его жизнерадостность, позитивный настрой, живые глаза, светящиеся добротой и вниманием к собеседнику.

Позже узнала, что К.С. Кужугет стоял у истоков создания академической науки в нашей республике: его целеустремлённость, знание современных реалий, умение действовать в предлагаемых обстоятельствах сыграли решающую роль в организации академических ячеек: Тувинской экономической и Тувинской геологической лабораторий. При этом Калин-оол Сереевич скромно оценивал свои заслуги по их созданию, никогда этим не кичился. Занимая высокие административные посты, всегда был доступным в общении, готовым помочь, радовался вниманию коллег, был признателен за тёплые слова в его адрес.

К.С. Кужугет был замечательным, знающим специалистом, верно преданным геологической науке. В отношениях с коллегами ему были присущи уважительность, корректность, умение воспринять другую точку зрения, объективность. Его мягкий юмор, умение найти взаимопонимание с работниками сочетались с разумной требовательностью, рационализмом, умением жить в коллективе.

Особо хотелось бы отметить отношение Калин-оола Сереевича к молодым учёным, делающим первые шаги к науке. Он учил их этике и тактике полевых исследований, умению поддерживать творческий климат в группе, полевом отряде. Многие учёные признательны ему за поддержку в их молодые годы, своевременную подсказку о том, что нужно и не нужно делать при научных исследованиях, как строить стратегию своего прогресса в науке. Широта мыслей, душевность, готовность прийти на помощь отличали К.С. Кужугета в общении с научной молодёжью. Большинство учёных ТувИКОПРа, в том числе и автор этих строк, считают его своим учителем и наставником.



**Конец декабря, провозжаем 1980 год** (К.С. Кужугет, Г.Ф. Киприевская (Балакина) и Зоя Данзырын, секретарь Тувинской геологической лаборатории; фото из архива Г.Ф. Балакиной)

Вспоминаю, что в конце 1990-х годов он как-то зашёл в мой рабочий кабинет и сказал, что мне бы надо возглавить Министерство экономики Тувы. Сама я об этом никогда не думала, но поблагодарила за высокую оценку моих возможностей и способностей. Вскоре его слова сбылись — через год-два меня пригласили стать заместителем министра экономики республики, а затем министром, и началась новая страница в моей жизни, где были востребованы мои профессиональные знания и навыки научного анализа. Вернувшись к научной работе через 7,5 лет, рада была встрече с коллегами, и Калинин-оол Сереевич меня морально поддержал, сказал, что нужно свой опыт воплотить в докторской диссертации, и опять его слова сбылись. Очень ему признательна за поддержку, дружеское участие. Навсегда сохранию светлую память о нём в своём сердце.

*Галина Фёдоровна Балакина  
доктор экономических наук  
главный научный сотрудник ТувИКОПР СО РАН  
август 2023 г., Кызыл.*



## **КАЛИН-ООЛ СЕРЕЕВИЧ**

1 августа 1995 года я, свежеспечённый выпускник геологоразведочного факультета Томского политехнического института, в поисках работы пришёл в ТувИКОПР, который к тому времени обосновался в здании по нынешнему адресу. А накануне я посетил артель старателей «Ойна», где в фойе сразу встретился с председателем артели Анатолием Афанасьевичем Невוליным. На мой вопрос о рабочей вакансии он деликатно и вежливо отказал, но посоветовал обратиться в «институт Лебедева», о котором я на то время ничего не знал. И вот, поднимаясь на третий этаж института, встретил мужчину, который спускался мне навстречу. Это, как оказалось, был Калинин-оол Сереевич (подсчитал, ему тогда было 58 лет), заместитель директора по науке. Поздоровавшись, спросил у него, как пройти к директору. Он подсказал, и я, поблагодарив, пошёл дальше. Было какое-то ощущение лёгкости от этой встречи, как предзнаменование удачи. И действительно, директор института Владимир Ильич Лебедев сразу же, с порога согласился принять меня на работу. Вслед за этим в кабинет зашёл Калинин-оол Сереевич (вероятно, он догадался не только о цели моего визита, но и, быть может, кто я по специальности). Он сказал Владимиру Ильичу, что меня надо бы определить в лабораторию магматизма, заведующим которой он являлся, что и было сделано. В ближайшие дни как раз намечался выезд сотрудников лаборатории на полевые работы, и буквально через день-два я уже ехал «в поле» в экспедиционной будке институтского «шестьдесят-шестого».

В то время в лаборатории магматизма были Калинин-оол Сереевич, Чойганмаа Кыргысовна Ойдуп, Сергей Иванович Егоров, Людмила Изотовна Изендеева и Геннадий Кожушко. Время от времени сотрудники лаборатории устраивали чаепития за небольшим столом в нашей дальней угловой комнате на 5-м этаже (где сейчас издательство), на которых временами Калинин-оол Сереевич угощал нас варёным мясом горного козла. Он любил охоту, в нём была сильно эта мужская традиция тувинцев, как и традиция делиться добычей. И, видимо, его любовь к охоте и таёжным путям сыграла не последнюю роль в выборе им профессии геолога.



**Сотрудники лаборатории магматизма: С.И. Егоров, Г.В. Кожушко, Ч.К. Ойдун, К.С. Кужугет, Л.И. Изендеева** (апрель 1995 г.; фото из архива Ч.К. Ойдуна)

В конце июня–первой декаде июля 1997 года группа сотрудников нашего института: Черезов Александр Матвеевич, я и водитель «ГАЗ-66» Виктор Васильевич Лысков, а также института геологии СО РАН (Новосибирск): Феликс Петрович Леснов и Леонид Васильевич Агафонов, проводили исследования базит-гипербазитовых комплексов в верховьях рек Большого и Малого Копто. В поле к нам присоединились Владимир Ильич Лебедев, Калин-оол Сереевич и моя будущая супруга Алёна (перед выездом я попросил директора, чтобы и она, если можно, приехала вместе с ними). За вечерним костром Владимир Ильич сообщил новость: Калин-оол Сереевич назначен министром природных ресурсов Республики Тыва. Все его поздравляли.

В том «поле» в один из дней пеший, с ночёвкой в тайге, маршрут лежал к истокам притока Дерзига, Большого Копто, по дороге на перевал в Кара-Ос. Подъём был довольно крутоватый, долгий и нудный, с остановками для отбора образцов. Вперёд ушли Калин-оол Сереевич и Александр Матвеевич, я с Феликсом Петровичем и Леонидом Васильевичем позади. Когда поднялись на перевал, Калин-оол Сереевич со свойственной ему прямоотой, без обиняков высказался о нашей черепашьей скорости. Вот уж действительно, в буквальном смысле лёгок на подъём был Калин-оол Сереевич. Что уж говорить, даже мне, молодому парню, помню, было несколько тяжеловато.

В поле Калин-оол Сереевич ездил без страха в сердце. В 2005 году поехали мы дружной компанией на «ГАЗ-66» на запад Тувы. На командирском месте — Калин-оол Сереевич. По дороге обедали в устье Барыка, что перед с. Ийи-Тал. Полевые исследования начали в низовьях Ак-Суга, потом посетили проявления Подарок, Узун-Саир, затем нужно было ехать далее на запад. Но после Алдан-Маадыра поленились возвращаться обратно на мост и через Чадан, а решили ехать напрямик, вброд через Алаш в его устье. Подъехали к броду. Уровень воды в реке, как оказалось потом, был высоковат, течение, соответственно, тоже неслабое. Но на том берегу был всадник, местный чабан лет 60-ти. Увидев наши намерения, он кричал, сложив ладони рупором: «Ремень ушту-ур! Трамблёр дугла-ар!». Игорь Хертек — лихой, таёжный водитель, снял ремень привода вентилятора, накрыл целлофаном

трамблёр зажигания, обмотал скотчем, и вперёд! Ровно на середине реки машина заглохла. Полы будки залило водой по щиколотку. После череды приключений, которые продолжались до поздней ночи, и которые вряд ли забудутся, назавтра мы, слив воду из мотора и агрегатов, благополучно поехали дальше. Самым сложным был момент, когда уже в сумерках, подплыв на резиновой лодке, на стремнине за доли секунды нужно было ухватиться руками за передний бампер б6-го. А далее уже дело техники: привязать конец верёвки к крюку лебёдки, вытянуть трос на берег, подцепить к «Беларусу», которого удалось пригнать из села Дон-Терезин. Если бы Олег Константинович Гречищев не задремал к тому времени, когда мы подъехали к броду, то, возможно, всё было бы прозаичнее — повернули бы обратно к мосту<sup>6</sup>.



**В поле!** (2005; фото А.А. Монгуша)

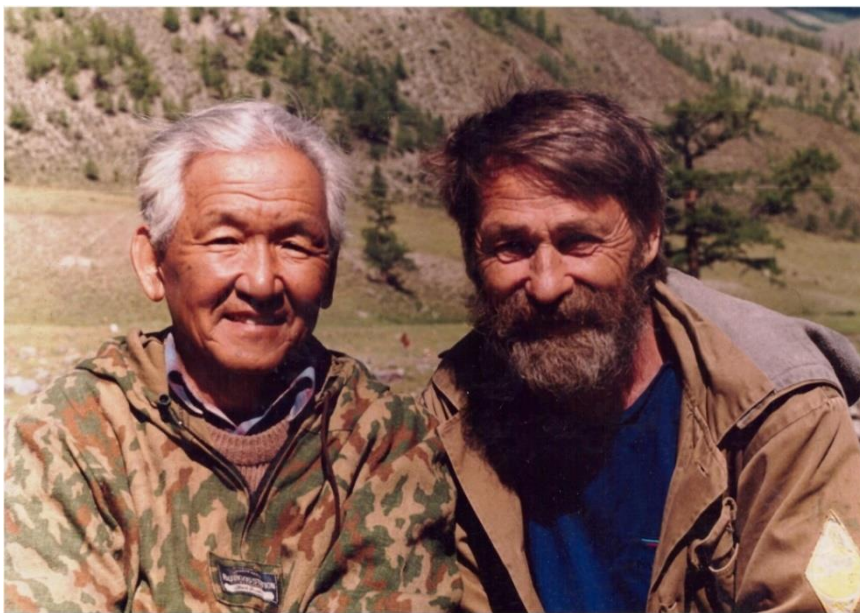
<sup>6</sup> Эта история чем-то напоминает рассказ геолога-съёмщика Георгия Павловича Александрова «Рисковая переправа» о том, как геологи переправлялись на резиновой лодке через взбухший и разлившийся от дождей Алаш в августе 1957 года (*Вокруг сердца Азии*: сборник стихов и прозы тувинских геологов и не только... – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2005).



**Обеденный привал, устье р. Барык: А.А. Монгуш, В.А. Попов с внуком Андрюшей, О.К. Гречищев, П.С. Изендеев, К.С. Кужугет и С.Г. Прудников (2005; снимает водитель И.Ч. Хертек)**



**С Валерием Алексеевичем Поповым, Ак-Суг (2005; фото А.А. Монгуша)**



**С Олегом Константиновичем Гречищевым, Западная Тува, Алдыы-Ак-Ой**  
(2005; фото В.А. Попова)

И ещё вспоминается 2006 год, когда мы с Калин-оолом Сереевичем ездили со съёмочной группой немцев по разным уголкам Тувы. Больше всего запомнилась поездка в низовья Хемчика, в те места, которые позже приобретут всеобщую известность из-за приездов В.В. Путина и С.К. Шойгу. По дороге из с. Шанчы к месту сплава по Хемчику встретили группу местных мужчин: они ехали навстречу, насколько помню, на грузовике «ГАЗ-53». Они попросили продать ведро бензина. Калин-оол Сереевич согласился, и тогда Эдик, водитель нашего уазика, безпрекословно исполнил просьбу. Мы, шесть человек: Калин-оол Сереевич, я, два немца, и нанятые ими в Москве оператор и звукооператор, ведя съёмку, на двух лодках сплавились к навесному пешеходному мостику через Хемчик, а водитель, как условились, подогнал туда нашу институтскую 214-ю «таблетку». После ужина Эдик, чуя неладное, попробовал проехаться обратно вверх по склону, что подтвердило его подозрения: на уклоне бензин скатывался в заднюю часть бака, и тогда наконецник бензопровода хватал вместо бензина воздух. Немцы, которые довольно неплохо говорили на русском, тут же провели экстренное совещание, на котором была выражена их непреклонная позиция в том, что кровь из носу, любой ценой (возможные денежные траты не играют никакой роли по сравнению с завтрашними планами) завтра утром мы должны быть у села Шанчы, где были запланированы важные мероприятия. Но больше запомнилось то, как Калин-оол Сереевич в контексте того, что не хватило того самого ведра бензина, горестно сказал: «Вот так всю жизнь. Из-за своей доброты и доверчивости я попадаю в такие переделки».

Но благодаря этой ситуации я пережил очередную увлекательную, незабываемую ночь, чему очень рад. Я и двое местных парней на двух конях поехали в ночь на Шанчы за бензином. По дороге внезапно обрушился ливень. Видя, что он не собирается утихать, мои спутники сноровисто расседлали коней и присели, укрывшись от дождя потниками. Я последовал их примеру. Вскоре ливень стих также быстро, как начался. Поднялись на перевал. В кромешной тьме парни, один за другим, подняли и опустили какой-то камень, говоря, что это *кодурер-даш* (камень для поднимания), и что такова традиция. Приехав в Шанчы, заезжали в два или три двора, стучались, будили хозяев. Канистра бензина нашлась. Тут же повернули коней

обратно. Начиная светать. На обратной дороге, как и по дороге в село, коней часто переводили с быстрого шага на рысь. Я сидел сзади, ухватив руками впереди сидящего. Наш вороной конь бежал как-то очень нескладно, с большой амплитудой вертикальных движений. Не выдержав, дребезжащим в такт бега рысака голосом я сказал: «Да-а, ну и коняка! Бежит как будто нарочно подпрыгивает, чтобы больнее было. Весь зад отбил!». В ответ услышал: «А этот конь из таких, которые бегут так, как *им* удобно (и чихать *они* хотели на удобство ездока — додумал я потом). Поэтому они очень выносливы на длинных расстояниях. А бывают кони, которые подлаживают свой бег под наездника, чтобы ему было удобнее и мягче. Но такие быстрее устают» (получилась почти что аллегория-притча на тему «Будь самим собой»). Тут я взглянул на соседнего саврасового коня, который бежал заметно плавнее. Когда подъехали к нашим товарищам, уже совсем рассвело. Эдик что-то такое придумал с бензином, что помогло бы преодолеть перевал, если бы не удалось достать бензина, даже провёл успешные испытания. Но далее просто дозаправились, поехали, и всё сделали по намеченному плану: засняли, как жители села Шанчы ставили юрты, делали «изиг-хан» и так далее.



В горах низовья Хемчика (2006; фото немецкого журналиста)

Моя супруга Алёна говорит, что Калин-оол Сереевич спас мне жизнь, когда в 2007 году скорая отвезла меня в ресбольницу с диагнозом аппендицит. Работа хирургического отделения Ресбольницы, как потом выяснилось, в то время была поставлена не на должном уровне: был ряд летальных исходов после операций с таким же диагнозом как у меня. А это явно ненормально, ведь такое оперативное вмешательство само по себе не является самым сложным. После операции начался гнойный процесс, из разговоров медиков запомнилось слово «абсцесс». Самый сильный и дорогой антибиотик, который можно было достать в Кызыле (спасибо коллегам, купили), уже не действовал. Вторая операция, через тот же шов. Если после первой операции очнулся как после сна, то на этот раз пришёл в себя как от какого-то необычного забытья. А боли на месте шва такие же сильные: очень ждал медсестру с очередным уколом обезболивающего промедола. В этот драматичный период супруга обратилась за помощью к Калин-оолу Сереевичу, рассказав, какая сложилась ситуация. Он проявил большое человеческое, душевное участие к нашей



семейной проблеме и очень сильно поддержал супругу в тот момент. Что именно сделал Калинин-оол Сереевич, мы доподлинно не знаем, но факт в том, что однажды на утреннем обходе вместе с лечащим врачом неожиданно появился и зав. отделением, проявив ко мне особое внимание. Лечащий врач лично отводил меня на УЗИ. В общем, моё тело было взято на контроль. Сделали третью по счёту операцию для удаления гноя, который не до конца выводился с помощью дренажа. Вскоре, после полутаромесячной эпопеи, я был выписан из больницы. Я и моя супруга Алёна очень благодарны Калинин-оолу Сереевичу за участие и помощь.



**С Калинин-оолом Сереевичем на месторождении россыпного золота Нарын**  
(осень 2006 г.; фото немецкого журналиста)

В декабре 1998 года, когда у меня родился сын и, благодаря Калинин-оолу Сереевичу, уже со следующего месяца я был переведён в геологический отдел Министерства природных ресурсов Республики Тыва. Это было большим подарком судьбы в то трудное в финансовом плане время.

У нас система власти такова, что эффективность работы коллектива и микроклимат в нём прежде всего зависят от его руководителя. Оглядываясь на прошлое, в том числе на четырёхлетний период работы в министерстве природных ресурсов, могу сказать, что под началом Калинин-оола Сереевича и эффективность работы, и микроклимат в коллективе были на высоком уровне. Он был на редкость хорошим руководителем: не злоупотреблял данной ему властью, и нельзя сказать, что был строгим, но в то же время не допускал в подчинённых халатного отношения к делу. При нём в нашем коллективе царила здоровая рабочая обстановка. Он был интеллигентным человеком, на вид мягким, но внутри имел твёрдый стержень. Особо следует отметить его умение разбираться в людях и, соответственно, подбирать кадры. Полагаю, на первом месте для него были человеческие качества в сочетании с профессионализмом для работы не «в себя», а для общества. В минприроды мне довелось работать с «зубрами» Тувинской геологоразведочной экспедиции (к тому времени она почти полностью вынужденно развалилась): геологами Владимиром Архаровичем Габеевым и Петром Филипповичем Ковалёвым, геофизиком Ак-оолом Серендоловичем Колом, гидрогеологом Надеждой Александровной Фесенко и другими. Когда я пришёл в геологический отдел, то его начальником была Елена

Дмитриевна Шабалинская, в которой уже тогда очень ярко проявлялись деловые качества. Как я понял, Калинин-оол Сереевич начал формирование министерства с отдела геологов и гидрогеологов, потом мы объединились с лесниками, экологами и геологическими фондами, а статус ведомства поменялся с республиканского на федеральный. Все эти хлопоты требовали от руководителя незаурядного организаторского таланта. Калинин-оол Сереевич со всем этим прекрасно справлялся, как мне сейчас видится, легко и непринуждённо. Я опять же благодарю Калинин-оола Сереевича за то незабываемое время работы на пути государственного служащего.

В 2002 году Калинин-оол Сереевич и я вернулись в наш родной ТувИКОПР. Калинин-оол Сереевич практически с нуля создал Центр мониторинга эндогенных источников чрезвычайных ситуаций, в котором функционировало четыре сейсмостанции, расположенные в разных местах Тувы. Центр тесно взаимодействовал с красноярскими (КНИИГиМС) и новосибирскими (геофизическая служба СО РАН) сейсмологами, которые имели свои сейсмостанции в Туве — шёл взаимообмен сейсмоданными в онлайн режиме. Насколько знаю, Центром была подготовлена карта сейсмораионирования Тувы, которая имеет большое значение для народного хозяйства. Благодаря работе Центра сейсмологию я лично воспринимал не как что-то экзотическое и смутное, а как нечто близкое и понятное. С уходом Калинин-оола Сереевича из ТИКОПРа, к сожалению, постепенно угас и сам центр. Да, кадры решают всё!

Большое видится на расстоянии. Под словом большое имею в виду его сердце и прозорливый ум, а под расстоянием — время. В один из непростых моментов своей жизни, когда я обратился к Калинин-оолу Сереевичу за помощью, я почувствовал его душевную теплоту и всемерную поддержку. Не забываются обращённые ко мне его слова «оглум...» (сын мой). Точно также по-отечески он говорил с моей супругой в вышесказанной истории: «уруум...» (дочка). Пишу эти воспоминания как дань уважения и любви к нему, и чтобы хоть как-то вернуть всё то хорошее, что мы получили от него. Калинин-оол Сереевич, желаем Вам белой дороги, пусть у Вас всё будет хорошо!

*Андрей Александрович Монгуш  
кандидат геолого-минералогических наук,  
ведущий научный сотрудник ТувИКОПР СО РАН  
(в 2005–2018 гг. заместитель директора по науке)  
август 2023 г., Кызыл*



## ПАМЯТЬ О КАЛИН-ООЛ СЕРЕЕВИЧЕ ВСЕГДА БУДЕТ ЖИТЬ В МОЕЙ ДУШЕ!

Летом 2022 года не стало Калин-оол<sup>7</sup> Сереевича... Известие о том, что его не стало, настигло меня в Новосибирске, где я проживаю уже долгие годы, после того, как мы с моим ныне покойным мужем Олегом Константиновичем Гречищевым переехали из любимой Тувы на постоянное место жительства.

Мы не виделись с Калин-оол Сереевичем уже много лет, но всегда поздравляли друг друга с праздниками и юбилеями. В последние годы он трубку не брал, о его здоровье я узнавала через старшую дочь Айлану Калиновну.

Вспоминается февраль далёкого 1975 года, когда было организовано первое академическое подразделение в Туве, лаборатория Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Академии наук СССР. Тогда нас было шесть человек, четверо из них кандидаты наук К.О. Шактаржик, К.С. Кужугет, В.В. Зайков, В.И. Лебедев, и не остепенённые В.Г. Тюлькин и я — геологи. С горечью констатирую, что ребят всех нет, осталась я одна.

Калин-оол Сереевич был мне очень дорог. На протяжении многих лет мы работали вместе. С 1981 года он заведовал нашей геологической лабораторией в этом академическом подразделении Института геологии Сибирского отделения академии наук. Он был хорошо образован, выпускник Московского геологоразведочного института, потом закончил очную аспирантуру Ленинградского горного института. Защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. Стал первым учёным геологом тувинцем. Русским языком владел в совершенстве, говорил по-русски без акцента, писал очень грамотно. Можно было лишь брать с него пример, что мы и делали.



Г.Ф. Киприевская (Балакина), В.Н. Гречищева и К.С. Кужугет. День защиты детей  
(1 июня 1981 г.; фото из архива Г.Ф. Балакиной)

<sup>7</sup> Имя оставлено в авторской редакции, без склонения.



**В.И. Большаков, В.Н. Гречищева, К.С. Кужугет, В.И. Лебедев. День празднования дня Науки и формирования ТувИКОПРа (апрель 1995 г.; фото из архива В.И. Лебедева)**

К.С. Кужугет по характеру был неторопливым, очень обстоятельным, добрым, и с ним всегда можно было договориться. Он обладал мягким, сговорчивым, весёлым нравом. Всегда улыбался и готов был внимательно выслушать. Если надо, то помогал. Он умел всегда поддержать разговор, обладал чувством юмора, и с ним всегда было надёжно и интересно.

Будучи отличным охотником, он нередко угощал нас своей добычей. И не то, что уточки или перепёлочки, а мог целую приготовленную тушу косули принести нам на ужин в свой день рождения. Это всегда было для нас настоящим праздником. Сотрудники геологической лаборатории, безусловно, благодарили К.С. Кужугета от души за нежное, отменно приготовленное мясо косули. Никогда ни до, ни после мне не приходилось есть такого вкусного мяса дикого животного. Спасибо и тогда, и сейчас этому добрейшему человеку.

Я лично знала и старшего брата К.С., он был высокого роста, красивый, тактичный и скромный человек, всегда занимал большие посты<sup>8</sup>. Калин-оол Сереевич был хорошим семьянином, воспитали с супругой Эльвирой Николаевной двух замечательных дочерей.

Память о Калин-оол Сереевиче всегда будет жить в моей душе!

*Валентина Николаевна Гречищева  
кандидат геолого-минералогических наук,  
горный инженер-геолог, ветеран труда,  
почётный геологоразведчик России  
сентябрь 2023 г., Новосибирск*

<sup>8</sup> Дополнение из статьи В.Н. Гречищевой «Всколыхнулась память» в Тувинской правде от 03.04.2018 г.: «...К сожалению, из-за скромности (как национальной черты) конкретных личностей я до чтения книги не знала, что Кужугет Сереевич Шойгу и Калин-оол Сереевич Кужугет — родные братья. А ведь я «бок о бок» работала с Калин-оолом Сереевичем Кужугетом с 1974 по 1984 годы, в первой академической ячейке СО АН. (Пять геологов под научным руководством академика В.А. Кузнецова. В.В. Зайков, К.С. Кужугет, В. И. Лебедев, В.Н. Гречищева, В.Г. Тюлькин). Очень часто видела красивого, высокого гостя К.С. Кужугета, вроде министра, но ни фамилии, ни подробностей о нём не знала. Он ведь мог перед нами выступать и напугать... Скромность... Находчивости не хватало?».



## ПАМЯТИ К.С. КУЖУГЕТА

Калин-оол Сереевич<sup>9</sup> Кужугет — человек очень спокойный, уверенный в себе, приятный в общении, с несколько ироничной улыбкой, умный, малоразговорчивый.

Мы учились в Москве в одно время (1956–1961), он — в Московском геологоразведочном институте, на Моховой, а я в Московском государственном университете. В начале студенческой жизни мы мало кого знали, потом постепенно от студентов-земляков стали узнавать кто и где учится. В начале 1960-х студенты геологи, горняки носили красивую форму, у геологов были эполеты. Это было так красиво, элегантно, парни выглядели как офицеры. Конечно, все восхищались ими, особенно девочки. Потом форму отменили.

В студенческие годы мы редко виделись, у каждого своя учёба и проблемы. Тогда в Москве, на Арбате на ул. Воровского 22, находилось Представительство Тувы, и секретарь Обкома партии Тувы С.К. Тока, приезжая в Москву, устраивал встречи со студентами, обучающимися в столичных вузах. Это были очень интересные и полезные беседы. Он рассказывал о Туве, перспективе развития, и как республика нуждается в нас, в молодых специалистах. Было очень позитивно, патриотично. С.К. Тока был очень общительным и ответственным руководителем, интересовался студенческой жизнью, расспрашивал всех, кто по какой специальности учится. Помню, спросил ребят Калин-оола, Тавак-оола. Узнав, что один из них геолог, а другой горняк, он провёл целую лекцию о будущем Тувы, что именно их специальности очень нужны для развития Тувинской АССР. Я не помню, чтобы другой руководитель настолько высокого ранга так просто встречался со студентами, заботился о будущих специалистах для Тувы. Так мы узнавали друг о друге. Иногда встречались на праздничных вечеринках в нашем представительстве на Арбате, иногда Калин-оол приезжал в общежитие МГУ на Воробьёвых горах, и мы, ещё Серин Кыргысовна, беседовали. Меня удивлял тогда его кругозор. Если мы говорили ему комплимент, он только сидел и улыбался. В то время мы очень любили кататься на коньках. Ребята приезжали к нам во Дворец спорта МГУ: Калин-оол, горняки Тимур Анчимаа и Тавак-оол Самданчап с Файной Кара-оол были заводилками. Часто ребята собирались в спорт-клубе на соревнованиях по вольной борьбе, где участвовали тувинские студенты-борцы: географ Калгажык Ондар<sup>10</sup>, химик Ойдуп Бартан, медики Володя Булчук и Василий Чамаев, и ещё кто-то.

Калин-оол Сереевич после окончания института работал в Тувинской геологоразведочной экспедиции. Здесь уже трудились Яков Сарбаа и Седип Аракчаа, окончившие геологический факультет МГУ. После окончания университета я приехала в Кызыл и стала работать инженером-почвоведом в Тувинской землеустроительной экспедиции, куда была распределена. Мы картировали земли сельхозугодий колхозов, составляли крупномасштабные почвенные карты, большей частью масштаба 1 : 50 000, иногда и 1 : 25 000. Ездили по одному или очень редко с геодезистом, на лошадях или на телеге с рабочим-землекопом. Временами приезжал главный инженер с проверкой, затем с приёмкой. Условия были трудные.

А геологи в то время были на особом положении, всё было поставлено на высшем уровне в государственном масштабе. В отличие от многих полевиков-экспедиционщиков, их хорошо снабжали и технически, и материально, у них было высокое полевое довольствие, выезжали в поле отрядами на машинах. Мы тогда это даже не обсуждали, геологические работы государством были поставлены на достойный уровень. Молодые мечтали стать геологами, как позже хотели быть космонавтами.

<sup>9</sup> В авторском написании: «Серээевич», что в точности отражает имя его отца Серээ, но по документам он, как и его брат Кужугет Шойгу, «Сереевич».

<sup>10</sup> Калгажык Ондарович Шактаржик.



**Калин-оол Сереевич Кужугет** (фото из архива К.С. Кужугета)

В Тувинской землеустроительной экспедиции оснащение и снаряжение были очень бедными, никакой спецодежды. Как-то встречаю Калин-оола, он рассказывает, что готовится к экспедиции и сделал заявки по снабжению. Тут я вспоминаю, что они имеют прекрасное полевое снаряжение, а мы такие бедные, штормовки в дефиците, вообще полевой костюм нигде не достать. Я попросила его помочь мне достать геологический полевой костюм. Он говорит, что всё идёт по разрядке, но посмотрим. Я говорю: «Хоть какой-нибудь списанный», а он смеётся и отвечает, что через три года там брать нечего, старьё. Я поняла, что особой надежды нет, и забыла о своей просьбе. Осенью зашла к нему в лабораторию, чтобы мне помогли определить породы. Тут Калин-оол Сереевич и говорит, где ты была, я достал тебе полевой костюм, правда не первый класс. Я была благодарна, что не забыл моей просьбы. Долго носила этот защитного цвета брезентовый полевой костюм: при намокании он становился жёстким, вставал коробом и не пропускал дождь. Сейчас, конечно, такое уже давно не носят. Но тогда совсем другое дело. Такой был неравнодушный к друзьям человек.

Более тесное сотрудничество получилось уже в Кызылском педагогическом институте, когда я была деканом биолого-химического факультета (1963–1967 гг.). В то время в учебном плане факультета очень много часов отводилось геологическим дисциплинам: общая и динамическая геология, минералогия с кристаллографией. И мы приглашали известных геологов для чтения лекций. Это были Б.В. Образцов (главный геолог геологоразведочной экспедиции), П.А. Никитчин (начальник тематической партии экспедиции), К.С. Кужугет. Помню, очень интересными и живыми были лекции П.А. Никитчина — доброжелательного, весёлого человека, хорошего рассказчика. Всегда обращались и к И.И. Коржу, начальнику экспедиции, с просьбами, он помогал, дарил геологическую и тектоническую карты мира, образцы пород, разрешал студентам экскурсии на угольную шахту «Красная горка», что у Усть-Элегеста.

Значительно позже, в 1980-х годах, когда уже была открыта географическая специальность на естественно-географическом факультете, вновь приглашали Калин-оола Сереевича читать лекции по геологии. Он был в расцвете сил в этот период, с большим подъёмом творческих сил занимался организацией учебного процесса и преподаванием — с таким же энтузиазмом, творческой отдачей, самозабвенно, как и

своей геологией, её приложением к практической жизни. Он читал лекции на факультете очень доступно, спокойным тоном, без конспектов. Практиковал опорные лекции, охватывающие сначала целый раздел, затем переходил к частным темам. Было очень поучительно, чувствовалась широкая эрудиция лектора. После него преподавал геологию и В.И. Лебедев. Выдающиеся, замечательные и очень занятые люди с удовольствием отзывались на наши просьбы о занятиях со студентами. Я ходила на все лекции, пополняла свои университетские знания, которые были отнюдь не плохими. Геологические дисциплины нам читали А.Ф. Якушова, Г.А. Иванова и Л.А. Рагозин (исследователь Тувы). Отмечу также, что благодаря усилиям и таланту директора К.С. Кужугета были открыты геологические специальности в Кызылском политехническом техникуме.



**Калин-оол Сереевич Кужугет с Владимиром Ильичём Лебедевым**  
(фото из архива В.И. Лебедева)

Калин-оол Сереевич никогда никого не обсуждал, всегда говорил о людях ровно. Только однажды, уже в последние годы, когда он руководил сейсмической лабораторией, рассказывал с некоторой грустью об экспедиции с молодыми московскими специалистами, их высокомерном отношении, пренебрежении к его мнению. Говорил, что, может мне пора уходить. После разговора с ним я подумала об этике молодых людей, отношении к старшему поколению. Понятно, что наука не стоит на месте, развивается, появляются новые теории, парадигмы, за которыми и молодым-то угнаться нелегко.

Калин-оол Сереевич останется в памяти людей, знавших его, всегда светлым, корректным, добрым, умным и счастливым человеком.

*Светлана Сюрюновна Курбатская*  
*доктор географических наук, профессор*  
*сентябрь 2023 г., Кызыл*



## ОСНОВНЫЕ ВЕХИ ЖИЗНИ И ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАЛИН-ООЛА СЕРЕЕВИЧА КУЖУГЕТА

- 1936 г., 26 ноября — родился в с. Кара-Холь Барун-Хемчикского кожууна Тувинской Народной Республики.
- 1954 г. — выпускник Чаданской средней школы (окончил с серебряной медалью).
- 1961 г. — выпускник Московского геологоразведочного института по специальности горный инженер-геолог.
- 1961–1962 гг. — геолог Тувинской комплексной геологической экспедиции.
- 1963–1967 гг. — аспирант кафедры геологии месторождений полезных ископаемых Ленинградского горного института, 1962–1966 — геолог геолого-маркшейдерского отдела Тувинского горнорудного комбината. 1967 г. — защита диссертации на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по теме «Условия образования и закономерности размещения месторождений хризотил-асбеста на территории Тувинской АССР».
- 1967–1968 гг. — старший геолог Тематической партии Тувинской комплексной геологической экспедиции.
- 1968–1975 гг. — директор Кызылского политехнического техникума.
- 1975–1997 гг. — старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией, заместитель директора по научной работе учреждений Академии наук в Туве: Тувинской экономической лаборатории, Тувинской геологической лаборатории, Тувинского комплексного отдела Сибирского отделения АН СССР, Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения РАН.
- 1997–2002 гг. — министр природных ресурсов Республики Тыва, председатель Комитета природных ресурсов МПР РФ по Республике Тыва.
- 2002–2016 гг. — ведущий научный сотрудник ТувИКОПР СО РАН, руководитель Центра мониторинга эндогенных источников чрезвычайных ситуаций при КНИИГиМСе и ТувИКОПР СО РАН.
- 2022 г., 17 августа — на 86 году в г. Кызыле завершился его жизненный путь.<sup>11</sup>

*Редколлегия*

---

<sup>11</sup> См. также:

*В. Попов.* Первый учёный-геолог Тувы [70 лет научному сотруднику ТИКОПР СО РАН кандидату геолого-минералогических наук К.С. Кужугету] // Тувинская правда. – 2006, 2 дек.

*А.К. Кужугет.* Калинин-оол Сереевич Кужугет. 80 лет со дня рождения // Люди и события Тувы: календарь-хронограф 2016. – Кызыл, 2015. – С. 105–106.

*Кужугет Калинин-оол Сереевич:* [о нём] // Сибирь в лицах. – Новосибирск, 2001. – С. 419.

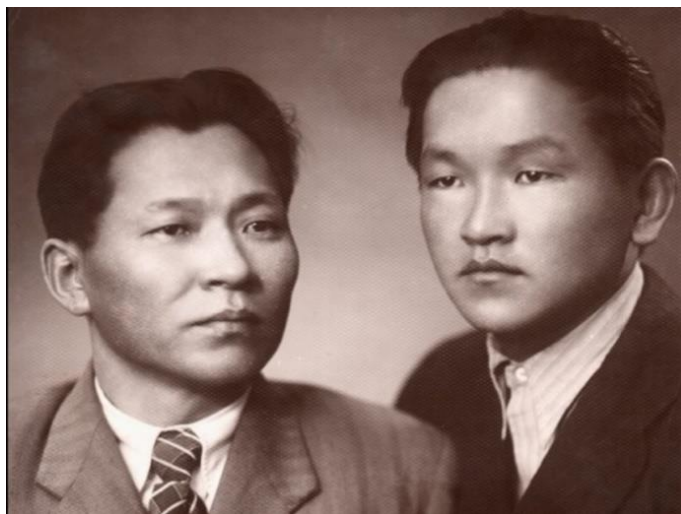
*В. Кривдик.* Из рода Кужугетов // Шойгу К.С. Перо чёрного грифа. – Кызыл, 1998. – С. 3–7.

*Д. Март-оол.* Аныяк тыва эртемден [К.С. Кужугеттин дугайында] // Шын. – 1967, ноябрь. 16.

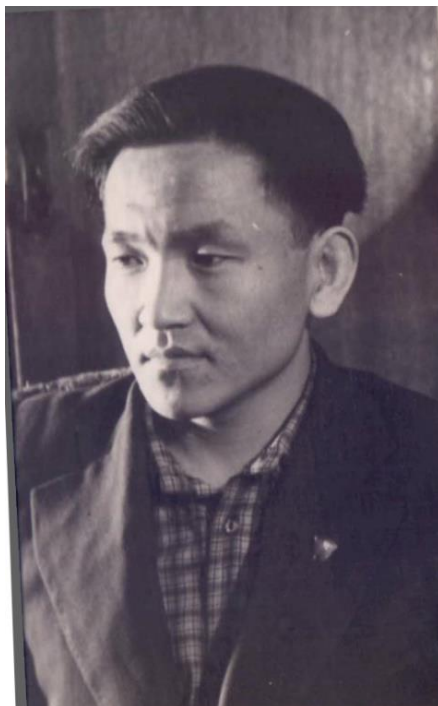
*К.С. Шойгу.* Төрзэн черим, төрел чонум (эге сөс орнунга) // Үе болгаш кижилер. – Кызыл, 1997. – А. 88–95.



## ФОТОГРАФИИ ИЗ СЕМЕЙНОГО АЛЬБОМА<sup>12</sup>



Со старшим братом Шойгу



В молодости

---

<sup>12</sup> Весьма признательны за предоставленные фотографии Эльвире Николаевне и Айлане Калиновне, супруге и дочери Калин-оола Сереевича.



**На рыбалке**



**На охоте**



**С невесткой Александрой Яковлевной, племянниками Ларисой и Сергеем**



**С племянником Сергеем**



**С младшей сестрой Борбак и её мужем**



**В Соединённых Штатах Америки**



**С младшим внуком**



**С супругой и детьми на пароме через Малый Енисей**



**С супругой, детьми, внуком и правнуками**



**На 80-летию супруги Эльвиры Николаевны**

# РАЗДЕЛ I ГЕОЛОГИЯ. СЕЙСМИКА. ГИС [GEOLOGY. SEISMOLOGY. GIS]

УДК: 504.75; 556.3

DOI: 10.24412/2658-4441-2023-3-39-58

О.И. КАЛЬНАЯ<sup>1</sup>, А.А. ХВАЩЕВСКАЯ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)*

<sup>2</sup> *Томский политехнический университет (Томск, Россия)*

## **ДИНАМИКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ХОВУ-АКСЫНСКОГО РУДНОГО УЗЛА**

В настоящей статье приведена динамика изменения гидрохимического состава поверхностных, подземных и рудничных вод в районе Хову-Аксынського рудного узла. При написании статьи использованы результаты полевых наблюдений и аналитических исследований непосредственно авторов работы за ряд лет, а также данные литературных источников и фондовых материалов. Работами установлено, что присутствие рудообразующих тяжёлых металлов и мышьяка во всех видах вод в районе исследований определяется как природными (Хову-Аксынское арсенидно-кобальтовое месторождение, состав переотложенных продуктов коры выветривания), так и антропогенными факторами (хвостохранилища комбината Тувакобальт). В настоящее время карты-накопители комбината рекультивированы, в исследуемом районе ведётся мониторинг состояния компонентов окружающей среды силами станции агрохимической службы Тувинская.

*Ключевые слова:* Хову-Аксынський рудний узел, комбинат Тувакобальт, хвостохранилища, поверхностные, подземные и рудничные воды, гидрохимический состав, рудообразующие тяжёлые металлы, мышьяк.

Рис. 8. Табл. 5. Библ. 29 назв. С. 39–58.

*Работа выполнена в рамках работ по Государственному заданию  
ТувИКОПР СО РАН, научная тема 222020400035-4*

O.I. KALNAYA<sup>1</sup>, A.A. KHVASCHEVSKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)*

<sup>2</sup> *Tomsk Polytechnic University (Tomsk, Russia)*

### **DYNAMICS OF HYDROCHEMICAL PARAMETERS OF SURFACE AND UNDERGROUND WATERS WITHIN THE KHOVU-AKSYNSKY ORE CLUSTER**

This article presents the changes dynamics of the hydrochemical composition of surface, underground and mine waters in the area of the Khovu-Aksynsky ore cluster. The results of field observations and analytical studies of the authors for several years as well as data from literary sources and unpublished geological reports were used in the present paper. The works have established that the presence of ore-forming heavy metals and arsenic in all types of waters within the study area is determined by both natural (Khovu-Aksynsky arsenide-cobalt deposit, the composition of redeposited

weathering crust products) and anthropogenic factors (wastes of the Tuvakobalt plant). At the present time the Tuvakobalt's wastes storage have been recultivated. Today the monitoring for environmental components state is being carried out by the Tuvinskaya agrochemical service station.

*Keywords:* Khovu-Aksynsky ore cluster, Tuvakobalt plant, wastes storage, surface, underground and mine waters, hydrochemical composition, ore-forming heavy metals, arsenic.

Figures 8. Tables 5. References 29. P. 39–58.

**ВВЕДЕНИЕ.** Хову-Аксыйский рудный узел располагается в структурах южного обрамления Тувинского прогиба и приурочен к сложно построенному тектоническому узлу, в котором интенсивно проявлены разновозрастные магматические и гидротермальные процессы (Лебедев, 1998).

В административном отношении Хову-Аксыйское арсенидно-кобальтовое месторождение расположено в Чеди-Хольском кожууне (районе) Республики Тыва, в географическом — в пределах бассейна р. Элегест, которая является наиболее крупным левым притоком р. Верхний Енисей.

С 1970 по 1991 гг. на базе месторождения работал комбинат Тувакобальт. В результате за 20 лет производственной деятельности на промплощадке в пяти хвостохранилищах, называемых «картами», и десятке траншей складировано более 2 млн м<sup>3</sup> хвостов гидрометаллургического передела. За время хранения отходов их первоначальный состав (как минеральный, так и геохимический) существенно изменился под влиянием окисляющих и разрушающих факторов: арсениды в значительной степени окислились, произошло их замещение неустойчивыми вторичными минералами, существенная часть химических элементов из твёрдого вещества перешла в поровые растворы. Запасы мышьяка в хвостохранилищах составляют не менее 75 тыс. т при концентрации около 3,3%. Мышьяк является одним из наиболее токсичных компонентов, приобретающим высокую мобильность при окислительном и восстановительном выщелачивании вещества руд, отвалов и отходов обогащения. Хранилища находятся в непосредственной близости от р. Элегест, впадающей в р. Верхн. Енисей и служили (до рекультивации) серьёзным источником экологической угрозы загрязнения компонентов окружающей среды не только регионального значения.

Предметом наших исследований являлись поверхностные, подземные и рудничные воды в пределах Хову-Аксыйского рудного узла. Цель работы — определение степени влияния данного рудного узла и хвостохранилищ комбината Тувакобальт на химический состав вод и их экологическое состояние, оценка количественного загрязнения всех видов вод мышьяком и тяжёлыми металлами, входящими в состав руд месторождения и хранящимися в хвостохранилищах, а также выяснение путей миграции данных элементов. Кроме этого, в статье приводятся данные о содержании в водах мышьяка и тяжёлых металлов, почерпнутых из опубликованных материалов и фондовых источников, и проведён сравнительный анализ динамики гидрохимического состава вод.

Геологическое строение Хову-Аксыйского рудного узла подробно приведено в монографиях и статьях (Лебедев, 1998; Лебедев и др. 2009; Лебедев, 2010, 2015, 2017, 2018; Забелин, 2016, 2018).

Экологическая проблема, связанная с хвостохранилищами (картами-накопителями) комбината Тувакобальт освещена в монографии (Бортникова и др., 2006) и многочисленных статьях (Гаськова и др., 2003; Ондар и др., 2010; Лебедев и др., 2012; Кальная и др., 2018; Монгуш и др., 2018; Кальная, Аюнова, 2019; Кальная и др., 2019; Гуркова и др., 2019; Платонова и др., 2021; Bortnikova et al., 2021) и других.

**МЕТОДИКА РАБОТ.** В ходе выполнения полевых работ производился отбор поверхностных, подземных и рудничных вод в периоды 2017, 2018 и 2021 гг.



**Поверхностные воды** в районе Хову-Аксынского рудного узла, хвостохранилищ комбината Тувакобальт, а также в целом в бассейне р. Элегест (в верхнем, среднем и нижнем течении) опробовались в 2017, 2018 и 2021 гг. с целью выяснения фоновое гидрохимического состояния поверхностных водотоков, в т. ч. количественных показателей содержания мышьяка и тяжёлых металлов. Нумерация проб последовательная.

2017 г.: *проба № 1* — верховье р. Элегест; *проба № 2* — р. Элегест выше пос. Сайлыг; *проба № 3* — р. Элегест у моста в пос. Сайлыг; *проба № 4* — р. Элегест ниже очистных сооружений пгт. Хову-Аксы; *проба № 5* — р. Элегест перед слиянием с р. Унгеш; *проба № 6* — р. Элегест у пос. Чал-Кежиг.

2018 г.: *проба № 7* — р. Элегест, 100 м выше моста в пос. Сайлыг; *проба № 8* — р. Элегест, 50 м ниже моста в пос. Сайлыг; *проба № 9* — р. Элегест ниже очистных сооружений пгт. Хову-Аксы; *проба № 10* — р. Элегест у моста в пос. Чал-Кежиг.

2021 г.: *проба № 11* — ручей без названия, выше штольни «Капитальная»; *проба № 12* — ручей без названия на участке «Северный», выше штольни № 2; *проба № 13* — р. Хондерге; *проба № 14* — оз. Доржу-Холь; *проба № 15* — р. Элегест, верхнее течение.

Точки отбора водных проб в 2017–2018 гг. отображены на *рисунке 1*, в 2021 г. — на *рисунке 2*.

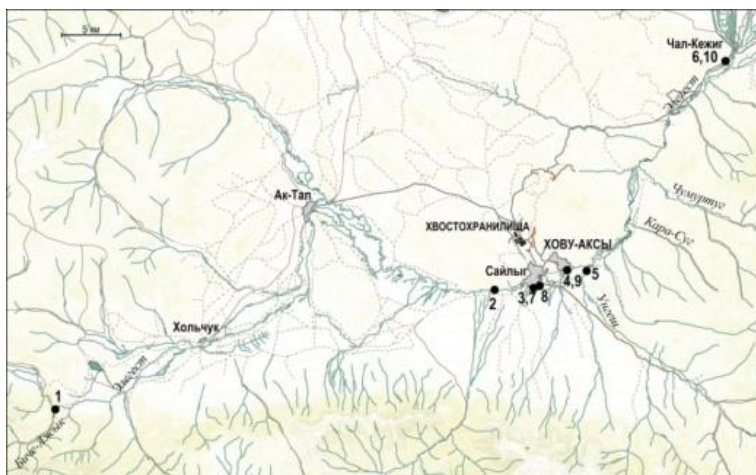


Рисунок 1. Точки отбора водных проб из поверхностных водотоков в 2017 и 2018 гг.



Рисунок 2. Точки отбора водных проб из поверхностных водотоков в 2021 г.

Пробы воды, отобранные в 2017 г., анализировались в секторе физико-химических исследований ТувИКОПР СО РАН (Кызыл), в 2018 г. анализ воды проводился в Проблемной научно-исследовательской лаборатории Томского политехнического университета (Томск) (аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.511901 от 09.09.2013 г.). Вода, отобранная в 2021 г., исследовалась в Аналитической лаборатории ООО «Тувинская ГРЭ» (Кызыл) (аттестат аккредитации № ААС. А.00164, действителен до 25.07.2022 г.).

**Подземные воды** в районе исследования опробовались в январе и в июне 2018 г. Пробы отбирались из скважин, пробуренных в пос. Сайлыг для целей водоснабжения населения. Посёлок расположен ниже хвостохранилищ по рельефу, в устьевой части лога, впадающего в долину р. Элегест. Также опробовался открытый колодец, расположенный в посёлке. Кроме этого, были отобраны фоновые пробы из абиссинского колодца в частном доме, расположенном по правому берегу р. Элегест, вне влияния карт-накопителей комбината. Положение пос. Сайлыг относительно карт-накопителей отобрано на *рисунке 3* (Кальная, Аюнова, 2019).

Расположение опробованных скважин и колодцев отобрано на *рисунке 4*.



Рисунок 3. Расположение пос. Сайлыг относительно карт-накопителей комбината Тувакобальт



Рисунок 4. Схема расположения опробованных скважин и колодцев в пос. Сайлыг, номера отобранных проб воды в январе и в июне 2018 г.

**Рудничные воды.** В 2021 г. сотрудниками ТувИКОПР СО РАН было проведено опробование рудничных вод, вытекающих из заброшенных штолен на участке «Северный», и ручьёв, протекающих в пределах этого же участка. Точки отбора проб из штолен представлены на *рисунке 5*.

Все пробы воды отбиралась в соответствии с ГОСТ 31861-2012 (2019) в пластиковые бутылки, объём каждой пробы составлял 2 л. В воде определялись следующие компоненты: минерализация, сухой остаток, макрокомпонентный состав (катионы и анионы), в т.ч. железо общее, азотсодержащие компоненты (нитрат-ион, нитрит-ион, аммоний-ион), жёсткость общая, карбонатная и некарбонатная, углекислота свободная, кремнекислота, окисляемость перманганатная, водородный показатель (рН), тяжёлые металлы (цинк, медь, свинец, никель, марганец, кобальт, хром), нефтепродукты, фенолы, взвешенные вещества.

Результаты анализа поверхностных и рудничных вод сравнивались с требованиями, предъявляемыми к рыбохозяйственным водоёмам (Правила..., 1991; Гидрохимические показатели..., 2007).

Результаты анализа подземных вод сравнивались с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (СанПиН 1.2.3685-21, 2021).

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.** Гидрохимический состав поверхностных и подземных вод во многом зависит от геологического строения местности, в частности, от состава пород. Контактируя с породами и минералами, воды обогащаются определёнными химическими элементами. Рудные узлы являются поставщиками, если так можно сказать, рудообразующих химических элементов в поверхностные и подземные воды.

Рудные минералы Хову-Аксынского арсенидно-кобальтового месторождения представлены никелином ( $\text{NiAs}$ ), раммельсбергитом ( $\text{NiAs}_2$ ), сафлоритом ( $(\text{Co,Fe})\text{As}_2$ ), шмальтин-хлоантитом (шмальтин —  $\text{CoAs}_{3-2}$ ; хлоантит —  $\text{NiAs}_{3-2}$ , лёллинитом ( $\text{FeAs}_2$ ). Это арсениды, содержащие 52–71 % мышьяка, 1–17,5 % кобальта и 1,1–30 % никеля, железа. На завершающей стадии гидротермального процесса рудообразования Хову-Аксынского месторождения наибольшая роль принадлежала мышьяковистой блёклой руде — теннангиту ( $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ ) с повышенным содержанием серебра и ртути, а также халькопириту ( $\text{CuFeS}_2$ ) и борниту ( $\text{Cu}_3\text{FeS}_4$ ) (Забелин, 2016).

Зона окисления на месторождении распространяется на глубину 40–70 м и служит источником формирования ореолов рассеяния рудообразующих элементов в рыхлых подпочвенных отложениях и в почвах, в растениях, а также принимает участие в образовании потоков рассеяния элементов в подземных водах, поверхностных водотоках и их донных отложениях (Забелин, 2016).

Кроме природных объектов, на гидрохимический состав вод и их экологическое состояние влияют и антропогенные факторы. В данном случае, это фильтрация атмосферных осадков в водоносные горизонты через открытые карты

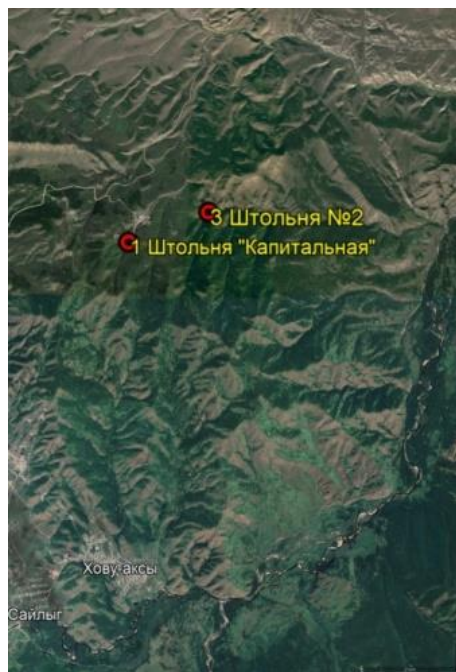


Рисунок 5. Точки отбора рудничных водных проб из штолен в июне 2021 г.

накопители комбината Тувакобальт, сброс неочищенных сточных вод пгт. Хову-Аксы непосредственно в р. Элегест.

В течение ряда лет проблема влияния токсичных элементов на подземные и поверхностные воды в районе арсенидно-кобальтового месторождения Хову-Аксы и хвостохранилищ комбината являлась предметом изучения: сотрудников Тувинской геологоразведочной экспедиции (далее — ТГРЭ), проводивших режимные наблюдения в данном районе (Качурин и др., 1967 ф.; Поляков, Магдиг, 1971 ф.; Угрюмов, Топрокова, 1986 ф.; Никитина, 2004 ф., 2016 ф.); научных сотрудников Сибирского отделения РАН (Бортникова и др., 2006; Bortnikova et al., 2021); сотрудников ТувГУ (Ондар и др., 2010; и др.); сотрудников ТувИКОПР СО РАН (Кальная, Аюнова, 2019; Платонова и др., 2020; и др.).

Ниже приведены результаты ретроспективного анализа состояния поверхностных, подземных и рудничных вод в районе Хову-Аксынского рудного узла.

**Поверхностные воды.** В 1970 г. были выполнены работы (Поляков, Магдиг, 1971 ф.) по исследованию поверхностных, подземных и рудничных вод в районе Хову-Аксынского арсенидно-кобальтового месторождения на предмет содержания в них мышьяка.

Опробовались такие поверхностные водотоки, как р. Элегест (в нескольких точках), ручьи Азик, Унгеш, Сорог, Чыланнгы, Худеш, Он-Кажаа.

Установлено, что содержание мышьяка в пробах вод, отобранных из ручьёв Чыланнгы и Худеш в районе Северного рудника, превышало санитарную норму и составляло в среднем 0,051–0,103 мг/л. В остальных водотоках содержание мышьяка не превышало ПДК.

В р. Элегест было отмечено повышенное содержание мышьяка (0,03–0,05 мг/л) в весенний период снеготаяния. В остальные периоды 1970 г. (лето, осень, зима) содержание мышьяка в р. Элегест не превышало норму (по требованиям 1970 г.) и находилось в пределах 0,008–0,022 мг/л (Поляков, Магдиг, 1971 ф.).

Данные гидрохимического и экологического состояния поверхностных вод за 2017–2018 гг. приведены в *таблице 1*.

По результатам химических анализов за указанные годы воды ультрапресные с минерализацией 0,143–0,197 г/л, очень мягкие и мягкие (общая жёсткость колеблется в пределах 0,8–2,4 мг-экв/л), водная среда нейтральная и слабощелочная (рН=6,69–8,02). По химическому составу — преимущественно гидрокарбонатные натриево-кальциевые и кальциево-натриевые. Обобщённая формула солевого состава имеет вид:

$$M_{0,143-0,197} \frac{HCO_3(74-88)CO_3(0-17)SO_4(3-8)Cl(0-3)NO_2(0-3)NO_3(0-1)}{Ca(27-72)(Na+K)(33-65)Mg(4-21)NH_4(0-2)}.$$

Максимальное количество загрязняющих компонентов (хоть и не превышающих ПДК для вод рыбохозяйственных водоёмов) определяются в пробе воды №4 отобранной в 2017 г. ниже очистных сооружений в пгт. Хову-Аксы (*см. табл. 1*). Содержание нефтепродуктов составило 0,0091 мг/л (0,182 ПДК), фенолов — 0,0039 мг/л (3,9 ПДК), АПАВ — 0,007 мг/л (0,07 ПДК). В 2018 г. загрязняющие компоненты техногенного характера в р. Элегест определены в единичной пробе №10, отобранной у пос. Чал-Кежиг (*см. рис. 1*), где содержание фенолов составило 0,0016 мг/л или 1,6 ПДК. Нефтепродукты и АПАВ в 2018 г. в р. Элегест в районе исследований определены на пределе чувствительности прибора (*см. табл. 1*).

Наибольшее количество мышьяка в р. Элегест за два года опробования (0,0077 мг/л) отмечено в воде, отобранной из реки в пос. Сайлыг в 2017 г. (проба №3), который находится в устьевой части лога с расположенными выше по рельефу хвостохранилищами комбината Тувакобальт (*см. рис. 1, табл. 1*). В 2018 г. содержание мышьяка в р. Элегест у пос. Сайлыг составило 0,0012 мг/л.

Таблица 1. Гидрохимические показатели поверхностных вод, 2017 и 2018 гг.

№ проб	Дата отбора	Минерализация, г/л	pH	Жёсткость общ., мг-экв/л	Формула солевого состава	As, мг/л	Нефтепродукты, мг/л	Фенолы, мг/л	АПАВ, мг/л
1	09.06.2017	0,179	6,69	1,1	$\frac{HCO_3 87CO_3 9SO_4 3NO_2 1NO_3 1}{(Na + K)51Ca30Mg17NH_4 1}$	0,0030	≤0,005	≤0,0005	не обн.
2	09.06.2017	0,180	6,70	1,2	$\frac{HCO_3 87CO_3 9SO_4 3NO_2 1}{(Na + K)48Ca43Mg9}$	0,0014	≤0,005	≤0,0005	не обн.
3	09.06.2017	0,180	6,75	0,8	$\frac{HCO_3 83CO_3 9SO_4 7NO_3 1}{(Na + K)65Ca31Mg4}$	0,0077	0,003	≤0,0005	не обн.
4	09.06.2017	0,197	7,20	2,4	$\frac{HCO_3 77CO_3 15SO_4 4NO_2 3Cl 1}{(Na + K)61Ca27Mg12}$	0,0048	0,0091	0,0039	0,007
5	09.06.2017	0,145	7,02	2,3	$\frac{HCO_3 85CO_3 11SO_4 3NO_3 1}{(Na + K)50Ca27Mg21NH_4 2}$	0,0037	0,0022	не обн.	не обн.
6	09.06.2017	0,159	8,02	0,9	$\frac{HCO_3 83CO_3 10SO_4 6NO_3 1}{(Na + K)56Ca29Mg15}$	не обн.	≤0,005	≤0,0005	не обн.
7	03.06.2018	0,175	7,52	1,6	$\frac{HCO_3 76CO_3 13SO_4 7Cl 3NO_3 1}{Ca51(Na + K)39Mg10}$	0,0011	≤0,005	≤0,001	≤0,025
8	03.06.2018	0,151	7,42	1,7	$\frac{HCO_3 88SO_4 8Cl 3NO_3 1}{Ca72(Na + K)14Mg13NH_4 1}$	0,0012	≤0,005	≤0,001	≤0,025
9	03.06.2018	0,194	7,87	1,6	$\frac{HCO_3 75CO_3 17SO_4 4Cl 3NO_3 1}{(Na + K)49Ca42Mg9}$	0,00099	≤0,005	≤0,001	≤0,025
10	03.06.2018	0,143	7,87	1,35	$\frac{HCO_3 74CO_3 14SO_4 8Cl 3NO_3 1}{Ca54(Na + K)33Mg12NH_4 1}$	0,00086	≤0,005	0,0016	≤0,025

Примечание. АПАВ — анионные поверхностно-активные вещества; не обн. — не обнаружено.

Несколько повышенное содержание мышьяка в пробе №3 за 2017 г. (0,0077 мг/л) по сравнению с фоновым содержанием (0,0055 мг/л; Никитина, 2016 ф.) может быть связано с поступлением данного элемента из размывавшихся карт-накопителей в подземные воды верхнеплейстоценово-голоценового делювиально-пролювиального горизонта, выполняющего днище лога, и далее — в поверхностные воды р. Элегест за счёт разгрузки подземных вод. Ниже по течению содержание мышьяка в р. Элегест уменьшается до 0,0037 мг/л в 2017 г. (проба №5) и до 0,00086 мг/л в 2018 г. (проба №10) (см. рис. 1, табл. 1).

Результаты исследований гидрохимического и экологического состояния поверхностных вод бассейна р. Элегест, проведённые авторами в 2021 г., приведены в таблице 2.

По результатам химических анализов за 2021 г. воды пресные и ультрапресные с минерализацией 0,09–0,37 г/л, от очень мягких и мягких (общая жёсткость 1,0–2,7 мг-экв/л) до умеренно жёстких (4,40 мг-экв/л — ручей на участке Северном), водная среда нейтральная (pH = 6,56–7,48). По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные, реже — хлоридно-гидрокарбонатные магниевые-

кальциевые и натриево-кальциевые. Обобщённая формула солевого состава имеет вид:

$$M_{0,09-0,37} \frac{HCO_3(56-92)Cl(3-27)SO_4(4-17)NO_3(0-3)}{Ca(52-71)Mg(10-37)(Na+K)(2-30)NH_4(1-15)}.$$

В 2021 г. содержание нефтепродуктов отмечено только в одной пробе — в ручье возле штольни «Капитальной» (проба № 11), в количестве, не превышающем ПДК. В остальных пробах загрязняющие компоненты техногенного характера определены на пределе чувствительности прибора (см. табл. 2).

Максимальное количество мышьяка отмечено в ручье возле штольни «Капитальная» — 0,0079 мг/л, где частично складированы отвалы мышьяксодержащих пород.

Таблица 2. Гидрохимические показатели поверхностных вод, 2021 г.

№ проб	Дата отбора	Минерализация, г/л	pH	Жёсткость общ., мг-экв/л	Формула солевого состава	As, мг/л	Нефтепродукты, мг/л	Фенолы, мг/л	АПАВ, мг/л
11	11.06	0,17	6,56	1,7	$\frac{HCO_3 81 SO_4 10 Cl 7 NO_3 3}{Ca 71 NH_4 15 Mg 10 (Na + K) 4}$	0,0079	0,011	не обн.	не обн.
12	11.06	0,37	7,29	4,40	$\frac{HCO_3 92 SO_4 4 Cl 3 NO_3 1}{Ca 58 Mg 37 NH_4 3 (Na + K) 2}$	0,0057	≤0,005	не обн.	не обн.
13	11.06	0,27	7,33	2,2	$\frac{HCO_3 89 SO_4 6 Cl 5}{Ca 52 (Na + K) 30 Mg 16 NH_4 2}$	0,0056	≤0,005	≤0,0005	≤0,025
14	11.06	0,27	7,48	2,7	$\frac{HCO_3 56 Cl 27 SO_4 17}{Ca 56 (Na + K) 27 Mg 16 NH_4 1}$	≤0,005	≤0,005	≤0,0005	≤0,025
15	11.06	0,09	7,40	1,0	$\frac{HCO_3 70 Cl 18 SO_4 12}{Ca 61 Mg 26 (Na + K) 10 NH_4 3}$	≤0,005	≤0,005	≤0,0005	≤0,025

Примечание. АПАВ — анионные поверхностно-активные вещества; не обн. — не обнаружено.

По данным наблюдений ТГРЭ (которые велись в течение ряда лет) за химическим составом вод р. Элегест выше пос. Сайлыг на участке водозабора поверхностных вод для нужд пгт. Хову-Аксы, воды р. Элегест имеют гидрокарбонатный кальциевый и магниевый-кальциевый состав с минерализацией 0,24–0,34 г/л, pH — 8,0–8,3. Содержание мышьяка в 2004 г. не превышало 0,005 мг/л, в последующие годы находилось в пределах <0,005–0,0055 мг/л (при ПДК мышьяка для вод рыбохозяйственных водоёмов 0,05 мг/л на период обследования) (Никитина, 2004 ф., 2016 ф.).

**Подземные воды.** В районе расположения скважин выделяются следующие водоносные подразделения:

1. Водоносный голоценовый аллювиальный горизонт, аQ<sub>IV</sub>;
2. Водоносный верхнеплейстоценовый-голоценовый делювиально-пролювиальный горизонт, дрQ<sub>III-IV</sub>;
3. Водоносная нижнедевонская зона трещиноватости вулканогенно-осадочных пород, D<sub>1kn</sub>.

Скважиной 3334 по ул. Терешковой вскрыт смешанный водоносный комплекс: делювиально-пролювиальный горизонт (дрQ<sub>III-IV</sub>) и девонская зона трещиноватости (D<sub>1kn</sub>), которая отдельно нами не рассматривается.

**Водоносный верхнеплейстоцен-голоценовый делювиально-пролювиальный горизонт** (дрQ<sub>III-IV</sub>). Из делювиально-пролювиального водоносного горизонта взяты пробы воды №№ 1–3, 6–8 (зима) и №№ 17–18, 21–24 (лето), анализ которых выявил в

них повышенную минерализацию (по пробам зимнего периода — 0,3–0,68 г/л, летнего периода — 0,29–0,67 г/л), а также достаточно высокую жёсткость (3,2–7,1 мг-экв/л — воды от умеренно жёстких до жёстких) за счёт повышенного содержания ионов магния и кальция. По гидрохимическому составу подземные воды преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магниевые и смешанного катионного состава с преобладанием или большим содержанием ионов магния. Обобщённая формула солевого состава имеет вид:

$$M_{0,30-0,68} \frac{HCO_3(42-85)Cl(11-30)SO_4(3-30)NO_3(0-5)}{Mg(37-48)Ca(25-48)(Na+K)(15-28)}$$

Содержание тяжёлых металлов и мышьяка в подземных водах делювиально-пролювиального водоносного горизонта приведено в *таблице 3*.

**Таблица 3. Содержание тяжёлых металлов и мышьяка в подземных водах делювиально-пролювиального водоносного горизонта (дрQ<sub>III-IV</sub>) в январе и июне 2018 г.**

№ проб	Дата отбора	Место отбора пробы	Содержание тяжёлых металлов и мышьяка, мг/л (в скобках — в единицах ПДК для питьевых вод)							
			As	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Mn	Co
1	20.01	Скв. 3288 ул. Пролетарская	0,0076 (0,152)	0,005 (0,005)	0,0046 (0,0046)	0,0029 (0,096)	≤0,001 (не обн.)	≤0,005 (не обн.)	0,0033 (0,033)	≤0,005 (не обн.)
17	03.06		0,011 (0,22)	0,0009 (0,0002)	0,00056 (0,000056)	0,00002 (0,007)	0,000003 (0,003)	0,00002 (0,0002)	0,0011 (0,011)	0,00034 (0,00034)
2	20.01	Скв. 3336 ул. Горького	≤0,005 (не обн.)	0,0038 (0,0038)	0,004 (0,004)	0,002 (0,067)	≤0,001 (не обн.)	≤0,005 (не обн.)	0,0039 (0,039)	≤0,005 (не обн.)
18	03.06		0,0037 (0,074)	0,0027 (0,0005)	0,00078 (0,00078)	0,00002 (0,007)	0,000006 (0,006)	≤0,00005 (не обн.)	0,00055 (0,0055)	0,000033 (0,000033)
3	20.01	Скв. 3335 ул. Горная	0,0082 (0,164)	0,0011 (0,0011)	0,006 (0,006)	0,002 (0,067)	≤0,001 (не обн.)	0,0059 (0,059)	0,003 (0,03)	≤0,005 (не обн.)
24	03.06		0,0054 (0,118)	0,00094 (0,0002)	0,00034 (0,00034)	0,000026 (0,001)	≤0,001 (не обн.)	0,000033 (0,00033)	0,00064 (0,0064)	0,000014 (0,000014)
6	20.01	Скв. 3284 ул. Маяковского	0,01 (0,02)	0,0027 (0,0027)	0,0048 (0,0048)	≤0,002 (не обн.)	≤0,001 (не обн.)	≤0,005 (не обн.)	0,001 (0,01)	≤0,005 (не обн.)
21	03.06		0,0045 (0,09)	0,0014 (0,00028)	0,0056 (0,0056)	0,00004 (0,0013)	≤0,001 (не обн.)	0,00007 (0,0007)	0,00027 (0,0027)	0,00009 (0,00009)
8	20.01	Скв. 3286 ул. Степная	0,0074 (0,148)	≤0,001 (не обн.)	0,0025 (0,0025)	0,0021 (0,07)	≤0,001 (не обн.)	≤0,005 (не обн.)	0,0048 (0,048)	≤0,005 (не обн.)
23	03.06		0,0035 (0,07)	0,00071 (0,00014)	0,00034 (0,00034)	0,000043 (0,0013)	0,000005 (0,0005)	0,00011 (0,0011)	0,00042 (0,0042)	0,00009 (0,00009)
7	20.01	Скв. 3334 ул. Терешковой	0,013 (0,26)	≤0,001 (не обн.)	0,0032 (0,0032)	0,002 (0,067)	≤0,001 (не обн.)	≤0,005 (не обн.)	0,0024 (0,024)	≤0,005 (не обн.)
22	03.06		0,0095 (0,19)	0,0014 (0,00028)	0,0013 (0,0013)	0,000039 (0,0013)	≤0,001 (не обн.)	0,00013 (0,0013)	0,00079 (0,0079)	0,000082 (0,000082)

Примечание. не обн. — не обнаружено.

Из определявшихся в воде химических элементов (As, Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Mn, Co) рудообразующими являются никель, кобальт, медь, мышьяк. В результате проведённых исследований выявлено, что:

- в подземных водах делювиально-пролювиального водоносного горизонта присутствие никеля в зимний период отмечено только в скважине по ул. Горной — 0,0059 мг/л (0,059 ПДК для питьевых вод) (см. рис. 4, табл. 3, проба № 3). В летних пробах содержание никеля отмечается в пределах 0,00002–0,00013 мг/л при ПДК для питьевых вод, равном 0,1 мг/л. Закономерности в распределении содержания никеля в скважинах по потоку подземных вод от хвостохранилищ не обнаружено;
- кобальт в подземных водах в зимний период не обнаружен. В июне содержание кобальта отмечено в пределах 0,000014–0,00034 мг/л при ПДК, равном 1,0 мг/л. Закономерности в распределении содержания кобальта в скважинах по потоку подземных вод от хвостохранилищ не обнаружено;

- ионы меди определяются в пределах 0,0025–0,0060 мг/л в зимний период и в пределах 0,00034–0,0013 мг/л в летний период. Зимой максимальное содержание меди (0,0060 мг/л) отмечено в скв. 3335 по ул. Горной (см. рис. 4, табл. 3), летом — в скв. 3334 по ул. Терешковой — 0,0013 мг/л. Явной закономерности в распределении содержания меди в скважинах по потоку подземных вод от хвостохранилищ не обнаружено.

Максимальные показатели содержания, как по абсолютной величине, так и по величине ПДК, отмечаются в зимний период для мышьяка. Наибольшее его количество — 0,0130 мг/л (1,3 ПДК) — определяется в скважине, наиболее приближенной к хвостохранилищам бывшего комбината (скв. по ул. Терешковой; см. рис. 4, табл. 3, проба № 7). Относительно повышенные содержания мышьяка в скважинах по убыванию от карт-накопителей, тяготеют к тальвегу лога, т. е. к наиболее пониженной части подземного потока (см. рис. 4):

проба № 7, скв. по ул. Терешковой — 0,0130 мг/л (1,3 ПДК);

проба № 6, скв. по ул. Маяковского — 0,0100 мг/л (1,0 ПДК);

проба № 3, скв. по ул. Горная — 0,0082 мг/л (0,082 ПДК).

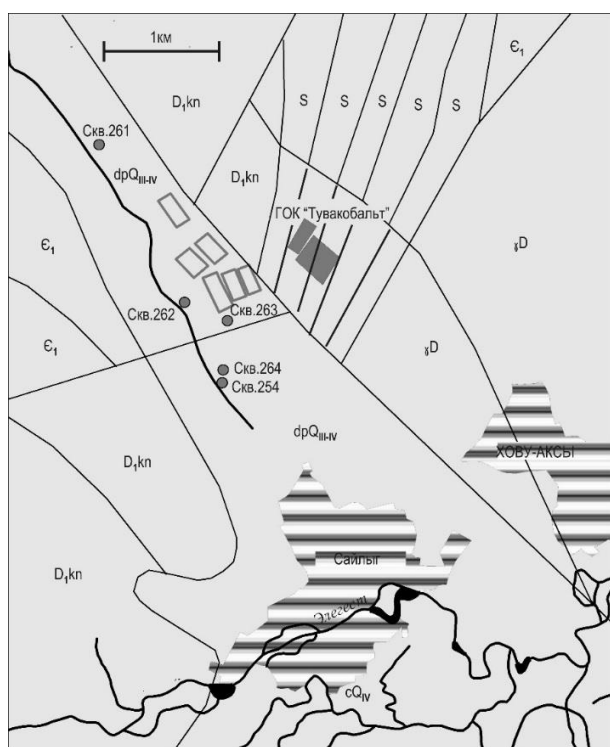


Рисунок 6. Схема геологического строения и расположение наблюдательных скважин гидрогеологического поста в районе комбината Тувакоальт

Можно предположить, что в зимний период 2018 г. наблюдалось некоторое движение мышьяковистых соединений в подземных водах от хвостохранилищ к долине р. Элегест.

В июне содержание мышьяка в подземных водах находилось в пределах 0,011–0,0035 мг/л, причём наибольшее содержание элемента отмечено в скв. 3288 по ул. Пролетарской, максимально удалённой от тальвега лога (см. рис. 4). В целом, в летний период закономерности в распределении содержания мышьяка в скважинах по потоку подземных вод от хвостохранилищ не обнаружено. Содержание мышьяка в подземных водах делювиально-пролювиального водоносного горизонта в единичном случае превышает предельно-допустимую концентрацию (0,01 мг/л) для

питьевых вод (СанПиН 1.2.3685-21, 2021). Состояние подземных вод в районе карт-накопителей (хвостохранилищ) в 80-е годы прошлого столетия изучалось сотрудниками ТГРЭ. Для ведения наблюдений был организован гидрогеологический пост, состоящий из 5 скважин, одна из которых (скв. 261) была пробурена выше хвостохранилищ по рельефу и являлась фоновой. На рисунке 6 отображено схематическое геологическое строение района комбината Тувакоальт и расположение гидрогеологических наблюдательных скважин.



Задачей режимных наблюдений являлось обнаружение загрязняющих веществ (тяжёлых металлов и мышьяка) в подземных водах и установления скорости их распространения. По данным наблюдений ТГРЭ за период с 1984 по 1990 гг., содержание мышьяка в фоновой скв. 261 колебалось от «не обнаружено» до 0,02 мг/л, в наблюдательных скважинах также не превышало 0,02 мг/л.

Таким образом, можно сделать вывод, что содержание мышьяка в подземных водах в районе комбината Тувакобальт в размере 0,02 мг/л является фоновым и определяется присутствием в районе исследования арсенидно-кобальтового месторождения. Подземные воды в районе месторождения, контактируя с арсенидными рудами, а также продуктами коры выветривания, обогащаются мышьяком.

Концентрация мышьяка в скважинах пос. Сайлыг, определённая авторами работы в 2017–2018 гг., не превышает фоновые показатели многолетних наблюдений ТГРЭ.

**Водоносный голоценовый аллювиальный горизонт** ( $aQ_{IV}$ ). Пробы из аллювиального горизонта были взяты в пос. Сайлыг на улицах Матросова и Болотной. Опробование на ул. Матросова проводилось из открытого колодца глубиной около 5 м зимой (проба № 4) и летом (проба № 19) 2018 г. Колодец расположен в пойме р. Элегест, под террасовидным уступом в устье лога, в 280 м от реки. Вода из колодца характеризуется как прозрачная (мутность менее 1,0 ЕМ/л), без вкуса, без запаха, цветностью 5°. По данным лабораторных исследований содержание анионов и катионов не превышает норм для питьевых вод. Железо общее составляет 0,10 мг/л (проба № 4) и 0,046 мг/л (проба № 19) при ПДК = 0,3 мг/л.

Большое содержание в воде ионов кальция и магния определяют высокую жёсткость воды, которая под влиянием сезонных факторов может изменяться. Отмечено, что зимой воды характеризуются как умеренно жёсткие (общая жёсткость 4,00 мг-экв/л, при ПДК 7,0 мг-экв/л) и слабощелочные (рН = 7,62, при ПДК от 6,5 до 8,5). Летом воды жёсткие (общая жёсткость 3,85 мг-экв/л) и нейтральные рН = 7,32). В целом, воды пресные с минерализацией 0,41 г/л (проба № 4) и 0,43 г/л (проба № 19) и по химическому составу — гидрокарбонатные смешанного катионного состава с преобладанием ионов кальция.

Из определявшихся тяжёлых металлов свинец, кадмий, никель и кобальт в воде не обнаружены. Содержание цинка, меди и марганца не превышает норм для питьевых вод. Содержание мышьяка составляет менее 0,005 мг/л (проба № 4) и 0,0027 мг/л (проба № 19) при ПДК 0,01 мг/л (табл. 4, см. рис. 4.).

Таблица 4. Содержание тяжёлых металлов и мышьяка в водах аллювиального голоценового водоносного горизонта ( $aQ_{IV}$ ) в январе и июне 2018 г.

Номера проб	Место отбора	Дата отбора	Содержание тяжёлых металлов и мышьяка, мг/л (в скобках — в единицах ПДК для питьевых вод)							
			As	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Mn	Co
4	Колодец ул. Матросова	20.01	≤0,005 (не обн.)	≤0,005 (не обн.)	0,0068 (0,0068)	≤0,002 (не обн.)	≤0,001 (не обн.)	≤0,005 (не обн.)	0,002 (0,02)	≤0,005 (не обн.)
19		03.06	0,0027 (0,054)	0,0027 (0,054)	0,00072 (0,00072)	0,000064 (0,0021)	0,0000034 (0,00034)	0,00015 (0,0015)	0,0018 (0,018)	0,000041 (0,000041)
5	Колодец ул. Болотная	20.01	≤0,005 (не обн.)	≤0,005 (не обн.)	0,0054 (0,0054)	≤0,002 (не обн.)	≤0,001 (не обн.)	≤0,005 (не обн.)	0,0017 (0,017)	≤0,005 (не обн.)
20		03.06	0,0016 (0,032)	0,0016 (0,032)	0,00019 (0,00019)	0,000049 (0,0016)	≤0,000001 (не обн.)	0,00002 (0,0002)	0,00025 (0,0025)	0,000012 (0,000012)

Примечание. не обн. — не обнаружено.

Опробование на ул. Болотной проводилось из скважины, расположенной на правом берегу р. Элегест (частный дом, абиссинский колодец) зимой (проба № 5) и летом (проба № 20) 2018 г. Вода характеризуется как прозрачная (мутность менее 1,0 ЕМ/л), без вкуса, без запаха, цветностью 5°. По данным лабораторных исследований содержание анионов и катионов не превышает норм для питьевых вод.

Железо общее содержится в количестве 0,09 мг/л (проба № 5) и 0,032 мг/л (проба № 20) при ПДК = 0,3 мг/л. Воды мягкие зимой (общая жёсткость 1,60 мг-экв/л) и очень мягкие летом (общая жёсткость 1,36 мг-экв/л) при ПДК = 7,0 мг-экв/л. Водная среда слабощелочная (рН = 7,84 зимой и 8,08 летом). Воды ультрапресные с минерализацией от 0,14 г/л (проба № 5) до 0,17 г/л (проба № 20), по химическому составу гидрокарбонатные магниевые-кальциевые зимой и карбонат-гидрокарбонатные кальциево-натриевые летом.

Из определявшихся тяжёлых металлов зимой в воде обнаружены только медь и марганец в незначительных количествах, не превышающих ПДК для питьевых вод. В летний период содержание тяжёлых металлов определено в минимальных количествах (см. табл. 4).

Содержание мышьяка определяется зимой как менее 0,005 мг/л (проба № 5), и летом в размере 0,0016 мг/л (проба № 20) (см. табл. 4).

**Рудничные воды.** Как указывалось ранее, рудничные воды исследовались в 1970 г. (Поляков, Магдиг, 1971 ф.) и в 2021 г. сотрудниками ТувИКОПР СО РАН.

В 1970 г. было установлено, что в рудничных водах, отобранных из штолен №№ 1, 2, 4 мышьяк содержался в количестве, значительно превышающем санитарные нормы (ПДК—0,01 мг/л). Наибольшая концентрация мышьяка отмечалась в застойных рудничных водах — 0,8–25,0 мг/л, в меньшем количестве — в проточных рудничных водах — 0,32–11,5 мг/л.

Рассмотрим результаты работ за 2021 г.

**Штольня «Капитальная»** расположена в логу в пределах участка «Северный». На западном склоне в борту лога ряд заброшенных штолен. Днище лога корытообразное, шириной до 50 м. Склоны поросли лиственницей, берёзой, ивой. Крутизна склонов составляет 35°. В левом борту лога у его днища — бетонный портал штольни «Капитальная» (рис. 7).



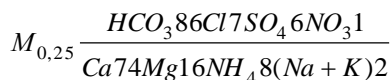
Рисунок 7. Вход в штольню «Капитальная»  
(место отбора пробы № 1 в июне 2021 г.)

Проба № 1 отобрана из ручья, вытекающего из штольни «Капитальная» 11.06.2021 г.

По данным полевых исследований вода практически стоячая, желтоватого цвета, без запаха, температура 12°С. По данным лабораторных исследований вода без запаха (0 баллов), цветность составила 133,0°, мутность — 1,2 ЕМ/л.

Воды мягкие, общая жёсткость составляет 2,80 мг-экв/л, карбонатная — 2,7 мг-экв/л, некарбонатная — 0,10 мг-экв/л. Окисляемость перманганатная повышенная и составляет 36,0 мгО<sub>2</sub>/л. Водная среда нейтральная (рН = 6,99).

Воды пресные с минерализацией 0,25 г/л, по химическому составу гидрокарбонатно-кальциевые, формула солевого состава имеет вид:



Из катионов отмечается большое содержание аммоний-иона — 4,72 мг/л (9,44 ПДК). Содержание остальных катионов и анионов не превышает норм. Из определявшихся тяжёлых металлов отмечаются превышения по следующим элементам: цинк — 0,0177 мг/л (1,77 ПДК); медь — 0,3701 мг/л (370,1 ПДК).

Кадмий, никель, кобальт, хром не обнаружены. Содержание свинца и марганца не превышают норм. Мышьяк содержится в количестве 0,011 мг/л (1,1 ПДК).

Штольня № 2 расположена в 2,5 км севернее штольни «Капитальная» (см. рис. 3). Вход в штольню забетонирован, перед входом отвал отработанных пород. Из-под отвала вытекает мощный ручей (рис. 8). Ширина потока 0,3 м, глубина — 0,1 м, скорость течения — 0,3 м/с. Расход ручья равен:

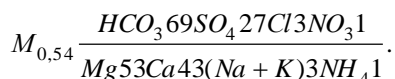
$$Q = 0,3 \times 0,1 \times 0,3 = 0,009 \text{ м}^3/\text{с} = 9 \text{ л/с}$$

Проба № 3 была отобрана из ручья, вытекающего из штольни № 2 на участке «Северный». По данным полевых исследований вода прозрачная, без цвета, без запаха, температура 4°C. По данным лабораторных исследований вода без запаха (0 баллов), цветность составила 5,01°, мутность — менее 1,0 ЕМ/л. Воды жёсткие, общая жёсткость составляет 6,90 мг-экв/л, карбонатная — 5,0 мг-экв/л, некарбонатная — 1,90 мг-экв/л. Окисляемость перманганатная повышенная — 28,80 мгО<sub>2</sub>/л. Водная среда слабощелочная, близкая к нейтральной, pH = 7,54.



Рисунок 8. Ручей из штольни № 2 (место отбора пробы № 3 в июне 2021 г.)

Воды повышенной минерализации — 0,54 г/л, по химическому составу сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-магниевые, формула солевого состава имеет вид:



Из катионов отмечается повышенное содержание аммоний-иона (2,08 ПДК), магния (1,15 ПДК), железа общего (1,0 ПДК). Содержание остальных катионов и анионов не превышает норм. Из определявшихся тяжёлых металлов отмечаются превышения по следующим элементам: цинк — 0,0404 мг/л (4,04 ПДК), медь — 0,1782 мг/л (178,2 ПДК), свинец — 0,0175 мг/л (2,9 ПДК).

Кадмий, никель, кобальт, хром не обнаружены. Содержание марганца не превышает норм. Мышьяк содержится в количестве 0,0086 мг/л (0,86 ПДК).

Исследования рудничных вод в 2021 г. показали, что содержания мышьяка в водах из штолен за период с 1970 по 2021 г. (период сравнения 51 год) значительно уменьшилось: в 1970 г. было 0,32–25,0 мг/л, в 2021 г. — 0,0086–0,011 мг/л.

Вместе с тем, в рудничных водах отмечается очень высокое содержание меди — 178,2–370,1 ПДК, а также незначительные превышения цинка — 1,77–4,04 ПДК и свинца — 2,9 ПДК. Такие рудообразующие тяжёлые металлы, как никель и кобальт в рудничных водах в 2021 г. не обнаружены.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ХОВУ-АКСЫНСКОГО РУДНОГО УЗЛА С 2022 ПО 2023 ГГ.** В 2021 г. проведены работы по рекультивации карт-накопителей комбината Тувакобальт. В настоящее время (2022–2023 гг.) эколого-гидрохимический мониторинг поверхностных и подземных вод в районе Хову-Аксынского рудного узла проводится силами агрохимической станции «Тувинская».

В ходе мониторинга опробуются подземные воды в скважине № 3334, расположенной в пос. Сайлыг по ул. Терешковой, и поверхностные воды в следующих точках:

- р. Элегест, поверхностный водозабор для водоснабжения пгт. Хову-Аксы;
- р. Элегест в пос. Сайлыг, у моста через реку;
- р. Элегест в пгт. Хову-Аксы по ул. Дачная.

В *таблице 5* приведены данные по содержанию в поверхностных и подземных водах тяжёлых металлов, мышьяка и нефтепродуктов (как вещества техногенного характера), любезно предоставленные Министерством лесного хозяйства и природопользования Республики Тыва по результатам экологического мониторинга.

**Таблица 5. Содержание химических элементов и нефтепродуктов в поверхностных и подземных водах в районе Хову-Аксынского рудного узла в 2022–2023 гг.**

Место отбора пробы	Дата отбора	Содержание химических элементов, мг / л										
		Fe	Pb	Mn	Cd	Zn	Cu	Co	Ni	Hg, мкг/л	As	нефтепродукты
р. Элегест, водозабор для пгт. Хову-Аксы	I кв. 2022	≤0,1	0,03	0,06	≤0,005	0,1	0,02	≤0,05	≤0,01	0,2	0,002	0,005
	III кв. 2022	0,14	0,0078	≤0,05	≤0,005	0,016	0,062	≤0,05	0,012	≤0,2	0,0035	0,016
	IV кв. 2022	0,287	0,0058	≤0,05	≤0,005	0,013	0,04	0,05	≤0,01	≤0,2	0,0028	0,021
	II кв. 2023	0,19	0,007	≤0,05	≤0,005	0,144	0,025	≤0,05	0,022	≤0,2	0,0028	0,022
р. Элегест, у моста в пос. Сайлыг	II кв. 2022	≤0,1	0,09	0,09	≤0,005	≤0,005	0,04	≤0,05	0,02	0,2	0,004	0,004
	III кв. 2022	0,18	0,0062	≤0,05	≤0,005	0,017	0,036	≤0,05	0,014	≤0,2	0,0046	0,017
	IV кв. 2022	0,283	0,0044	≤0,05	≤0,005	0,119	0,028	≤0,05	≤0,01	≤0,2	0,004	0,036
	II кв. 2023	0,2	0,0069	≤0,05	≤0,005	0,154	0,051	≤0,05	0,015	≤0,2	0,0028	0,022
р. Элегест, пгт. Хову-Аксы, ул. Дачная	II кв. 2022	≤0,1	0,07	0,09	≤0,005	≤0,005	0,04	≤0,05	0,03	0,2	0,004	≤0,005
	III кв. 2022	0,23	0,006	≤0,05	≤0,005	0,011	0,032	≤0,05	0,027	≤0,2	0,003	≤0,005
	IV кв. 2022	0,354	0,0064	≤0,05	≤0,005	0,022	0,032	≤0,05	≤0,01	≤0,2	0,0034	0,022
	II кв. 2023	0,23	0,0067	≤0,05	≤0,005	0,01	0,042	≤0,05	0,018	≤0,2	0,003	0,024
Скв. 334, пос. Сайлыг, ул. Терешковой	II кв. 2022	0,12	0,08	0,07	≤0,005	≤0,005	0,02	≤0,05	≤0,01	0,2	0,003	0,005
	III кв. 2022	0,12	0,0069	≤0,05	≤0,005	0,02	0,03	≤0,05	0,011	≤0,2	0,0042	≤0,005
	IV кв. 2022	0,452	0,006	≤0,05	≤0,005	0,077	0,053	0,064	≤0,01	≤0,2	0,0026	≤0,005
	II кв. 2023	0,29	0,0064	≤0,05	≤0,005	0,105	0,038	≤0,05	0,015	≤0,2	0,0018	0,025

Содержание тяжёлых металлов и мышьяка в поверхностных водах р. Элегест за 2022–2023 гг. и результаты предыдущих исследований по величинам сопоставимы и находятся в пределах одного порядка (см. табл. 1, 2, 5).

Содержание мышьяка в скв. 3334 по ул. Терешковой стало значительно ниже (0,0018–0,0042 мг/л) по сравнению с результатами предыдущих исследований (0,013 мг/л, Кальная, Аюнова, 2019) и не превышает современных требований к питьевым водам в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 (2021). Предполагаем, что рекультивация карт-накопителей комбината в данном случае сыграла положительную роль, фильтрация атмосферных осадков через хвостохранилища и вынос тяжёлых металлов и мышьяка в подземные воды значительно уменьшились.

Надо отметить, что практически во всех пробах поверхностных вод отмечается присутствие нефтепродуктов, не превышающих ПДК. Тем не менее, данный факт свидетельствует об определённой степени загрязнения поверхностных вод продуктами техногенного характера.

## **Выводы**

I. *Поверхностные воды.* Основные показатели химического состава поверхностных вод, полученные авторами данной работы в 2017–2018 гг. и в 2021 г. и по ряду наблюдений ТГРЭ сопоставимы. Так же сопоставимы результаты содержания мышьяка и ТМ в поверхностных водах за период 2022–2023 гг. по результатам мониторинга, ведущегося после рекультивации хвостохранилищ комбината Тувакобальт.

Кроме этого, авторы работы склоняются к тому, что, хоть и в незначительных количествах, мышьяк всё же до рекультивации карт-накопителей в 2021 г. поступал в поверхностные воды р. Элегест в результате разгрузки подземных вод верхнеплейстоценово-голоценового делювиально-пролювиального водоносного горизонта, в поле развития которого расположены хвостохранилища комбината Тувакобальт с мышьяк-содержащими соединениями.

Фоновое содержание мышьяка в р. Элегест может быть обусловлено разгрузкой подземных вод, циркулирующих в пределах Хову-Аксынского рудного узла и содержащих ионы мышьяка, в поверхностные воды рассматриваемого бассейна.

Содержание в поверхностных водах нефтепродуктов свидетельствует о существовании антропогенной нагрузки на р. Элегест.

II. *Подземные воды.* В подземных водах верхнеплейстоценово-голоценового делювиально-пролювиального водоносного горизонта содержание мышьяка до рекультивации хвостохранилищ определялось в пределах от менее 0,005 мг/л (не обнаружено) до 0,013 мг/л, в аллювиальных подземных водах мышьяк содержался в пределах от менее 0,005 мг/л (не обнаружено) до 0,0027 мг/л, что в единичных случаях превышало предельно-допустимую концентрацию (0,01 мг/л) для питьевых вод (СанПиН 1.2.3685-21, 2021).

1. В январе 2018 г. отмечено, что относительно повышенные содержания мышьяка в скважинах по убыванию от карт-накопителей тяготеют к тальвегу лога, т. е. к наиболее пониженной части подземного потока. Можно предположить, что в этот период времени наблюдалось некоторое движение мышьяковистых соединений в подземных водах от хвостохранилищ к долине р. Элегест, что подтверждалось несколько повышенным содержанием мышьяка в пробе № 3 (0,0077 мг/л), отобранной из реки в пос. Сайлыг, где происходит разгрузка подземных вод.

2. По результатам гидрохимического мониторинга после рекультивации карт-накопителей содержание мышьяка в скв. 3334 по ул. Терешковой уменьшилось с 0,013 мг/л (2018 г.) до 0,0018–0,0042 мг/л (2022–2023 гг.), что связано с рекультивацией карт-накопителей комбината Тувакобальт.

3. Присутствие мышьяка в подземных водах в районе исследований определяется как природными (Хову-Аксынское арсенидно-кобальтовое месторожде-

- ние, состав переотложенных продуктов коры выветривания), так и антропогенными факторами (хвостохранилища комбината Тувакобальт).
4. Проведённый для оценки экологического состояния подземных вод бассейновый анализ лога Хову-Аксы совместно с полевыми морфометрическими исследованиями и гидрогеохимическим опробованием (Кальная и др., 2019; Платонова и др., 2020, 2021) позволяет моделировать условия накопления и аккумуляции природного и антропогенного загрязнения в различных бассейнах.
- III. *Рудничные воды.* Исследования рудничных вод в 2021 г. показали, что содержания мышьяка в водах из штолен за период 1970–2021 гг. (период сравнения 51 год) значительно уменьшилось: 1970 г. — 0,32–25,0 мг/л, 2021 г. — 0,0086–0,011 мг/л.

*Работа выполнена в рамках работ по Государственному заданию  
ТувИКОПР СО РАН, научная тема 222020400035-4.*

## ЛИТЕРАТУРА

- Бортникова С.Б., Гаськова О.Л., Бессонова Е.П.* Геохимия техногенных систем / Отв. ред. Г.Н. Аношин. – Новосибирск: ИГМ СО РАН, 2006. – 169 с.
- Гаськова О.Л., Бортникова С.Б., Бессонова Е.П.* Почвенные аномалии в районе хранилища отходов комбината Тувакобальт, Хову-Аксы, Тыва // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2003. – № 11. – С. 115–120.
- Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / Под ред. Т.В. Гусевой.* – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 192 с.
- ГОСТ 31861-2012.* Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2019. – 32 с.
- Гуркова Е.А., Аюнова О.Д., Волобаев А.А., Кальная О.И.* К вопросу об оценке загрязнения почв отходами горно-обогатительного комбината Тувакобальт (Тува) // Устойчивое развитие горных территорий. – 2019. – № 2. – С. 142–153.
- Забелин В.И.* Распределение токсичных химических элементов в природных и антропогенных средах на территории бывшего ГОКа Тувакобальт // Состояние и освоение и природных ресурсов Тывы и сопредельных регионов Центральной Азии. Эколого-экономические проблемы природопользования / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук В.И. Лебедев. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2016. – С. 119–128.
- Забелин В.И.* Негативное экологическое наследие завершённой в XX веке добычи полезных ископаемых: проблемы бывшего ГОК Тувакобальт // Технологии гражданской безопасности. – 2018. – Т. 15. – № 2 (56). – С. 58–62.
- Кальная О.И., Монгуш С.П., Гуркова Е.А., Аюнова О.Д.* Отходы комбината Тувакобальт как источник экологической напряжённости в Республике Тыва // Экологический вестн. Северного Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 4. – С. 64–70.
- Кальная О.И., Платонова С.Г., Аюнова О.Д., Скрипко В.В., Копылова Ю.Г., Хацевская А.А.* Роль бассейновой организации территории в формировании гидрохимического состава подземных вод в районе Хову-Аксынского арсенидно-кобальтового месторождения (Тыва) // Московский экономический журн. – 2019. – № 1. – С. 144–156.
- Кальная О.И., Аюнова О.Д.* Эколого-гидрохимическое состояние подземных вод в районе арсенидно-кобальтового месторождения Хову-Аксы // Природные ресурсы, среда и общество: Электрон. науч. журн. Вып. 1 (1) / Отв. ред. канд. социол. наук Т.М. Ойдуп [Электрон. ресурс: 2019]. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2019. – С. 9–14. – Режим доступа: <http://tikopr-journal.ru/images/2019/01/ART/1-2019-Kalnaya.pdf>, свободный.
- Качурин Л.С., Медведев В.Д., Шелковникова О.* Результаты гидрогеологических работ в районе медно-никель-кобальтового месторождения Хову-Аксы: Окончательный отч. о работах Хову-Аксынской ГРП-18 за 1965–1966 гг. – Хову-Аксы, 1967 ф. – 238 с. (Тыв. фил. ФБУ «ТФГИ по СФО», Инв. № 1687).
- Лебедев В.И.* Рудномагматические системы эталонных арсенидно-кобальтовых месторождений / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук А.А. Оболенский. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. – 136 с.

- Лебедев В.И., Бурдин Н.В., Лебедев Н.И., Лебедева М.Ф., Лебедева С.В.* Возможность возрождения кобальтового производства в Туве // Современные наукоёмкие технологии. – 2009. – № 2. – С. 12–19.
- Лебедев В.И.* Кобальтоносные структуры Тувы // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества: Вып. 10, 11 / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук В.И. Лебедев. – Кызыл: ТуВИКОП СО РАН, 2010. – С. 63–74.
- Лебедев В.И., Бурдин Н.В., Лебедева М.Ф., Бурдин В.Н.* Острая экологическая обстановка с картами захоронения комбината Тувакобальт // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – № 5. – С. 70–71.
- Лебедев В.И.* Арсенидное кобальтовое месторождение Хову-Аксы: проблемы возрождения уникального кобальтового производства в Туве // Уникальные исследования XXI века [Электрон. ресурс]. – 2015. – № 3 (3). – С. 15–25. – Режим доступа: [http://www.docme.ru/doc/1560727/arsenidnoe-kobal\\_tovoe-mestorozhdenie-hovu-aksy-problemy-v\\_svoobodnyj](http://www.docme.ru/doc/1560727/arsenidnoe-kobal_tovoe-mestorozhdenie-hovu-aksy-problemy-v_svoobodnyj), свободный.
- Лебедев В.И.* Проблемы возрождения уникального кобальтового производства в Туве // Евразийское науч. объедин. – 2017. – Т. 2. – № 3 (25). – С. 158–162.
- Лебедев В.И.* Кобальтовые месторождения Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук, проф. А.С. Борисенко. – Барнаул: Новый формат, 2018. – 203 с.
- Монгуш С.П., Кальная О.И., Аюнова О.Д.* Экологическая напряжённость: Хову-Аксынское месторождение (на примере Тувакобальт) // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: проблемы, пути решения: Материалы XVI Всерос. науч.-практ. конф. (26.11.2018, Ростов на Дону): в 3-х ч. – Ростов на Дону: ИУБиП, 2018. – Ч. 2. – С. 325–330.
- Никитина И.С.* Государственный мониторинг подземных вод на территории Республики Тыва в 2004 году: Информационный отч. Гидрогеологической партии за 2004 г. – Кызыл, 2004 ф. – 150 с. (Тыв. фил. ФБУ «ТФГИ по СФО», Инв. № 2441).
- Никитина И.С.* Ведение наблюдений на пунктах наблюдательной сети за опасными экзогенными геологическими процессами и подземными водами, камеральная обработка и подготовка материалов для оценки состояния недр по территории Республики Тыва: Отчёт о результатах работ по объекту. – Кызыл, 2016 ф. – 165 с.
- Ондар У.В., Лосев В.Н., Очур-оол А.О., Ондар С.О., Шыырапай У.В., Смагунова А.Н.* Загрязнение мышьяком природных объектов в районе комбината Тувакобальт // Вестн. Красноярского гос. пед. ун-та им. В.П. Астафьева. – Красноярск: КГПУ, 2010. – № 3. – С. 254–259.
- Платонова С.Г., Кальная О.И., Скрипко В.В.* Пространственная дифференциация гидрохимического состава подземных вод в бассейне лога Хову-Аксы // Природные ресурсы, среда и общество: Электрон. науч. журн. Вып. 3 (7) / Отв. ред. канд. социол. наук Т.М. Ойдул [Электрон. ресурс: 2020]. – Кызыл: ТуВИКОП СО РАН, 2020. – С. 20–26. – Режим доступа: <http://tikopr-journal.ru/images/2020/03/ART/03.pdf>, свободный.
- Платонова С.Г., Кальная О.И., Скрипко В.В., Копылова Ю.Г., Хвациевская А.А.* Геоэкологическая оценка состояния подземных вод с использованием бассейнового подхода (на примере района Хову-Аксынского месторождения, Тыва) // География и природные ресурсы. – 2021. – № 1. – С. 149–157.
- Поляков М.Л., Магдиг Н.Я.* Исследование поверхностных, подземных и рудничных вод и почв района месторождения Хову-Аксы на содержание мышьяка: Отчёт по науч. исслед. работе: (тема: миграция мышьяка). – Хову-Аксы, 1971 ф. – 35 с. (Тыв. фил. ФБУ «ТФГИ по СФО», Инв. № 2292).
- Правила охраны поверхностных вод (Типовые положения). Приложение № 3: Перечень ПДК показателей загрязнения в воде водоёмов рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Электрон. ресурс]. – М., 1991. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901855941?marker=7EE0KI>, свободный.*
- СанПиН 1.2.3685-21.* Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электрон. ресурс]. – М., 2021. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=6560IQ>, свободный.

- Угрюмов А.Г., Топоркова Т.А. Изучение режима подземных вод и контроль за их охраной от истощения и загрязнения: Отч. Гидрорежимного отряда за 1983–1986 гг. – Кызыл, 1986 ф. – 186 с. (Тыв. фил. ФБУ «ТФГИ по СФО», Инв. № 1880).
- Bortnikova S.B., Yurkevich N.V., Gaskova O.L., Volynkin S.S., Edelev A.V., Grakhova S.P., Kalnaya O.I., Khusainova A. Sh., Khvashchevskaya A.A., Saeva O.P., Podolynnaya V.A., Kurovskaya V.V. Arsenic and heavy metal speciation in abandoned arsenide tailings: dissolved, soluble and volatile modes of occurrences during 20-year storage // *Chemical Geology*. – 2021. – Vol. 586. – Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2021.120623>.

## REFERENCES

- Bortnikova S.B., Gas'kova O.L., Bessonova Ye.P. *Geokhimiya tekhnogennykh sistem* [Geochemistry of technogenic systems] / ed. by G.N. Anoshin. Novosibirsk, IGM SB RAS Publ., 2006, 169 p. (In Russ.)
- Gas'kova O.L., Bortnikova S.B., Bessonova Ye.P. Pochvennyye anomalii v rayone khranilishcha otkhodov kombinata Tuvakobal't, Khovu-Aksy, Tyva [Soil anomalies in the area of the Tuvakobalt waste storage, Khovu-Aksy, Tyva]. *Poverkhnost'. Rentgenovskiy, sinkhrotronnyy i neytronnyy issledovaniya = Surface. X-ray, synchrotron and neutron studies*, 2003, no. 11, pp. 115–120. (In Russ.)
- Gidrokhimicheskiye pokazateli sostoyaniya okruzhayushchey sredy: spravochnyye materialy* [Hydrochemical indicators of the state of the environment: reference materials] / ed. by T.V. Guseva. Moscow, FORUM INFRA-M Publ., 2007, 192 p. (In Russ.)
- GOST 31861-2012. Voda. Obshchiye trebovaniya k otboru prob* [GOST 31861-2012. Water. General requirements for sampling]. Moscow, Standartinform Publ., 2019, 32 p. (In Russ.)
- Gurkova Ye.A., Ayunova O.D., Volobayev A.A., Kal'naya O.I. K voprosu ob otsenke zagryazneniya pochv otkhodami gorno-obogatitel'nogo kombinata Tuvakobal't (Tuva) [The issue of assessing soil pollution by wastes from the Tuvakobalt mining plant (Tuva)]. *Ustoychivoye razvitiye gornyykh territoriy = Sustainable development of mountainous territories*, 2019, no. 2, pp. 142–153. (In Russ.)
- Zabelin V.I. Raspredeleniye toksichnykh khimicheskikh elementov v prirodnykh i antropogennykh sredakh na territorii byvshego GOKa Tuvakobal't [Distribution of toxic chemical elements in natural and anthropogenic environments on the territory of the former Tuvacobalt mining company]. *The state and development of natural resources of Tuva and adjacent regions of Central Asia. Ecological and economic problems of environmental management* / ed. by V.I. Lebedev. Kyzyl, TuvIENR SB RAS Publ., 2016, pp. 119–128. (In Russ.)
- Zabelin V.I. Negativnoye ekologicheskoye naslediyе zavershonnoy v XX veke dobychi poleznykh iskopayemykh: problemy byvshego GOK Tuvakobal't [Negative environmental inheritance of mineral extraction completed in the 20th century: problems of the former Tuvacobalt mining company]. *Tekhnologii grazhdanskoй bezopasnosti = Civil Safety Technologies*, 2018, vol. 15, no. 2 (56), pp. 58–62. (In Russ.)
- Kal'naya O.I., Mongush S.P., Gurkova Ye.A., Ayunova O.D. Otkhody kombinata Tuvakobal't kak istochnik ekologicheskoy napryazhennosti v Respublike Tyva [Wastes from the Tuvakobalt plant as a source of environmental tension in the Republic of Tyva]. *Ekologicheskyy vestnik Severnogo Kavkaza = Ecological Bulletin in North Caucasus*, 2018, vol. 14, no. 4, pp. 64–70. (In Russ.)
- Kal'naya O.I., Platonova S.G., Ayunova O.D., Skripko V.V., Kopylova Yu.G., Khvashchevskaya A.A. Rol' basseynovoy organizatsii territorii v formirovaniі gidrokhimicheskogo sostava podzemnykh vod v rayone Khovu-Aksynskogo arsenidno-kobal'tovogo mestorozhdeniya (Tyva) [The role of the basin organization of the territory in the formation of the hydrochemical composition of groundwater in the area of the Khovu-Aksynsky n arsenide-cobalt deposit (Tyva)]. *Moskovskiy ekonomicheskyy zhurnal = Moscow Economic Journal*, 2019, no. 1, pp. 144–156. (In Russ.)
- Kal'naya O.I., Ayunova O.D. Ekologo-gidrokhimicheskoye sostoyaniye podzemnykh vod v rayone arsenidno-kobal'tovogo mestorozhdeniya Khovu-Aksy [Ecological hydrochemical state of groundwater in the area of the Khovu-Aksy arsenide-cobalt deposit]. *Prirodnyye resursy, sreda i obshchestvo = Natural resources, environment and society*, 2019, no. 1 (1), pp. 9–14. Available at: <http://tikopr-journal.ru/images/2019/01/ART/1-2019-Kalnaya.pdf>. (In Russ.)



- Kachurin L.S., Medvedev V.D., Shelkovnikova O. *Rezultaty gidrogeologicheskikh rabot v rayone medno-nikel'-kobal'tovogo mestorozhdeniya Khovu-Aksy* [Results of hydrogeological work in the area of the Khovu-Aksynsky copper-nickel-cobalt deposit]: *Final report on the work of the Khovu-Aksynsky hydraulic fracturing station-18 for 1965–1966*. Khovu-Aksy, 1967, 238 p. (Tyvinian branch of the Federal Budgetary Institution «Territorial Funds of Geological Information for the Siberian Federal District», inv. no. 1687). (In Russ.)
- Lebedev V.I. *Rudnomagmaticheskiye sistemy etalonnykh arsenidno-kobal'tovykh mestorozhdeniy* [Ore-magmatic systems of arsenide-cobalt deposits] /ed. by A.A. Obolenskiy. Novosibirsk, Publishing House of SB RAS, 1998, 136 p. (In Russ.)
- Lebedev V.I., Burdin N.V., Lebedev N.I., Lebedeva M.F., Lebedeva S.V. *Vozmozhnost' vozrozhdeniya kobal'tovogo proizvodstva v Tuve* [Possibility of reviving cobalt production in Tuva]. *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii = Modern science-intensive technologies*, 2009, no. 2, pp. 12–19. (In Russ.)
- Lebedev V.I. *Kobal'tonosnyye struktury Tuvy* [Cobalt-rich structures of Tuva]. *Sostoyaniye i osvoyeniye prirodnykh resursov Tuvy i sopredel'nykh regionov Tsentral'noy Azii. Geoekologiya prirodnoy sredy i obshche-stva* [The state and exploration of natural resources of Tuva and adjacent regions of the Central Asia. Geocology of environment and society]: Issue. 10, 11 / ed. by V.I. Lebedev. Kyzyl, TuvIENR SB RAS Publ., 2010, pp. 63–74. (In Russ.)
- Lebedev V.I., Burdin N.V., Lebedeva M.F., Burdin V.N. *Ostraya ekologicheskaya obstanovka s kartami zakhroneniya kombinata Tuvakobal't* [Acute ecological situation with burial maps of the Tuvacobalt plant]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = World of science, culture, education*, 2012, no. 5, pp. 70–71. (In Russ.)
- Lebedev V.I. *Arsenidnoye kobal'tovoye mestorozhdeniye Khovu-Aksy: problemy vozrozhdeniya unikal'nogo kobal'tovogo proizvodstva v Tuve* [The Khovu-Aksynsky arsenide cobalt deposit: problems of reviving the unique cobalt production in Tuva]. *Unikal'nyye issledovaniya XXI veka = Unique research of the XXI century*, 2015, no. 3 (3), pp. 15–25. Available at: [http://www.docme.ru/doc/1560727/arsenidnoe-kobal\\_tovoe-mestorozhdenie-hovu-aksey-roblemy-v](http://www.docme.ru/doc/1560727/arsenidnoe-kobal_tovoe-mestorozhdenie-hovu-aksey-roblemy-v). (In Russ.)
- Lebedev V.I. *Problemy vozrozhdeniya unikal'nogo kobal'tovogo proizvodstva v Tuve* [Problems of reviving the unique cobalt production in Tuva]. *Yevraziyskoye nauchnoye ob'yedineniye = Eurasian Scientific Association*, 2017, vol. 2, no. 3 (25), pp. 158–162. (In Russ.)
- Lebedev V.I. *Kobal'tovyye mestorozhdeniya Tuvy i sopredel'nykh regionov Tsentral'noy Azii* [Cobalt deposits of Tuva and adjacent regions of Central Asia] / ed. by A.S. Borisenko. Barnaul, New format Publ., 2018, 203 p. (In Russ.)
- Mongush S.P., Kal'naya O.I., Ayunova O.D. *Ekologicheskaya napryazhonnost': Khovu-Aksynskoye mestorozhdeniye (na primere Tuvakobal't)* [Environmental tension: the Khovu-Aksynsky deposit (Tuvakobalt case study)]. *Ekspperimental'nyye i teoreticheskiye is-sledovaniya v sovremennoy nauke: problemy, puti resheniya* [Experimental and theoretical research in modern science: problems, solutions]: Materials of the XVI All-Russian Scientific and Practical Conference (11.26.2018, Rostov-on-Don): in 3 parts. Rostov-on-Don, Southern University Publ., 2018, part 2, pp. 325–330. (In Russ.)
- Nikitina I.S. *Gosudarstvennyy monitoring podzemnykh vod na territorii Respubliki Tyva v 2004 godu* [State monitoring of groundwater in the Republic of Tyva in 2004]: Information report of the Hydrogeological Expedition for 2004. Kyzyl, 2004, 150 p. (Tyvinian branch of the Federal Budgetary Institution «Territorial Funds of Geological Information for the Siberian Federal District», inv. no. 2441). (In Russ.)
- Nikitina I.S. *Vedeniye nablyudeniy na punktakh nablyudatel'noy seti za opasnymi ekzogennymi geologicheskimi protsessami i podzemnymi vodami, kameral'naya obrabotka i podgotovka materialov dlya otenki sostoyaniya nedr po territorii Respubliki Tyva* [Monitoring at observation network stations for dangerous exogenous geological processes and groundwaters, laboratory processing and preparation of materials for assessing the subsoil condition on the territory of the Republic of Tyva]: Report on the results of work on the facility. Kyzyl, 2016, 165 p. (In Russ.)
- Ondar U.V., Losev V.N., Ochur-ool A.O., Ondar S.O., Shyrapay U.V., Smagunova A.N. *Zagryazneniye mysh'yakom prirodnykh ob'yektov v rayone kombinata Tuvakobal't* [Arsenic contamination of natural objects in the area of the Tuvacobalt plant]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'yeva = Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev*. Krasnoyarsk, KSPU Publ., 2010, no. 3, pp. 254–259. (In Russ.)

- Platonova S.G., Kal'naya O.I., Skripko V.V. Prostranstvennaya differentsiatsiya gidrokhimi-cheskogo sostava podzemnykh vod v bassejne loga Khovu-Aksy [Spatial differentiation of the hydrochemical composition of groundwaters within the Khovu-Aksynsky basin]. *Prirodnyye resursy, sreda i obshchestvo = Natural resources, environment and society*, 2020, no. 3 (7), pp. 9–14. Available at: <http://tikopr-journal.ru/images/2020/03/ART/03.pdf>. (In Russ.)
- Platonova S.G., Kal'naya O.I., Skripko V.V., Kopylova Yu.G., Khvashchevskaya A.A. Geoekologicheskaya otsenka sostoyaniya podzemnykh vod s ispol'zovaniyem basseynovogo podkhoda (na primere rayona Khovu-Aksynskogo mestorozhdeniya, Tyva) [Geoecological assessment of the groundwaters condition using the basin approach (the Khovu-Aksynsky basin case study, Tyva)]. *Geografiya i prirodnyye resursy = Geography and natural resources*, 2021, no. 1, pp. 149–157. (In Russ.)
- Polyakov M.L., Magdig N.Ya. *Issledovaniye poverkhnostnykh, podzemnykh i rudnichnykh vod i pochv rayona mestorozhdeniya Khovu-Aksy na sodержaniye mysh'yaka* [Study of surface, underground and mine waters and soils of the Khovu-Aksynsky deposit area for arsenic content]: Research report: (topic: arsenic migration). Khovu-Aksy, 1971, 35 p. (Tyvinian branch of the Federal Budgetary Institution «Territorial Funds of Geological Information for the Siberian Federal District», inv. no. 2292). (In Russ.)
- Pravila okhrany poverkhnostnykh vod* (Tipovyie polozeniya). Prilozheniye № 3: Perechen' PDK pokazateley zagryazneniya v vode vodoyomov rybokhozyaystvennogo, khozyaystvenno-pit'yevogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya [Protection regulations for surface waters (Model regulations). Appendix no. 3: List of maximum permissible concentrations of pollution indicators in fishery, household and drinking waters and cultural and domestic water use]. Moscow, 1991. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/901855941?marker=7EE0KI>. (In Russ.)
- SanPiN 1.2.3685-21. *Gigiyenicheskiye normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov srede obitaniya* [SanPiN 1.2.3685-21. Hygienic standards and requirements for the safety and (or) harmlessness of environmental factors to humans]. Moscow, 2021. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=6560IQ>. (In Russ.)
- Ugryumov A.G., Toporkova T.A. *Izucheniye rezhima podzemnykh vod i kontrol' za ikh okhranoy ot istoshcheniya i zagryazneniya* [Study of groundwaters and protection control from depletion and pollution]: Report of the Hydroregime Squad for 1983–1986. Kyzyl, 1986, 186 p. (Tyvinian branch of the Federal Budgetary Institution «Territorial Funds of Geological Information for the Siberian Federal District», inv. no. 1880). (In Russ.)
- Bortnikova S.B., Yurkevich N.V., Gaskova O.L., Volynkin S.S., Edelev A.V., Grakhova S.P., Kal'naya O.I., Khusainova A.Sh., Khvashchevskaya A.A., Saeva O.P., Podolynnaya V.A., Kurovskaya V.V. Arsenic and heavy metal speciation in abandoned arsenide tailings: dissolved, soluble and volatile modes of occurrences during 20-year storage. *Chemical Geology*, 2021, vol. 586. – Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2021.120623>.

# РАЗДЕЛ II

## ЭКОНОМИКА. СОЦИОЛОГИЯ

### [ECONOMICS. SOCIOLOGY]

УДК: 314.93

DOI: 10.24412/2658-4441-2023-3-59-68

З.В. АНАЙБАН<sup>1</sup>, Г.Ф. БАЛАКИНА<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт востоковедения РАН (Москва, Россия)*

<sup>2</sup> *Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)*

## ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВСЕРОССИЙСКИХ ПЕРЕПИСЕЙ НАСЕЛЕНИЯ 2010 и 2020 гг.)

Статья посвящена исследованию демографических процессов в Республике Тыва, выявлению характерных особенностей и ключевых тенденций развития в данном регионе за период, прошедший между двумя последними переписями населения — 2010 и 2020 гг. Анализ материалов исследования показал, что для демографических процессов Республики Тыва, как и в предыдущие годы, характерно увеличение общей численности её жителей, обусловленное, в первую очередь, естественным ростом. Есть все основания предполагать, что в обозримой перспективе этот показатель останется одним из основных специфических черт демографической картины данного региона. Тува отличается от многих других субъектов Российской Федерации существенным доминированием среди населения представителей титульной национальности — тувинцев, численность которых за межпереписной период ещё более возросла. В то же время заметно уменьшилась доля русских, относящихся наряду с тувинцами к основной этнической группе республики. С целью определения динамики и основных составляющих, характеризующих изменения демографической картины в республике, используются материалы официальной статистики. Работа базируется на результатах Всероссийских переписей населения 2010 и 2020 гг.

*Ключевые слова:* Республика Тыва, численность населения, половозрастной состав, титульная национальность, рождаемость, миграция.

Табл. 3. Библ. 16 назв. С. 59–68.

Z.V. ANAYBAN<sup>1</sup>, G.F. BALAKINA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Oriental Studies RAS (Moscow, Russia)*

<sup>2</sup> *Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)*

### DEMOGRAPHIC CHANGES IN THE REPUBLIC OF TYVA (ACCORDING TO THE RESULTS OF THE ALL-RUSSIAN POPULATION CENSUSES IN 2010 AND 2020)

The article is devoted to the study of demographic processes in the Republic of Tuva, the identification of characteristic features and key development trends in this region for the period between the last two population censuses — 2010 and 2020. The research materials' analysis showed that the demographic processes of the Republic of Tuva, as in previous years, are characterized by an increase in the total number of its inhabitants that primarily due to natural growth. It can be supposed that in future the mentioned indicator will remain one of the main specific features of the demographic picture of this region. Tuva differs from many other regions of the Russian Federation

in the significant dominance among the population of representatives of the titular nationality — Tuvans, whose number has increased even more during the intercensal period. At the same time, the proportion of Russians, who belong to the main ethnic group of the republic, along with Tuvans, has noticeably decreased. Official statistics' data are used for determining the dynamics and main components that characterize changes in the demographic picture of the republic. The work is based on the results of the All-Russian population censuses of 2010 and 2020 years.

*Keywords:* the Republic of Tyva, population, age and gender composition, titular nationality, birthrate, migration.

Tables 3. References 16. P. 59–68.

**ВВЕДЕНИЕ.** Результаты последней Всероссийской переписи населения 2020 г., не так давно появившиеся на официальном сайте Росстата, его региональных подразделений и ставшие доступными для широкого круга пользователей, бесспорно, обуславливают и диктуют необходимость их серьёзного изучения и всестороннего анализа. Как известно, Всероссийская перепись населения относится к числу уникальных источников, содержащих официальные статистические данные о жителях Российской Федерации на момент проведения переписи, начиная со сведений об их численности, половозрастном составе, расселении с учётом с социально-экономических показателей, уровне образования, национально-языковой идентификации. Следует отдельно отметить, что эта перепись населения проходила в период коронавирусной инфекции COVID-19, которая в то время охватила всё мировое сообщество. Кстати сказать, главным образом по причине пандемии в этот раз процедура, пожалуй, впервые была осуществлена в два этапа, первый из которых состоялся в 2020 г., второй — в 2021 г. Тогда же при проведении переписи впервые была введена доступность самостоятельного заполнения электронного переписного листа на портале государственных услуг (Gosuslugi.ru), что во многом было обусловлено введёнными в период пандемии карантинными мерами. Однако, как показал опыт, подобные нововведения не оправдали себя и, по мнению академика РАН, научного руководителя Института этнологии и антропологии РАН В.А. Тишкова, высказанного им в интервью корреспонденту «Российской газеты»: «... несомненно, лучше было дожидаться окончания пандемии и провести перепись традиционным способом — с участием переписчиков» (Как менялась..., 2023). Тем не менее, несмотря на сложнейшие условия, перепись была проведена. И, как справедливо отметил первый заместитель председателя Совета Ассамблеи народов России, председатель комиссии по межнациональным, межрелигиозным отношениям и миграции Общественной палаты России В.Ю. Зорин: «...эта перепись проводилась в ситуации ковидных ограничений, её организация и проведение требовали большого мужества и энергии у участников этой большой работы. Опубликованные данные дают очень богатый материал для получения и корректировки нашей политики по культурному разнообразию, изучению языков, укреплению единства многонационального народа Российской Федерации. Хотелось бы обратиться ко всем, кто будет комментировать итоги этой переписи, с просьбой не увлекаться политизацией, поверхностными оценками, а серьёзно проанализировать её результаты» (Зорин, 2023, с. 1).

Исходя из многонационального состава российского социума, представляют интерес и значимость как современное состояние, так и тенденции развития этнодемографических процессов не только в стране в целом, но и в отдельно взятом её регионе. В данном случае для анализа нами избрана Республика Тыва, которая при наличии многих общих черт всё же до недавнего времени по отдельным демографическим показателям заметно отличалась от других субъектов Российской Федерации. Сведения, содержащиеся в материалах названной переписи, дают возможность охарактеризовать сложившуюся на сегодняшний день этнодемографическую ситуацию в этом регионе, а также проанализировать выявленные за минувшее десятилетие изменения в этом процессе. С этой целью в качестве эмпирического и сравнительного материала

мы используем результаты двух последних переписей, не только касающихся Тувы, но и соседних регионов. Изучение на основе анализа материалов переписи населения динамики демографических показателей в разных российских регионах, без сомнения, является сегодня важным и актуальным.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.** По материалам последней Всероссийской переписи населения (2020 г.) в Республике Тыва проживало 336 651 человек. За последние десять лет численность населения республики увеличилась на 9,3 %. Сравнение этих данных с предыдущим межпереписным периодом показывает, что за истекшее десятилетие темпы роста общего числа жителей республики значительно возросли — с 5,2 % в 2010 г. до 9,3 % в 2020 г. Как мы отмечали в своих предыдущих публикациях, незначительное уменьшение численности населения, фиксируемое в последнее десятилетие прошлого века, к началу нового XXI в. постепенно сменилось, хотя и не столь значительным на первых порах, но всё же ростом. Как видим, в последующие годы данная тенденция не только сохранилась, но и стала более очевидной. Известно, что на протяжении длительного времени в общей численности населения республики преобладали сельские жители. Впервые в истории Тувы процент городского населения превысил процент сельчан в начале двухтысячных. Далее, по данным переписи 2010 г., доля горожан в Туве составила уже 53,1 %. Итоги последней переписи продемонстрировали не столь существенный, но всё же рост этого показателя, который достиг 54,6 %, что так или иначе связано с ростом урбанизационных процессов, наблюдаемых в настоящее время в данном регионе (*табл. 1*).

Таблица 1. Численность населения Республики Тыва по результатам Всероссийских переписей населения (абс.)

Годы	Всё население, тыс. чел.	В общей численности населения, %	
		городское	сельское
2002	305,5	51,5	48,5
2010	307,9	53,1	46,9
2020	336,6	54,6	45,4

Примечание. По данным: Статистический ежегодник..., 2019, с. 36–37; Численность и размещение населения... (по Республике Тыва), 2022.

Однако, удельный вес городского населения в Республике Тыва всё ещё заметно меньше, чем, напр., у ближайших соседей: в соседней Хакасии численность горожан достигает 68 %, в Красноярском крае соответственно 79 % (Численность и размещение населения ... (по Республике Хакасия), 2022; Численность и размещение населения ... (по Красноярскому краю), 2022). Кроме того, необходимо также заметить, что увеличение доли городских жителей в общей численности населения Тувы происходит в основном за счёт внутренней миграции из села в город, что объясняется сохраняющейся неблагоприятной социально-экономической ситуацией, в первую очередь, в сельской местности. Иное положение, по официальным оценкам, наблюдается в соседней Хакасии, где отмечаемые достижения в экономическом развитии региона обусловили в равной степени возрастание числа как городских, так и сельских жителей.

Говоря о половозрастном составе жителей Тувы, прежде всего, следует отметить, что в Туве численность женщин, впрочем, как и во многих других российских регионах, всегда была чуть выше численности мужчин. По данным переписи 2020 г., за истекшее десятилетие это соотношение практически осталось на том же уровне. Так, напр., если в 2010 г. процент женщин в республике был равен 52,6, то в 2020 г. — 52,8 (Численность и размещение населения... (по Республике Тыва), 2022). Как было сказано, примерно такой же расклад в численности женщин и мужчин, который с

годами почти не изменился, отмечается у жителей Красноярского края (53,5 % и 46,5 % соответственно) и у жителей Хакасии (54 % и 46 % соответственно). Таким образом, в данном случае не получило подтверждения прогнозируемое отдельными специалистами положение об ожидаемом в скором времени заметном изменении пропорций в численности мужчин и женщин в сторону роста последних, триггером которого, с их точки зрения, явится увеличение показателя смертности среди мужчин.

Результаты переписи 2020 г. показали, что удельный вес людей трудоспособного возраста по сравнению с предыдущим десятилетием немного уменьшился — с 190,4 тыс. или 59,7 % в 2010 г. до 183,8 тыс. или 56,6 % в 2020 г. Вместе с тем, несмотря на незначительное сокращение людей активного трудоспособного возраста, эти данные свидетельствуют о присутствии в этом регионе серьёзного трудового потенциала. В то же время в общей численности населения увеличилась доля лиц моложе и старше трудоспособного возраста, процент которых в наши дни насчитывает 32,8 % и 10,6 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Распределение населения Тувы по основным возрастным группам (абс.)

	Всероссийская перепись населения:	
	2020	2010
Всё население, тыс. чел.	336 651	307 930
в т. ч. : моложе трудоспособного возраста	110 221	94 042
трудоспособного возраста	190 367	183 799
старше трудоспособного возраста	35 793	30 088

Примечание. По данным: Возрастно-половой состав..., 2022.

При этом, если в группе моложе трудоспособного возраста превалирует численность мужчин (35,4 % и 30,4 % соответственно), то среди старшей группы, наоборот, женщин больше (14,6 % и 6,2 % соответственно) (Возрастно-половой состав..., 2022). Данное обстоятельство, безусловно, связано с официально регистрируемой и сохраняющейся на протяжении длительного времени высокой преждевременной смертностью мужчин. Заметим также, что, если по данным предыдущей переписи к категории трудоспособных относились мужчины 16–59 лет и женщины 16–54 года, то по переписи 2020 г. эти возрастные рамки немного расширились — соответственно 16–61,5 года и 16–56,5 года. К населению старше трудоспособного возраста по новой классификации относятся мужчины старше 61,5 года (ранее было 60 лет и старше), женщины старше 56,5 года (ранее было 55 лет и старше). Понятно, что это обстоятельство связано с изменением пенсионного возраста, которое было принято незадолго до проведения переписи.

Сравнение материалов переписей разных лет позволяют говорить о наметившейся тенденции увеличения показателя среднего возраста жителей Тувы. Так, по итогам переписи 2010 г. данный показатель достигал 27,2 года, в т. ч. среди мужчин — 25,8 лет, среди женщин — 28,4 года (Возрастно-половой состав..., 2012, с. 2). По прошествии десяти лет средний возраст как у мужчин, так и у женщин заметно возрос и составил в общей сложности 30,4 года (среди мужчин — 28,5 лет, среди женщин — 32 года (Численность и размещение населения. Население по возрастным группам... (по Республике Тыва), 2022). Вместе с тем, признавая явные позитивные сдвиги, отмечаемые в увеличении среднего возраста местных жителей, следует признать, что эти данные заметно ниже аналогичных по соседним регионам. Так, в частности, средний возраст по Хакасии равен сегодня 39 годам, по Красноярскому краю — 40,1 лет. Добавим, что в данном случае, как и прежде, этот показатель у мужской части населения Тувы меньше, чем у женщин.

Материалы переписи также содержат необходимые сведения о состоящих в браке и разведённых, которые заметно дополняют региональную демографическую картину. Сравнение результатов двух названных переписей показало, что удельный вес лиц, состоящих в браке за это время немного увеличился — с 58,1 % по переписи 2010 г. до 58,5 % по переписи 2020 г. Отметим также, что за эти годы число лиц, находящихся в официально зарегистрированном браке, возросло с 40,8 до 42 %. Хотя в республике всё ещё достаточно распространён, правда, преимущественно среди молодёжи, так называемый «гражданский брак». Не случайно, не так давно, в 2015–2018 гг., среди всего числа субъектов Сибирского федерального округа в Туве, наряду с Усть-Ордынским Бурятским автономным округом и Иркутской областью, было наименьшее число заключённых браков (Республика Тыва в цифрах..., 2020, с. 19). Таким образом, учитывая все имеющиеся в республике формы и виды брачных союзов, можно говорить, как о явной тенденции роста состоящих в браке, так и об увеличении их общего числа в дальнейшем. Добавим, как и ранее, наиболее высокий процент заключающих брак наблюдается в возрастной группе 25–34-летних (Статистический ежегодник..., 2019, с. 48). Что касается разводов, то можно сказать, что за указанный период этот показатель в целом остался примерно на том же уровне, хотя, как мы знаем, в отдельные годы отмечалось незначительное его увеличение.

К числу этнодемографических особенностей Республики Тыва, несомненно, следует отнести регистрируемое ещё в советский период и сохраняющееся по сей день существенное преобладание в общем числе её жителей представителей титульного этноса — тувинцев. Как видно из итогов переписи 2020 г., за истекшие десять лет доля тувинцев среди жителей региона определённо возросла. Так, если по переписи 2010 г. численность титульной национальности в республике достигала 82 %, русских — 16,7 %, тувинцев-тоджинцев — 0,6 %, представителей других национальностей — 1,1 %, то по переписи 2020 г. эти показатели уже составили соответственно 88,6, 10,1, 2,3 и 5,6 % (табл. 3).

За эти годы численность русского населения, относящаяся наряду с тувинцами к основной этнической группе республики, ещё более сократилась и составила одну десятую часть от общего числа её жителей. И, наоборот, по данным недавней переписи, заметно возрос процент других этносов (бурятов, белорусов, украинцев, немцев, хакасов и др.). Кроме того, существенные изменения в численности в сторону их роста наблюдаются у тувинцев-тоджинцев: в настоящее время их численность достигает 7189 человек, тогда как десятью годами раньше эта цифра равнялась 1856 (Национальный состав... (по Республике Тыва), 2022). Здесь необходимо пояснить, что данные по национальной принадлежности были подсчитаны не от всей численности населения, а только от числа указавших национальность. И ещё, поскольку при ответах на этот вопрос некоторые респонденты идентифицировали себя не с одним этносом, а одновременно с двумя, то в данном случае суммарный процент превышает сто процентов.

Таким образом, фиксируемые в Туве изменения в национальном составе населения, прежде всего, обусловлены ростом общего числа этноса, давшего название республике. Говоря об этнической составляющей этого региона, следует отдельно сказать о тувинцах-тоджинцах, которые в конце 1991 г. распоряжением Правительства РСФСР были включены в Единый перечень коренных малочисленных народов Российской Федерации. Как говорилось в этом документе, «... в целях социально-экономического

Таблица 3. Этнический состав населения Тувы (%)

	Всероссийская перепись населения:	
	2020	2010
Тувинцы	88,6	82,0
Русские	10,1	16,7
Тувинцы-тоджинцы	2,3	0,6
Другие национальности	5,6	1,1

Примечание. Республика Тыва. Национальный состав..., 2012, с. 18; Национальный состав... (по Республике Тыва), 2022.

и культурного развития этнической группы тувинцев-тоджинцев, проживающих в Республике Тыва и занимающихся традиционными отраслями и промыслами малочисленных народов, создания надлежащих условий для реализации их национально-культурных запросов и традиций, необходимой государственной помощи и защиты включить в перечень районов проживания народностей Севера» (Об обеспечении..., 1991).

За переписной период общая численность тувинцев-тоджинцев возросла почти в четыре раза. Возможно, столь значительный рост обусловлен высоким уровнем рождаемости среди этой этнической группы. И всё же, с нашей точки зрения, здесь более весомую роль сыграл факт того, что сегодня официально признанные коренные малочисленные народы, живущие на территории России, имеют ряд льгот, направленных на улучшение условий жизни, некоторая часть из числа представителей титульного этноса республики на сей раз идентифицировала себя как тувинец-тоджинец. Тем более, что все вопросы переписи, включая, разумеется, и этот, строились исключительно на самоопределении национальной принадлежности. В то же время трудно не согласиться с мнением отдельных экспертов, которые убеждены, что ощутимо возросшая численность отдельных этносов, это результат той позитивной работы, которая проводилась и проводится в нашей стране по поддержке коренных малочисленных народов Севера, Сибири, Дальнего Востока.

Тува продолжает сохранять в наши дни лидирующие позиции по уровню рождаемости, хотя в отдельные годы отмечались незначительные её колебания. В частности, некоторое время в постсоветский период регистрировалось небольшое понижение этого показателя. Наиболее отчётливо тенденция очередного роста рождаемости обозначилась, пожалуй, вскоре после принятия федерального закона «О дополнительных мерах государственной поддержки семей, имеющих детей», где было предписано материальное вознаграждение семье за рождение второго ребёнка, получившие название «материнский капитал». Позднее, в 2018–2020 гг., российским правительством были разработаны ряд положений и мер, непосредственно направленных на повышение рождаемости.

В настоящее время, согласно результатам недавней переписи, в Республике Тыва среднее число рождённых на 1000 женщин насчитывает 1986 детей, что немного больше, чем по переписи 2010 г. (1954 ребёнка). Надо подчеркнуть, что эти данные заметно выше чем по Российской Федерации в целом (1500 детей) и по Сибирскому федеральному округу (1591 ребёнок). В целом сравнение данных о рождаемости в Туве за исследуемый период показало, что, если за это время возрос процент женщин, родивших как одного, двух и трёх детей, то процент родивших четырёх и более детей остался на том же уровне (Итоги Всероссийской..., 2023, с. 6). Следует добавить, что сведения о рождаемости в процессе переписи были получены на основе ответов женщин в возрасте 15 лет и более, проживавших в частных домохозяйствах. При этом учитывалось общее число рождённых детей, независимо от того, были ли живы все дети на дату переписи или нет, входили ли они в состав домохозяйства родившей их женщины или проживали отдельно. За эти годы суммарный коэффициент рождаемости (среднее число детей, рождённых женщиной за свою жизнь) фиксировался в пределах от 3,027 в 2010 г. до 2,971 в 2020 г., т. е. за последние несколько лет наблюдалось небольшое понижение этого показателя (Статистический ежегодник..., 2023, с. 46)

Несколько слов о сложившейся на сегодняшний день миграционной ситуации в данной республике, поскольку миграция как таковая является неотъемлемой составляющей демографических процессов любого региона. По данным Федеральной службы государственной статистики, в объёме общей миграции в Республике Тыва сохраняется превышение числа выбывших над прибывшими. Так, напр., в 2020 г. в республику приехало 9858 чел. и выехало из неё 10 437 чел. В итоге миграционный баланс составил в указанном году -579 чел., а в следующем 2021 г. этот показатель возрос более чем в два раза (-1358) (Статистический ежегодник..., 2023, с. 51). Таким



образом, несмотря на некоторое увеличение общей численности участвующих в миграционном обмене, отрицательное сальдо миграции по-прежнему остаётся, к сожалению, в ряду отличительных черт региональной миграции. К тому же по данному показателю Тува, как и ранее, заметно отличается от многих других субъектов Сибирского федерального округа. Для внутриреспубликанской миграции характерно преобладание миграционной подвижности из села в город. И, как мы отмечали в своих предыдущих работах, кроме всего прочего, «интенсивные процессы внутрирегиональной миграции создают условия для снижения уровня жизни мигрантов, консервации бедности, усиления стремления к этнической замкнутости и напряжённость на рынке труда» (Балакина, Анайбан, 2016, с. 91). Таким образом, в силу разных объективных и субъективных факторов, в ряду которых, на наш взгляд, доминируют социальные проблемы, в дальнейшем этот вид миграции будет только возрастать. При этом заметим, что во все годы миграция за пределы республики тувинцев была традиционно мала, в подавляющем большинстве процент выбывших составляли представители других национальностей, что также относится к числу особенностей республиканской миграции.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Подытоживая сказанное, следует отметить, прежде всего, что в Республике Тыва, как и в предыдущие годы, для демографических процессов характерно увеличение общей численности её жителей главным образом за счёт естественного прироста. Полагаем, что в дальнейшем этот показатель как одна из основных специфических черт демографической картины данного региона будет сохраняться. Не случайно, по расчётам специалистов к 2035 г. предположительная численность населения республики (по среднему варианту прогноза) существенно возрастёт и будет достигать 356 259 человек (Демографический..., 2023, с. 1). Тува также отличается от других субъектов Российской Федерации существенным доминированием среди населения представителей титульной национальности — тувинцев, численность которых за последние десятилетия не только в целом возросла, но и доля их в процентном соотношении по сравнению с другими этносами, живущими в республике, заметно увеличилась, тогда как, к примеру, процент русских, относящихся к основной этнической группе региона, в обоих случаях, наоборот, сократился. Кроме того, несмотря на незначительное понижение, для республики характерно превалирование среди населения людей активного трудоспособного возраста. Особую озабоченность вызывает миграционная ситуация. Несмотря на принимаемые местным руководством определённые меры, направленные на улучшение этого положения, на протяжении долгого времени в Туве наблюдается преобладание миграционной убыли над прибылью. По данным официальной статистики, регулярно предоставляемым Управлением федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва, в числе серьёзных демографических проблем по-прежнему остаётся показатель высокой смертности населения. Понятно, что все эти проблемы напрямую связаны как с имеющимися условиями жизни, так и уровнем жизни людей, живущих в этом регионе. В этой связи важно сказать, что позитивное развитие демографических процессов в республике обусловлено и возможно лишь при условии благоприятного развития её социально-экономической сферы. Будем надеяться, что успешно реализуемый в настоящее время в нашей стране национальный проект «Демография», нацеленный в целом на увеличение ожидаемой продолжительности жизни россиян, рост показателя рождаемости, снижение смертности населения и т. д., в конечном итоге окажет реальное содействие качественному улучшению этнодемографических показателей на местах, тем самым способствуя и закладывая в ближайшей перспективе основу благоприятного социально-экономического развития во всех российских регионах, включая Туву.

## ЛИТЕРАТУРА

- Балакина Г.Ф., Анайбан З.В. Особенности этнорегиональной миграции в Туве // СоцИс. – 2016. – № 10. – С. 85–92.
- Возрастно-половой состав и состояние в браке // Итоги Всероссийской переписи населения 2020 года. Т. 2: Население по возрасту и полу по Республике Тыва [Электрон. ресурс]. – Красноярск: Красстат, 2022. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom2\\_Vozrastno-polovoj-sostav-i-sostoyanie-v-brake](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom2_Vozrastno-polovoj-sostav-i-sostoyanie-v-brake), свободный (дата обращения: 12.03.2023).
- Демографический прогноз до 2035 года. Предположительная численность населения Республики Тыва [Электрон. ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <https://24.rosstat.gov.ru/folder/32956?print=1>, свободный (дата обращения: 01.04.2023).
- Зорин В.Ю. О результатах переписи населения // Национальный акцент [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://nazaccent.ru/column/236/>, свободный (дата обращения: 03.05.2023).
- Итоги Всероссийской переписи населения 2020 по Республике Тыва: Доклад [Электрон. ресурс]. – Красноярск: Красстат, 2022. – 13 с. – Режим доступа: <https://24.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Доклад%20ВПН%20-%20РТ.pdf>, свободный (дата обращения: 11.04.2023).
- Как менялась численность населения России в последние десятилетия // Российская газ. Федеральный вып. [Электрон. ресурс]. – 27.02.2023. – № 41 (8986). – Режим доступа: <https://rg.ru/2023/02/26/v-bolshinstve-svoem.html>, свободный (дата обращения: 03.05.2023).
- Национальный состав и владение языками // Итоги Всероссийской переписи населения 2020 года. Т. 5: Национальный состав населения по городским округам, муниципальным районам по Республике Тыва [Электрон. ресурс]. – Красноярск: Красстат, 2022. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5\\_Nacionalnyj-sostav-i-vladienie-yazykami](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_Nacionalnyj-sostav-i-vladienie-yazykami), свободный (дата обращения: 09.04.2023).
- Об обеспечении социально-экономического и культурного развития этнической группы тувинцев-тоджинцев, проживающих в Республике Тыва: Распоряжение Прав. РСФСР от 12.12.1991 г. № 132-р. [Электрон. ресурс]. – 1991. – Режим доступа: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Pravitelstva-RSFSR-ot-12.12.1991-N-132-r/>, свободный (дата обращения: 03.09.2022).
- Республика Тыва в цифрах. 2019: Стат. сб. – Кызыл: Красноярскстат, 2020. – 151 с.
- Республика Тыва. Национальный состав и владение языками, гражданство // Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года: в 11 томах. Офиц. издание. Т. 4 / Подгот.: Э.С. Набиуллина др. – М.: Статистика России, 2012. – С. 18. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/free-doc/new\\_site/perepis2010/croc/vol4pdf.html](https://rosstat.gov.ru/free-doc/new_site/perepis2010/croc/vol4pdf.html), свободный (дата обращения: 14.08.2023).
- Статистический ежегодник Республики Тыва. 2019. – Кызыл: Красноярскстат, 2019. – 425 с.
- Статистический ежегодник Республики Тыва. 2022. – Красноярск: Красстат, 2023. – 443 с.
- Численность и размещение населения // Итоги Всероссийской переписи населения 2020 года. Т. 1: Изменение численности населения по Республике Тыва [Электрон. ресурс]. – Красноярск: Красстат, 2022. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislennost-i-razmeshchenie-naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost-i-razmeshchenie-naseleniya), свободный (дата обращения: 07.02.2023).
- Численность и размещение населения // Итоги Всероссийской переписи населения 2020 года. Т. 1: Изменение численности населения по Красноярскому краю [Электрон. ресурс]. – Красноярск: Красстат, 2022. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislennost-i-razmeshchenie-naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost-i-razmeshchenie-naseleniya), свободный (дата обращения: 12.03.2023).
- Численность и размещение населения // Итоги Всероссийской переписи населения 2020 года. Т. 1: Изменение численности населения по Республике Хакасия [Электрон. ресурс]. – Красноярск: Красстат, 2022. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislennost-i-razmeshchenie-naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost-i-razmeshchenie-naseleniya), свободный (дата обращения: 12.03.2023).

Численность и размещение населения // Итоги Всероссийской переписи населения 2020 года. Т. 1: Население по возрастным группам и полу по городским округам, муниципальным районам по Республике Тыва [Электрон. ресурс]. – Красноярск: Красстат, 2022. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislennost\\_i\\_razmeshchenie\\_naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya), свободный (дата обращения: 07.08.2023).

#### REFERENCES

- Balakina G.F., Anayban Z.V. Osobennosti etnoregional'noy migratsii v Tuve [Features of ethno-regional migration in Tuva]. *Sotsiologicheskiye issledovaniya = Sociological Research*, 2016, no. 10, pp. 85–92. (In Russ.)
- Chislennost' i razmeshcheniye naseleniya [Population size and distribution]. *Itogi Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2020 goda. Tom 1: Izmeneniye chislennosti naseleniya po Respublike Tyva* [Results of the 2020 All-Russian Population Census. Volumes 1: Changes in population in the Republic of Tyva]. Krasnoyarsk, Krasstat Publ., 2022. Available at: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislennost\\_i\\_razmeshchenie\\_naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya) (access date: 07.02.2023). (In Russ.)
- Chislennost' i razmeshcheniye naseleniya [Population size and distribution]. *Itogi Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2020 goda. Tom 1: Izmeneniye chislennosti naseleniya po Krasnoyarskomu krayu* [Results of the 2020 All-Russian Population Census. Volumes 1: Changes in population in Krasnoyarsk region]. Krasnoyarsk, Krasstat Publ., 2022. Available at: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislennost\\_i\\_razmeshchenie\\_naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya) (access date: 12.03.2023). (In Russ.)
- Chislennost' i razmeshcheniye naseleniya [Population size and distribution]. *Itogi Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2020 goda. Tom 1: Izmeneniye chislennosti naseleniya po Respublike Khakassiya* [Results of the 2020 All-Russian Population Census. Volumes 1: Changes in population in the Republic of Khakassia]. Krasnoyarsk, Krasstat Publ., 2022. Available at: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislennost\\_i\\_razmeshchenie\\_naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya) (access date: 12.03.2023). (In Russ.)
- Chislennost' i razmeshcheniye naseleniya [Population size and distribution]. *Itogi Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2020 goda. Tom 1: Naseleniye po vozrastnym gruppam i polu po gorodskim okrugam, munitsipal'nym rayonam po Respublike Tyva* [Population by age and gender groups within city districts, municipal districts in the Republic of Tyva]. Krasnoyarsk, Krasstat Publ., 2022. Available at: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislennost\\_i\\_razmeshchenie\\_naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya) (access date: 07.08.2023). (In Russ.)
- Demograficheskiy prognoz do 2035 goda. Predpolozhitel'naya chislennost' naseleniya Respubliki Tyva [Demographic forecast until 2035. Estimated population of the Republic of Tyva]. 2023. Available at: <https://24.rosstat.gov.ru/folder/32956?print=1> (access date: 01.04.2023). (In Russ.)
- Itogi Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2020 po Respublike Tyva: Doklad* [Results of the 2020 All-Russian Population Census for the Republic of Tyva: Report]. Krasnoyarsk, Krasstat Publ., 2022, 13 p. Available at: <https://24.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Доклад%20ВПН%20-%20РТ.pdf> (access date: 11.04.2023). (In Russ.)
- Kak menyalas' chislennost' naseleniya Rossii v posledniye desyatiletia [How the population of Russia has changed in recent decades]. *Rossiyskaya gazeta. Federal'nyy vypusk = Rossiyskaya Gazeta. Federal issue*. 27.02.2023, no. 41 (8986). Available at: <https://rg.ru/2023/02/26/v-bolshinstve-svoem.html> (access date: 13.05.2023). (In Russ.)
- Natsional'nyy sostav i vladeniye yazykami [National composition and language proficiency]. *Itogi Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2020 goda. Tom 5: Natsional'nyy sostav naseleniya po gorodskim okrugam, munitsipal'nym rayonam po Respublike Tyva* [Results of the 2020 All-Russian Population Census. Volumes 5: National composition of the population by urban districts, municipal districts in the Republic of Tyva]. Krasnoyarsk, Krasstat Publ., 2022. Available at: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5\\_Natsionalnyj\\_sostav\\_i\\_vladenie\\_yazykami](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_Natsionalnyj_sostav_i_vladenie_yazykami) (access date: 09.04.2023). (In Russ.)

- Ob obespechenii sotsial'no-ekonomicheskogo i kul'turnogo razvitiya etnicheskoy gruppy tuvintsev-todzhintsev, prozhivayushchikh v Respublike Tyva [Social-economic and cultural service development of the ethnic group of Tuvans-Todzhars living in the Republic of Tyva]: Decree of Rights. RSFSR dated December 12.1991 no. 132-r. 1991. Available at: <https://rulings.ru/acts/Rasporuyazhenie-Pravitelstva-RSFSR-ot-12.12.1991-N-132-r/> (access date: 03.09.2023). (In Russ.)
- Respublika Tyva v tsifrakh* [Republic of Tyva in numbers]. 2019: Statistical collection. Kyzyl, Krasnoyarskstat Publ., 2020, 151 p. (In Russ.)
- Respublika Tyva. Natsional'nyy sostav i vladeniye yazykami, grazhdanstvo [Tyva Republic. National composition and language proficiency, citizenship]. *Itogi Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2010 goda* [Results of the All-Russian population census of 2010]: in 11 volumes. Official edition. Vol. 4. Moscow: Statistics of Russia Publ., 2012, pp. 18. Available at: [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/perepis2010/croc/vol4pdf.html](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/vol4pdf.html) (access date: 08.14.2023). (In Russ.)
- Statisticheskyy yezhegodnik Respubliki Tyva* [Statistical yearbook of the Republic of Tyva]. 2019. Kyzyl: Krasnoyarskstat Publ., 2019, 425 p. (In Russ.)
- Statisticheskyy yezhegodnik Respubliki Tyva* [Statistical yearbook of the Republic of Tyva]. 2022. Krasnoyarsk, Krasstat Publ., 2023, 443 p. (In Russ.)
- Vozrastno-polovoy sostav i sostoyaniye v brake [Age, gender composition and marital status]. *Itogi Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2020 goda. Tom 2: Naseleniye po vozrastu i polu po Respublike Tyva* [Results of the 2020 All-Russian Population Census. Volume 2: Population by age and gender in the Republic of Tyva]. Krasnoyarsk, Krasstat Publ., 2022. Available at: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom2\\_Vozrastno\\_polovoj\\_sostav\\_i\\_sostoyanie\\_v\\_brake](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom2_Vozrastno_polovoj_sostav_i_sostoyanie_v_brake) (access date: 12.03.2023). (In Russ.)
- Zorin V.Yu. O rezul'tatakh perepisi naseleniya [On the results of the population census]. *Natsional'nyy aktsent = National accent*. Available at: <https://nazaccent.ru/column/236/> (access date: 01.04.2023). (In Russ.)

Х.Б. БАДАРЧИ<sup>1</sup>, А.В. ОНДАР<sup>2</sup><sup>1</sup> *Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)*<sup>2</sup> *Торгово-промышленная палата Республики Тыва (Кызыл, Россия)*

## О МОТИВАЦИИ СОЦИАЛЬНО- ОТВЕТСТВЕННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА

Настоящая статья посвящена вопросу ведения социально ответственного предпринимательства, формам его проявления и системе мотивации. Общая культура предпринимательства в современной России имеет относительно короткую историю. По всей стране пока не сформировались династии предпринимателей, слабы позиции института экономики доверия. В дореволюционной России был известен принцип «слово купца дороже золота». Поэтому морально-психологический облик, деловая репутация предпринимателя перед партнёрами, обществом и государством имели если не решающее, то достаточно большое значение. Нельзя утверждать, что сегодня этого нет, но данная весьма тонкая и чувствительная область взаимоотношений в условиях современности приобретает свои уникальные черты. Практика социальной ответственности предпринимательства в Туве в целом соответствует общероссийским тенденциям. Вместе с тем в истории Тувы известны личности из купеческого сословия с твёрдыми прогосударственными взглядами и жизненной позицией, жертвовавшие частными интересами в угоду будущего родного края. В статье произведена попытка систематизации социального предпринимательства по ключевым признакам данного явления, включая контекст общемировой практики.

*Ключевые слова:* социальная ответственность, предпринимательство.

Табл. 1. Библ. 2 назв. С. 69–75.

*Статья подготовлена в рамках исследования по проекту РФФ: № 23-28-10009 «Социально успешные и неуспешные адаптационные практики этнорегиональных общностей в условиях масштабных инновационных изменений (на примере Республики Тыва)»*

Kh.B. BADARCHI<sup>1</sup>, A.V. ONDAR<sup>2</sup><sup>1</sup> *Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)*<sup>2</sup> *Tuva Republic Chamber of commerce and industry (Kyzyl, Russia)*

### THE MOTIVATION OF SOCIALLY RESPONSIBLE BUSINESS IN THE REPUBLIC OF TUVA

The article is devoted to the issue of carrying out socially responsible business, its forms and motivation system. The general culture of business in modern Russia has a relatively short history. Underdevelopment for business dynasties within the country creates a weak position for the economy of trust. So the moral and psychological appearance as well as reputation of businessman among partners, within society and the government were very important, even decisive. It cannot be said that this does not exist today, but this very subtle and sensitive area of relationships in modern conditions acquires its own unique features. The practice of social responsibility of business in Tuva generally corresponds to all-Russian trends. There are well-known persons from the merchant class with strong pro-state views and life position in the history of Tuva who sacrificed private interests for the benefit of their native land's future. The article presents an attempt to systematize socially responsible business according to the key features of this phenomenon.

*Keywords:* social responsibility, business.

Table 1. References 2. P. 69–75.

**ВВЕДЕНИЕ.** Проявление заботы хозяйствующего субъекта в отношении ценностей и задач, значимых в целом для общества и государства, определяется как социальная ответственность предпринимательства. Хотя семантически термин «ответственность» ближе к понятию обязательств или чаще отрицательных последствий их неисполнения, в современных российских реалиях использование именно такой терминологии больше соответствует сложившейся модели взаимоотношений бизнеса с одной стороны, и общества и государства с другой. Вопрос требует всестороннего анализа для выработки необходимых мер развития института социальной ответственности предпринимательства в нужной траектории.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.** Традиции меценатства в истории нашей страны за исключением эпохи социалистической экономики имеют глубокие корни. Многие объекты культуры, в т. ч. религиозного значения, создавались за счёт пожертвований представителей хозяйственно-активной деловой части населения. Обычно это были крупные купцы, промышленники. Они же активно участвовали в поддержке статуса страны как крупной промышленной технологической державы на международной экономической арене, внося свою посильную лепту и тем самым влияя на хозяйственно-политическую картину мира.

В истории Тувы в данном аспекте наиболее известен гун-нойон Тандинского кожууна Ажыкай Оюн (1870–1930), общественная медаль имени которого учреждена в 2021 г. Торгово-промышленной палатой Республики Тыва при поддержке Фонда поддержки предпринимательства республики. Согласно утверждённому Положению<sup>1</sup> «Медаль имени Ажыкай Оюна — награда имени самого состоятельного купца Тувы начала XX века, оказавшего значительное влияние на становление тувинской государственности, первого мецената Тувы — Ажыкай Оюна учреждена Союзом «Торгово-промышленная палата Республики Тыва» в соответствии со ст. 24 Федерального закона от 19.05.1995 г. № 82-ФЗ «Об общественных объединениях» и пп. 32, 33 ст. 14 Устава Союза «Торгово-промышленная палата Республики Тыва», и является формой общественного поощрения субъектов малого и среднего предпринимательства Республики Тыва, занимающихся на многолетней и систематической основе меценатством и благотворительной деятельностью в поддержку государственных и муниципальных объектов (учреждений) социально-культурного назначения, социально ориентированных некоммерческих организаций, а также детских, творческих и иных коллективов, объектов культурно-религиозного назначения и религиозных организаций, внёсших тем самым значительный вклад в дело развития и процветания Тувы».

К сожалению, многие имеющиеся сегодня сведения об Ажыкае Оюне существуют больше в форме народных легенд. Из них известно, что Ажыкай Оюн, будучи глубоко религиозным человеком, построил в Монголии большой буддийский храм с позолоченными пагодами, к проектированию которого привлёк лучших архитекторов из Китая. В ответ им была получена благосклонность монгольских уездных правителей, которые сами в то время подчинялись цинским властям. Это в свою очередь помогло сформировать активные торгово-экономические отношения Тувы с сопредельными территориями Монголии и Китая. С другой стороны, Ажыкай Оюн так же активно развивал торгово-экономические отношения с русским купечеством. Роль Ажыкай Оюна в деле развития внешних торгово-экономических связей Тувы позволяет нам утверждать, что в современности его статус соответствовал бы должности министра внешнеэкономических связей. Опять же из легенд, бытовавших в устной форме, известно, что он совершенно одинаково относился к людям из разных социальных слоёв и политических статусов и не позволял себе высокомерия и пренебрежительности в отношении простых крестьян-аратов. Более того, всем семьям, которые ухаживали за его скотом и просто бедным семьям он безвозмездно выделял дойную корову или молодяк из приплода и

---

<sup>1</sup> Положение «О медали имени Ажыкай Оюна», утверждена Советом Союза «Торгово-промышленная палата Республики Тыва» 25.05.2022 г.

всячески помогал им «встать на ноги». В современных терминах это бы соответствовало понятию стартового капитала от бизнес-ангела. Тот факт, что такие сведения дошли до современности и звучат из уст людей старшего поколения сквозь известную историческую идеологическую кампанию против представителей купечества и дореволюционных властей, может свидетельствовать о высоком морально-психологическом облике и авторитете Ажыкая Оюна в обществе того времени. Когда настало время Туве выбирать своё будущее, именно в ставке Ажыкая Оюна в с. Суг-Бажы (Кочетово) собралось учредительное собрание будущей Тувинской Народной Республики. Именно он в то время смог обеспечить работу делегаций из всех концов нашего края всем необходимым, в т. ч. проживанием и питанием в течение длительного времени. Имея серьёзные связи и в Монголии, и в Китае, Ажыкай Оюн тем не менее продемонстрировал свою пророссийскую позицию. По иронии новые руководители молодой республики, родившейся в ставке Ажыкая Оюна, впоследствии на волне развернувшейся повсеместно идеологической кампании по раскулачиванию, лишили его всего имущества, власти и статуса. В 1930 г. он умер своей смертью, скорее всего от острого сердечно-сосудистого недуга. По сведениям биографа Сергея Тыртык-ооловича Оюна, который на момент составления настоящей статьи занимался написанием биографической монографии о жизни Ажыкая Оюна, он умер внезапно, упав с лошади на подъезде к юрте своего родственника.

Медаль Ажыкая Оюна с момента учреждения вручена нескольким крупным хозяйственникам современной Тувы, в частности, внесшему значительную лепту в строительство крупного религиозного объекта, построившему детский спортивный клуб и систематически поддерживающему социальные инициативы отдалённого района, выделившему значительные средства на цели поддержки российских солдат в рамках специальной военной операции по защите территории Донбасса и одному молодому спонсору, много лет безвозмездно помогающему детским спортивным командам двух районов Тувы в осуществлении выездов для участия в соревнованиях различного уровня. Ажыкай Оюн был человеком, неравнодушным к жизни и судьбе родного края и простых её жителей, и медаль вручается таким же людям.

В современной России существует ряд мер поощрения спонсорства и меценатства, в т. ч. в форме налоговых вычетов. Существует форма государственно-частного партнёрства в форме концессионного соглашения, в которой частная компания в обмен на вложения в зачастую сложный с точки зрения инвестиционной привлекательности проект получает монопольное право извлекать прибыль из его деятельности в течение оговорённого времени и условий.

Существует и распространённая форма взаимоотношений бизнеса и региональных властей в пространстве неформального социально-политического сотрудничества. Такие отношения часто существуют на грани превышения полномочий и вымогательства со стороны публичных управленцев. Для этого, к сожалению, существуют способствующие условия: большое число острых социальных проблем на фоне невнятных механизмов их разрешения, недостаточных компетенций или мотивации госслужащих, недостатка административных полномочий и возможностей для привлечения новых инвестиций, дополнительных налоговых поступлений в доход региона при изобилии санкционных инструментов влияния на бизнес со стороны государства и муниципальной власти и т. д. Типичная схема реализации: политическое благоприятствование, в т. ч. в сфере государственных и муниципальных закупок, сокращение надзорного давления, учёт частных интересов при реализации крупных инвестиционных проектов, налоговые льготы и прямые субсидии в обмен на «инициативное, добровольное, жертвенное» финансирование внебюджетных проектов, объектов или инвестирование в заведомо нерентабельный, но социально значимый проект. Таким образом могут быть построены участки дорог и сооружения или найдены источники финансирования для срочных непредусмотренных в бюджете затрат в интересах региона или муниципалитета. Если выделить и исключить коррупционный аспект как способ получения личных выгод с использованием служебного положения

со стороны нечистоплотных государственных и муниципальных служащих, то в общем случае представителей бизнеса убеждают в том, что территория региона или муниципального образования есть общая территория, за развитие которой несут ответственность не только территориальные власти, но и крупные хозяйствующие субъекты, ведущие на ней деятельность. До бизнеса доводится понимание того, что видение территории исключительно с точки зрения источника получения экономических выгод неверно и такое «изолированное» поведение может повлечь ответственное пренебрежение интересами бизнеса при принятии тех или иных рабочих решений на уровне региона или муниципалитета, т. е. ответную изоляцию.

Очевидным примером является случай, когда в администрации одного из российских городов за отказ федерального сетевого ритейлера от предложения перенести налоговую резиденцию части торговых точек непосредственно в город ведения деятельности, решили сделать у одного из торговых объектов одностороннее движение с «кирпичом» в месте въезда на парковку по соображениям «улучшения организации дорожного движения и обеспечения безопасности пешеходов». Доказать факт неравномерного давления на бизнес в таком случае очень сложно. С другой стороны, ради справедливости следует отметить, что администрация города в данном случае не действовала исключительно для того, чтобы привлечь дополнительные доходы в свой бюджет из бюджета другого города. С открытием магазинов сетевого ритейлера в городе обанкротилось большое число мелкорозничного бизнеса. Поскольку крупный ритейл работает на принципах масштаба и производственно-логистической эффективности, в населённом пункте неизбежно с её появлением возникает определённое число безработных граждан из числа бывших самозанятых, индивидуальных предпринимателей и их работников, которые раньше работали в той же сфере, что и зашедший в город ритейлер. При том, что город теряет часть налоговых источников пополнения бюджета, у него сохраняются все финансовые обязательства в полном объёме и прибавляется определённый объём социальных проблем. К сожалению, российское антимонопольное законодательство не обеспечивает защиту мелкого провинциального бизнеса перед более эффективным и профессиональным крупным ритейлом. В этом аспекте есть определённая несправедливость не в пользу равномерного распределения возможностей и благ для экономически активных жителей по всей стране. Нет и «цивилизованных» законных прозрачных механизмов равноправного взаимодействия «провинциальных» администраций с крупным бизнесом с «армией» высококомпетентных юристов и федеральным лобби. Получается, что доходы получают в провинции, а налоги поступают в бюджет и без того благополучного экономического административного центра где-нибудь в другой части страны. И получается, что крупный сетевой ритейл в данном случае ведёт себя социально безответственно. Применение всевозможных неформальных методов влияния на ситуацию есть реакция муниципалитета в целях восстановления справедливости при отсутствии прямых «цивилизованных» инструментов привлечения крупного бизнеса к социально ответственному поведению.

Данная сфера, действительно, довольно сложно поддаётся формализации. Бывают случаи, когда возникающие в сфере спонсорства и меценатства отношения неизвестны широкой публике по причине отказа спонсоров от публичности. Очевидно, что такая категория социально ответственного бизнеса не обращается в налоговую инспекцию за вычетами. Такой инструмент побуждения к проявлению социальной ответственности не представляет для данной категории бизнесменов никакого интереса. Но в подавляющем большинстве мер поощрения наоборот оказывается недостаточно, и публичные администраторы действуют в неформальном пространстве всевозможных механизмов принуждения.

Изобретением нового времени являются государственные фонды, учреждаемые органами власти с формальной целью реализации социальных инициатив, связанных со сферой деятельности данного органа. Фонды существуют в обособленном правовом пространстве, в отличие от государственных органов и государственных учреждений. В частности, фонды могут работать с подрядчиками, исполнителями заказов, минуя



законодательство о государственных и муниципальных закупках. К деятельности «окологосударственных» фондов наблюдается более терпимое отношение государственных ревизионных органов, так как по закону фонды обычно имеют свои внутренние органы с аналогичными надзорно-контрольными и аудиторскими функциями. Таким образом, данные структуры отдалённо, в минимальной степени схожести, но дублируют налоговую и закупочную систему государства, минуя строгое бюджетное законодательство. Органы управления, включая надзорного порядка, такие как попечительские советы, обычно состоящие из того же круга соподчинённых государственных служащих, позволяют принимать решения оперативно. Это очень удобный инструмент реализации малоформализованных и нетипичных задач. Тем не менее, их деятельность не застрахована от некомпетентного управления с последующими проблемами в сфере законности и права. Аналогичные фонды работают и в Туве, и в других регионах.

Торгово-промышленная палата Республики Тыва как ключевое региональное объединение предпринимателей Тувы ведёт постоянную работу по широкому спектру областей взаимодействия с другими общественными и государственными институтами. В частности, палата активно участвовала в мероприятиях по поддержке врачей и больных в период тяжелейшей фазы эпидемии коронавирусной инфекции в Туве. В тесном сотрудничестве с другими общественными объединениями оказывает систематическую поддержку в обеспечении необходимым инвентарём и оборудованием участников специальной военной операции. Торгово-промышленная палата Республики Тыва является основным экспертно-консультационным партнёром в сфере нормативно-правового творчества, связанного с вопросами предпринимательства для органов власти региона, она так же является основным исполнительными и организационным партнёром учреждений инфраструктуры поддержки предпринимательства и развития внешнеторговых экономических связей, иногда заменяя или эффективно дополняя их функции при решении вопросов, реализации мероприятий.

Если систематизировать элементы области социальной ответственности бизнеса в контексте взаимоотношений с государством и обществом, то представляется возможным составить следующую матрицу (табл. 1).

Таблица 1. Матрица социальной ответственности бизнеса

Системная	Характер проявления социальной ответственности	Внутрикорпоративные кодексы социальной ответственности и деловой этики по соблюдению законодательства, защите трудовых прав персонала, экологических мероприятий и т. д.	Деятельность торгово-промышленных палат и иных деловых общественных объединений по совершенствованию законодательства и условий ведения бизнеса	Участие выдающихся представителей бизнес-сообщества в политической жизни государства и решении стратегических вопросов государственной важности, имеющих концептуальное значение
Систематическая		Поддержка частных фондов	Участие представителей бизнеса в государственных коллегиальных и совещательных органах	Поддержка фондов при государственных органах и организациях
Эпизодическая		Прямое спонсорство, меценатство в рамках уникальных мероприятий и проектов	Гуманитарная помощь пострадавшим от эпидемий, катастроф, войн	Проекты государственно-частного партнёрства
Измерения матрицы	<i>Центры инициатив социальной ответственности</i>			
	Частная	Общественная	Государственная / муниципальная	

Примечание. Составлено авторами статьи.

Подобно концепции мотивации Абрахама Маслоу (Maslow, 1970) бизнес проходит определённые ступени социальной ответственности параллельно с траекторией собственного успеха. Здесь следует отличать и исключить категорию бизнеса, участ-

вующего в лоббировании политических сил в узкокорыстных интересах по распределению государственного и общественного богатства в свою пользу. Это примитивная эгоистическая модель поведения бизнеса, характерная для низкоразвитых, обычно недемократических обществ с высоким уровнем коррумпированности в государственном управлении. Наоборот, здесь имеется в виду траектория поведения бизнеса от индивидуального успеха к всеобщему через идентификацию, декларацию и продвижение объединяющих ценностей и идеалов по лучшему устройству общества, государства в стратегической перспективе. От квадранта эпизодического спонсорства к системно-государственному квадранту, в котором определяются стратегические черты архитектуры системы развития и наилучшего эффективного использования человеческого потенциала. Характерно, что лучшие технологические компании, в частности, группа «Яндекс» в своей работе используют наиболее передовые системы организации труда в коллективе. Согласно концепции эволюции форм организации совместной работы Фредерика Лалу (Лалу, 2016) они соответствуют зелёному и бирюзовому вехам эволюционной спирали. В конечном итоге их философия проецируется на уровне жизни, экономике всей страны через их продукцию и услуги, без которых современного человека, современный бизнес уже сложно представить.

Можно возразить, что государственные дела в большей части всегда решались людьми, не имеющим отношения к бизнесу, поскольку бизнес всегда предполагает наличие частного интереса. Здесь необходимо уточнить, что анализ вопроса в рамках настоящего исследования ведётся именно в контексте чувств заботы и долга перед обществом и не более. Следует отметить, что в нашей стране и обществе после известного исторического периода идеологической трансформации сохраняются проявления пренебрежительно-негативного отношения к предпринимательству и соответствующему активному деловому слою населения. Сохраняется образ индивида, получающего выгоды из разности цен, формирующего своё благосостояние более за счёт маргинальной составляющей коммерческой деятельности, а не реализации собственных способностей, талантов и сил. Соответственно, такой человек априори должен обществу за своё «несоответствующее» поведение. Во-первых, это стереотипный образ, возникший вследствие известных исторических факторов и отсутствия целенаправленной работы государства по его обратной трансформации, и даже реабилитации предпринимательства в глазах общества. Во-вторых, Россия одна из немногих стран, в которых труд малого предпринимателя формирует не более 20 % валового продукта. В других аналогичных крупнейших экономиках мира в среднем от 50 до 80 % добавленной стоимости создаётся именно малым предпринимательством<sup>1</sup>. Согласно п. 1 статьи 34 Конституции Российской Федерации «каждый имеет право на свободное использование своих способностей и имущества для предпринимательской и иной не запрещённой законом экономической деятельности». В КНР в день регистрируется свыше 20-ти тыс. новых предпринимателей. Существует неформальное правило, что каждый предприниматель с количеством работников от 1000 чел. должен стать членом Коммунистической партии КНР. В другой крупнейшей экономике — США президентом страны, как известно, был успешный предприниматель Дональд Трамп.

Всё это к тому, что в естественном для сферы государственного управления перманентном диалектическом противоборстве антагонистических ценностей «человек для государства» и «государство для человека» в нашей стране сохраняется перекося в пользу первой ценности. Выполнение гарантирующей нормы Конституции по смыслу, близкому к принципу «государство для человека», упирается в излишнюю зарегулированность сферы малого и среднего предпринимательства с сопутствующими проблемами в аспекте вопросов доверия к государственным институтам, а именно коррупции. Одним из явных результатов такого подхода является импорт значительной номенклатуры технологически несложных товаров, иногда не соответствующих

---

<sup>1</sup> SMEs' contribution to GDP to fall in 2020 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://themalaysianreserve.com/2020/07/24/smes-contribution-to-gdp-to-fall-in-2020/>, свободный.

даже нашим отечественным техническим условиям и государственным стандартам, из соседних стран, преимущественно из КНР, при всех возможностях их производства внутри страны. С подобным подходом мы отдаляем перспективу массового участия отечественного бизнеса в практической реализации проектов государственной важности в сферах космических, ядерных, информационных и других фундаментальных технологий. Поэтому, говоря о системно-государственном квадранте социальной ответственности, мы имеем в виду именно данный контекст участия бизнеса в жизни общества и государства.

**Выводы.** Системно-государственный квадрант, соответствующий высшему уровню взаимодействия бизнеса и государства в решении вопросов общего развития не может быть заменён механическими мерами, к примеру такими, как регуляторная гильотина. В условиях не формальных, а реальных консультаций, совместного действия государства и предпринимательства должны создаваться условия для наиболее полной свободной реализации «способностей и имущества» каждого, в особенности в сфере предпринимательства. С развитием информационных технологий происходят фундаментальные изменения в сфере организации совместного труда. Значительная часть наёмных работников, свободно и на конкурентных началах участвуя во множестве проектов одновременно, по факту переходят в формат микро-предпринимателей. Государство должно создать условия для свободной конкуренции по сути разномасштабных и органически перетекающих друг в друга проектных команд с нечёткими границами. Так, с высокой долей вероятности из отдельных фрилансеров и микро-проектных команд, главной целью деятельности которых естественно является прибыль, должны в конечном итоге выделиться большие проектные компании наподобие китайского «Алибаба», американских «Теслы», «СпейсИкс», главной целью которых будет нечто большее, чем просто финансово-экономический успех. Это равноправные партнёры государства, обеспечивающие ему стратегическое лидерство в конкуренции глобальных экономик. При этом это частный бизнес. Это и есть существо государственно-системного квадранта социальной ответственности бизнеса. Здесь не должно быть сомнений и пессимизма в контексте сравнения передовых экономик и нашей провинциальной действительности. Это есть то видение, к которому необходимо стремиться в нашей стране на всех уровнях управления.

*Статья подготовлена в рамках исследования по проекту РНФ: №23-28-10009 «Социально успешные и неуспешные адаптационные практики этнорегиональных общностей в условиях масштабных инновационных изменений (на примере Республики Тыва)».*

#### ЛИТЕРАТУРА

Лалу Ф. Открывая организации будущего. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 432 с.  
Maslow A.H. Motivation and personality. – New York: Harper & Row, 1970. – 72 p.

#### REFERENCES

Lalu F. *Otkryvaya organizatsii budushchego* [Discovering the organizations of the future]. Moscow, Mann, Ivanov i Ferber Publ., 2016, 432 p. (In Russ)  
Maslow A.H. Motivation and personality. New York, Harper & Row Publ., 1970, 72 p.

# РАЗДЕЛ III

## ЭКОЛОГИЯ. БИОРАЗНООБРАЗИЕ

### [ECOLOGY. BIODIVERSITY]

УДК: 502.52

DOI: 10.24412/2658-4441-2023-3-76-82

Т.М. ТАХМАЗОВ

*Национальное аэрокосмическое агентство (Баку, Азербайджанская Республика)*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СКОРОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ

Особая роль процесса декомпозиции лесной подстилки в общем углеродном цикле в региональном и глобальном масштабе определяет важность исследования закономерности влияния климатических параметров на скорость её разложения. Подходы к решению данной задачи базируются на вероятностном анализе взаимосвязи климатических факторов. Автором предлагается представление решаемого вопроса в виде экстремальной задачи с учётом некоторого ограничительного условия налагаемого на искомую функцию взаимосвязи температуры и влажности почвы. Решение задачи позволило вычислить оптимальный вид исследуемой взаимосвязи, при которой скорость разложения лесной подстилки достигает экстремума. Результаты исследования могут быть использованы при моделировании процессов влияния климатических факторов на общий углеродный цикл по части лесной экосистемы.

*Ключевые слова:* лесная подстилка, климатический фактор, разложение, лесная экосистема, экстремальная задача.

Рис. 1. Библ. 18 назв. С. 76–82.

T.M. TAHMAZOV

*National Aerospace Agency (Baku, Republic of Azerbaijan)*

## STUDY OF CLIMATIC FACTORS INFLUENCE ON THE DECOMPOSITION RATE OF FOREST LEAVES COVER

The special role of decomposition process of forest leaves cover in the overall carbon cycle on a regional and global demention determines the importance of studying the regularity of climatic parameters influence of forest leaves cover decomposition. Approaches for solving this problem are based on a probability analysis of the relationship between climatic factors. The author proposes a representation of the problem to be solved in the form of an extremal problem, taking into account some restrictive condition imposed on the desired function of the relationship between temperature and soil moisture. The solution of the problem made it possible to calculate the optimal type of the relationship under study, at which the rate of decomposition of the forest leaves cover reaches an extremum. The study results can be used in processes modeling for climatic factors influence on the overall carbon cycle in part of the forest ecosystem.

*Keywords:* forest leaves cover, climatic factor, decomposition, forest ecosystem, extreme problem.

Figure 1. References 18. P. 76–82.

**ВВЕДЕНИЕ.** Разложение лесной подстилки играет важную роль в общем цикле возникновения питательных веществ, а также накопления углерода в лесной среде. Этот процесс поддерживает природную динамику лесной экосистемы, играя важную роль в глобальном балансе  $\text{CO}_2$  (Bradford et al., 2016; Zhang et al., 2018; Zhang et al., 2019). Связь между климатическими факторами и показателями декомпозиции лесной подстилки была исследована в работах (Cai et al., 2021; Froseth, Bleken, 2015; Petraglia et al., 2019). При этом, согласно (Petraglia et al., 2019), климатические факторы воздействуют на процессы разложения подстилки как прямо, так и косвенно. С одной стороны климат воздействует на бактерии и микроорганизмы, с другой стороны приводит к качественным и количественным изменениям самой подстилки. В локальном масштабе факторами, воздействующими на процесс разложения подстилки являются влажность почвы, наличие питательных веществ в почве, озон, структура и содержание листьев, наличие осадков. Согласно (Van Meeteren et al., 2007; He et al., 2010), скорость декомпозиции подстилки экспоненциально увеличивается с ростом температуры почвы вплоть до некоторой оптимальной величины.

В общем случае разложение подстилки меняет свои показатели под воздействием климатических изменений. Следовательно, с учётом влияния этого процесса на глобальный углеродный цикл, процесс декомпозиции представляет собой обратную связь, воздействующую на будущие климатические изменения.

Во многих работах, посвящённых процессам декомпозиции лесной подстилки, воздействующие климатические факторы рассматриваются в качестве неизменных величин (Cornwell et al., 2008; Saccone et al., 2013). Вместе с тем, микроклиматические факторы достаточно изменчивы, что должно быть учтено при моделировании процессов разложения лесной подстилки.

В качестве примера рассмотрим, как учитываются климатические факторы в наиболее развитой модели декомпозиции подстилки, предложенной в работе (Ranucci et al., 2022). Согласно этой модели, исходное органическое вещество  $M_0$  состоит из двух составляющих: лигнина ( $M_1$ ) и целлюлозы ( $M_2$ ). Следовательно:

$$M_0 = M_0 \cdot (1 - \omega) + M_0 \cdot \omega, \quad (1)$$

где:  $\omega$  — долевой коэффициент.

При этом процесс декомпозиции лесной подстилки отображается следующим уравнением:

$$M(t) = M_1 \cdot \exp(-k_1 \cdot CDI \cdot t) + M_2 \cdot \exp(-k_2 \cdot CDI \cdot t), \quad (2)$$

где:  $M(t)$  — количество биомассы в лесной подстилке;  $M_1 = M_0(1 - \omega)$ ;  $M_2 = M_0\omega$ ;  $k_1, k_2$  — соответствующие скорости декомпозиции;  $CDI$  — климатический индекс декомпозиции (Meentemeyer, 1978).

Согласно (Ranucci et al., 2022), скорости декомпозиции  $k_1$  и  $k_2$  увеличиваются с ростом температуры и влажности.

$$k_1, k_2 = f(RWC) \cdot f(T), \quad (3)$$

где:  $f(RWC)$  — показатель, зависящий от влажности почвы;  $f(T)$  — показатель зависящий от температуры почвы.

В целом, как отмечается в самой работе (Ranucci et al., 2022), взаимосвязь температуры и влажности имеет достаточно сложный характер, тем более, что в указанной модели информация о влажности берётся путём оценки достаточно общего вегетационного индекса — нормализованного разностного дифференциального индекса  $NDVI$ , склонного к насыщению при достаточно высокой степени развития растительности, когда другой, не менее распространённый растительный индекс — а именно индекс листовой площади ( $LAI$ ) показывает достаточно высокие значения.

Указанные недостатки модели, предложенные в работе (Ranucci et al., 2022) диктуют необходимость разработки более адекватной модели, в которой можно было бы учесть сложную связь между такими главенствующими факторами как температура и влажность почвы.

Вместе с тем, задача определения взаимосвязи температуры и влажности почвы при оценке их совместного воздействия на скорость декомпозиции лесной подстилки может быть сформулирована в несколько иной плоскости. Для исследователей экологии лесной экосистемы может стать не менее интересной такая постановка задачи: при каком соотношении указанных факторов скорость декомпозиции может достигать экстремальных величин? Ниже нами предлагается методика, позволяющая решить указанный вопрос.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Следует отметить, что влияние температуры и влажности на процессы декомпозиции исследуются в течение нескольких десятков лет (Meentemeyer, 1978; Parton et al., 1987; Liski et al., 1998; Adair et al., 2008).

Вместе с тем, с учётом сформулированного выше подхода к решению задачи влияния климатических факторов на скорость декомпозиции наиболее подходящей известной моделью является модель, предложенная в работе (Tuomi et al., 2008). Согласно этой работе, скорость декомпозиции лесной подстилки может быть вычислена по следующей формуле:

$$k = \alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2)(1 - \exp(\gamma P_0)), \quad (4)$$

где:  $T$  — температура (в Цельсиях);  $P_0$  — годовое количество осадков;  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\gamma$  — параметры модели. В работе (Tuomi et al., 2009), где используется модель (4) взаимосвязь температуры и осадков учитывается путём проведения вероятностного анализа на основе трёх различных предположений о структуре модели. Отметим, что при рассмотрении проблемы влияния указанных климатических факторов в плане решения экстремальной задачи достижения максимальной скорости декомпозиции достаточно принять единственное предположение, ограничивающее возможности выбора функции связи между  $T$  и  $P$ . В качестве такого целевого функционала можно рассмотреть следующее выражение:

$$F_1 = \int_0^{T_{max}} \alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2)(1 - \exp(\gamma P)) dT. \quad (5)$$

При этом подразумеваем выполнение следующих условий (предположений):

1. Существует некоторая оптимальная функция

$$P = f(T)_{opt}, \quad (6)$$

при которой функционал  $F_1$  достигает максимальной величины;

2. Искомая оптимальная функция удовлетворяет следующему ограничительному условию:

$$F_2 = \int_0^{T_{max}} P(T) dT = C_1 = const. \quad (7)$$

Варианты функций  $P(T)$ , удовлетворяющих условию (7), приведены на *рисунке 1*.

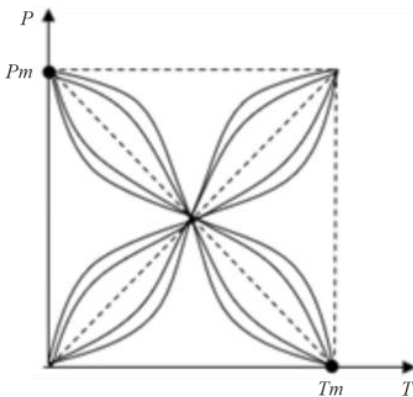


Рисунок 1. Примеры функций  $P(T)$ , удовлетворяющих условию (7)

С учётом (5) и (7) составим задачу безусловной вариационной оптимизации целевого функционала  $F_0$ , который имеет вид:

$$F_0 = \int_0^{T_{max}} \alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2) (1 - \exp(\gamma P)) dT + \lambda \left[ \int_0^{T_{max}} P(T) dT - C \right], \quad (8)$$

где:  $\lambda$  — множитель Лагранжа.

Решение оптимизационной задачи (8) согласно (Эльсгольц, 1974) должно удовлетворить условию:

$$\frac{d\{\alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2) (1 - \exp(\gamma P)) + \lambda P(T)\}}{dP(T)} = 0. \quad (9)$$

Из условия (9) получаем:

$$\alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2) (-\gamma \exp(\gamma P(T))) + \lambda = 0. \quad (10)$$

Из выражения (10) получаем:

$$\gamma \exp(\gamma P(T)) = \frac{\lambda}{\gamma \alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2)}. \quad (11)$$

Из (11) получим:

$$P(T) = \frac{1}{\gamma} \ln \frac{\lambda}{\gamma \alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2)}. \quad (12)$$

С учётом  $\lambda = const$  можно заключить, что при наличии обратного логарифмической связи между  $P(T)$  скорость декомпозиции лесной подстилки достигает экстремума.

Вычислим множитель Лагранжа. Из (12) находим:

$$P(T) = \frac{1}{\gamma} [\ln \lambda - \ln[\gamma \alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2)]]. \quad (13)$$

Из (7) и (13) находим:

$$\int_0^{T_m} \frac{1}{\gamma} [\ln \lambda - \ln[\gamma \alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2)]] dT = 0. \quad (14)$$

Из (14) получаем

$$\frac{T_m \cdot \ln \gamma}{\gamma} = C - \frac{1}{\gamma} \int_0^{T_m} \ln[\gamma \alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2)] dT. \quad (15)$$

Из (15) окончательно находим:

$$\gamma = \exp \left[ \frac{\gamma}{T_m} \left[ C - \frac{1}{\gamma} \int_0^{T_m} \ln[\gamma \alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2)] dT \right] \right]. \quad (16)$$

Чтобы определить тип экстремума целевого (16) функционала (8) достаточно вычислить вторую производную интеграла в (8) по  $P(T)$ . Имеем:

$$\frac{d^2\{\alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2) (1 - \exp(\gamma P(T))) + \lambda P(T)\}}{dP(T)^2} = \alpha \exp(\beta_1 T + \beta_2 T^2) (-\gamma^2 \exp(\gamma P(T))). \quad (17)$$

Так как вычисленная вторая производная всегда является отрицательной величиной, то целевой функционал (8) при решении (12), (16) достигает максимума, т. е. разложение лесной подстилки происходит с максимально возможной скоростью.

**ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.** Таким образом, предлагаемый новый подход к решению давно исследуемой задачи влияния таких климатических факторов как температура и влажность почвы, заключающийся в формировании задачи вычисления условий, приводящих к экстремуму скорости декомпозиции лесной подстилки, позволяет определить функцию связи между указанными факторами, при которой скорость декомпозиции достигает максимума. Полученные в настоящей статье результаты могут быть полезными при оценке предельных экологических показателей лесной среды, которые реально ожидаемы при соблюдении некоторой вычисленной взаимосвязи рассмотренных климатических показателей.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Важность исследования закономерности влияния климатических параметров на скорость разложения лесной подстилки объясняется особой ролью про-

цесса её декомпозиции в общем углеродном цикле в региональном и глобальном масштабе. Существующие подходы к решению данной задачи преимущественно основываются на вероятностном анализе взаимосвязи рассматриваемых климатических факторов. В отличие от указанных модельных исследований, автором предлагается представление решаемого вопроса в виде экстремальной задачи с учётом некоторого ограничительного условия налагаемого на искомую функцию взаимосвязи между температурой и влажностью почвы. Решение составленной вариационной задачи позволило вычислить оптимальный вид указанной взаимосвязи, при которой скорость разложения лесной подстилки достигает максимума. Полученное решение может быть использовано при моделировании процессов влияния климатических факторов на общий углеродный цикл по части лесной экосистемы.

## ЛИТЕРАТУРА

- Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. – М.: Наука, 1974. – 432 с.
- Adair E.C., Parton W.J., Del Grosso S.J., Silver W.L., Harmon M.E., Hall S.A., Burke I.C., Hart S.C. Simple three-pool model accurately describes patterns of long-term litter decomposition in diverse climates // *Global Change Biology*. – 2008. – № 14. – P. 2636–2660.
- Bradford M.A., Wieder W.R., Bonan G.B., Fierer N., Raymond P.A., Crowther T.W. Managing uncertainty in soil carbon feedbacks to climate change // *Nature Climate Change*. – 2016. – № 6. – P. 751–758.
- Cai A., Liang G., Yang W., Zhu J., Han T., Zhang W., Xu M. Patterns and driving factors of litter decomposition across Chinese terrestrial ecosystems // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – № 278. – 123964.
- Cornwell W.K., Cornelissen J.H.C., Amatangelo K., Dorrepaal E., Eviner V.T., Godoy O., Hobbie S.E., Hoorens B., Kurokawa H., Perez-Harguindeguy N. Plant Species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide // *Ecology Letters*. – 2008. – № 11. – P. 1065–1071.
- Froseth R.B., Bleken M.A. Effect of low temperature and soil type on the decomposition rate of soil organic carbon and clover leaves and related priming effect // *Soil Biology and Biochemistry*. – 2015. – № 80. – P. 156–166.
- He X., Lin Y., Han G., Guo P., Tian X. The effect of temperature on decomposition of leaf litter from two tropical forests by a microcosm experiment // *European Journal Soil Biology*. – 2010. – № 46. – P. 200–207.
- Liski J., Ilvesniemi H., Makela A., Starr M. Model analysis of the effects of soil age fires and harvesting on the carbon storage of boreal forest soils // *European journal of Soil Science*. – 1998. – № 49. – P. 407–416.
- Meentemeyer V. Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates // *Ecology*. – 1978. – № 59. – P. 465–472.
- Parton W.J., Schimel D.S., Cole C.V., Ojima D.S. Analysis of factors controlling soil organic levels of grasslands in the Great Plains // *Soil Science Society of America Journal*. – 1987. – № 51. – P. 1173–1179.
- Petraglia A., Cacciatori C., Chelli S., Fenu G., Calderisi G., Gargano D., Abeli T., Orsenigo S., Carbone M. Litter decomposition effects of temperature driven by soil moisture and vegetation type // *Plant and Soil*. – 2019. – № 435. – P. 187–200.
- Ranucci M., Perez M., Lombardi D., Vitale M. Is the current modelling of litter decomposition rates reliable under limiting environmental conditions induced by ongoing climate change? // *Soil Systems* [Электрон. ресурс]. – 2022. – № 6. – P. 1–16. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/soilsystems6040081>, свободный.
- Saccone P., Morin S., Baptist F., Bonneville J.M., Colace M.P., Domine F., Faure M., Geremia R., Locht J., Poly F. The effects of snowpack properties and plant strategies on litter decomposition during winter in Supalpine Meadows // *Plant and Soil*. – 2013. – № 363. – P. 215–229.
- Tuomi M., Thum T., Jarvinen H., Fronzek S., Berg B., Harmon M., Trofymow J.A., Sevanto S., Liski J. Leaf litter decomposition estimates of global variability based on Yasso07 model // *Ecological Modelling*. – 2009. – № 220. – P. 3362–3371.



- Tuomi M., Vahna P., Karhu K., Fritze H., Liski J. Heterotrophic soil respiration-comparison of different models describing its temperature dependence // *Ecological Modelling*. – 2008. – № 211. – P. 182–190.
- Van Meeteren M.J.M., Tietema A., Westerveld J.W. Regulation of microbial carbon, nitrogen and phosphorus transformations by temperature and moisture during decomposition of *Calluna vulgaris* litter // *Biology and Fertility of Soils*. – 2007. – № 44. – P. 103–112.
- Zhang M., Cheng X., Geng Q., Shu Z., Luo Y., Xu X. Leaf litter traits predominantly control litter decomposition in streams worldwide // *Global Ecology and Biogeography*. – 2019. – № 28. – P. 1469–1486.
- Zhang T., Luo Y., Chen H.Y.H., Ruan H. Responses of litter decomposition and nutrient release to N addition: a meta-analysis of terrestrial ecosystems // *Applied Soil Ecology*. – 2018. – № 128. – P. 35–42.

## REFERENCES

- Adair E.C., Parton W.J., Del Grosso S.J., Silver W.L., Harmon M.E., Hall S.A., Burke I.C., Hart S.C. Simple three-pool model accurately describes patterns of long-term litter decomposition in diverse climates. *Global Change Biology*, 2008, no. 14, pp. 2636–2660.
- Bradford M.A., Wieder W.R., Bonan G.B., Fierer N., Raymond P.A., Crowther T.W. Managing uncertainty in soil carbon feedbacks to climate change. *Nature Climate Change*, 2016, no. 6, pp. 751–758.
- Cai A., Liang G., Yang W., Zhu J., Han T., Zhang W., Xu M. Patterns and driving factors of litter decomposition across Chinese terrestrial ecosystems. *Journal of Cleaner Production*, 2021, no. 278, pp. 123964.
- Cornwell W.K., Cornelissen J.H.C., Amatangelo K., Dorrepaal E., Eviner V.T., Godoy O., Hobbie S.E., Hoorens B., Kurokawa H., Perez-Harguindeguy N. Plant Species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. *Ecology Letters*, 2008, no. 11, pp. 1065–1071.
- El'sgol'ts L.Ye. *Differentsifl'nyye uravneniya i variatsionnoye ischisleniye* [Differential Equations and Variational Calculations]. Moscow, Nauka Publ., 1974, 432 p. (In Russ.)
- Froseth R.B., Bleken M.A. Effect of low temperature and soil type on the decomposition rate of soil organic carbon and clover leaves and related priming effect. *Soil Biology and Biochemistry*, 2015, no. 80, pp. 156–166.
- He X., Lin Y., Han G., Guo P., Tian X. The effect of temperature on decomposition of leaf litter from two tropical forests by a microcosm experiment. *European Journal Soil Biology*, 2010, no. 46, pp. 200–207.
- Liski J., Ilvesniemi H., Makela A., Starr M. Model analysis of the effects of soil age fires and harvesting on the carbon storage of boreal forest soils. *European journal of Soil Science*, 1998, no. 49, pp.407–416.
- Meentemeyer V. Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology*, 1978, no. 59, pp. 465–472.
- Parton W.J., Schimel D.S., Cole C.V., Ojima D.S. Analysis of factors control-ling soil organic levels of grasslands in the Great Plains. *Soil Science Society of America Journal*, 1987, no. 51, pp. 1173–1179.
- Petraglia A., Cacciatori C., Chelli S., Fenu G., Calderisi G., Gargano D., Abeli T., Orsenigo S., Carbognani M. Litter decomposition effects of temperature driven by soil moisture and vegetation type. *Plant and Soilvolume*, 2019, no. 435, pp. 187–200.
- Ranucci M., Perez M., Lombardi D., Vitale M. Is the current modelling of litter decomposition rates reliable under limiting environmental conditions induced by ongoing climate change? *Soil Systems*, 2022, no. 6, pp. 1–16. Available at: <https://doi.org/10.3390/soilsystems6040081>.
- Saccone P., Morin S., Baptist F., Bonneville J.M., Colace M.P., Domine F., Faure M., Geremia R., Lochet J., Poly F. The effects of snowpack properties and plant strategies on litter decomposition during winter in Supalpine Meadows. *Plant and Soil*, 2013, no. 363, pp. 215–229.
- Tuomi M., Thum T., Jarvinen H., Fronzek S., Berg B., Harmon M., Trofymow J.A., Sevanto S., Liski J. Leaf litter decomposition-estimates of global variability based on Yasso07 model. *Ecological Modelling*, 2009, no. 220, pp. 3362–3371.

- Tuomi M., Vahna P., Karhu K., Fritze H., Liski J. Heterotrophic soil respiration-comparison of different models describing its temperature dependence. *Ecological Modelling*, 2008, no.211, pp. 182–190.
- Van Meeteren M.J.M., Tietema A., Westerveld J.W. Regulation of microbial carbon, nitrogen and phosphorus transformations by temperature and moisture during decomposition of *Calluna vulgaris* litter. *Biology and Fertility of Soils*, 2007, no. 44, pp. 103–112.
- Zhang M., Cheng X., Geng Q., Shu Z., Luo Y., Xu X. Leaf litter traits predominantly control litter decomposition in streams worldwide. *Global Ecology and Biogeography*, 2019, no.28, pp. 1469–1486.
- Zhang T., Luo Y., Chen H.Y.H., Ruan H. Responses of litter decomposition and nutrient release to N addition: a meta-analysis of terrestrial ecosystems. *Applied Soil Ecology*, 2018, no. 128, pp. 35–42.

# РАЗДЕЛ IV

## ТЕХНОЛОГИИ. ХИМИЯ И ФИЗИКА МАТЕРИАЛОВ

### [TECHNOLOGY. CHEMISTRY AND PHYSICS OF MATERIALS]

УДК: 691.215.1: 691.168

DOI: 10.24412/2658-4441-2023-3-83-88

Т.В. САПЕЛКИНА<sup>1</sup>, М.М.-Х. МОНГУШ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)*

<sup>2</sup> *Испытательная лаборатория дорожно-строительных материалов «Строй-Экспресс» (Чадан, Россия)*

## ПРИМЕНЕНИЕ ИЗВЕСТНЯКОВ ЧАДАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА В АСФАЛЬТОБЕТОНЕ

В работе рассмотрены вопросы применения известняков Чаданского месторождения (Республика Тыва) в качестве минерального порошка в асфальтобетоне. Показано, что известняки могут использоваться в качестве минерального порошка в составе асфальтобетона и найти практическое применение в дорожном строительстве. Приведены результаты физико-механических характеристик минерального порошка, полученного из известняков, и физико-механические показатели асфальтобетонной смеси с их составом.

*Ключевые слова:* известняк, минеральный порошок, асфальтобетон, физико-механические показатели.

Рис. 1. Табл. 3. Библ. 6 назв. С. 83–88.

T.V. SAPELKINA<sup>1</sup>, M.M.-Kh. MONGUSH<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)*

<sup>2</sup> *Testing laboratory for road building materials «Stroy-Express» (Chadan, Russia)*

## USAGE OF LIMESTONES OF THE CHADAN DEPOSIT AS MINERAL POWDER IN ASPHALT CONCRETE

The paper deals with the use of limestone from the Chadnan deposit (Tuva Republic) as a mineral powder in asphalt concrete. It is shown that limestone can be used as a mineral powder in asphalt concrete and find practical use in road construction. The results of physical and mechanical characteristics of the mineral powder obtained from limestones and physical and mechanical parameters of asphalt concrete mixture with their composition are presented.

*Keywords:* limestone, mineral powder, asphalt concrete, physical and mechanical properties.

Figure 1. Tables 3. References 6. P. 83–88.

**ВВЕДЕНИЕ.** В последние годы в Республике Тыва наблюдается заметное развитие транспортной инфраструктуры. Транспорт играет важную роль в экономике республики в целом, удовлетворяет спрос населения в перевозках пассажиров и грузов. Большая протяжённость автомобильных дорог федерального, регионального и муни-

ципального значения воздействует на скорость транспортного сообщения, что влияет на эффективность экономических связей и мобильность населения. Поэтому для устойчивого развития транспортной инфраструктуры необходимо приоритетное выполнение работ по строительству автомобильных дорог с целью доведения их транспортно-эксплуатационных показателей до требуемого качества и увеличения сроков службы.

Строительство автомобильных дорог является процессом дорогостоящим, с энергоёмкими и трудоёмкими затратами, включающими в себя все необходимые операции и работы.

В Республике Тыва основные вложения в строительство дорожного полотна направлены на производство асфальтобетона. Основные компоненты, такие как битумные и минеральные вяжущие, адгезионные и стабилизирующие добавки, доставляются из близлежащих регионов, что приводит к значительному удорожанию дорожного строительства.

Одним из важнейших структурообразующих компонентов асфальтобетонной смеси является минеральный порошок, который может быть получен путём помола горных пород или твёрдых отходов промышленного производства. Асфальтобетонная смесь с применением отходов промышленного производства (пыль уноса при получении щебня, пыль уноса цементных заводов, золы уноса ТЭЦ) в качестве минерального порошка по физико-механическим характеристикам не всегда соответствует нормативным требованиям (ГОСТ Р 58406.2..., 2020). Это связано с нестабильным составом и характеристиками данных отходов.

Известно, что минеральный порошок, полученный из углеродистых известняков, благодаря своей развитой поверхности, будет являться вяжущим компонентом, адсорбирующим на себя большую часть битума, увеличивая плотность минерального состава и необходимые свойства асфальтобетона (Василовская, Назиров, 2013; Малянова, 2018).

В связи с этим в данной работе рассмотрена возможность применения известняка в качестве минерального порошка в асфальтобетоне.

**ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** Объектом исследования являлись известняки Чаданского месторождения Республики Тыва.

Химический и элементный состав известняков изучался с использованием рентгенофлуоресцентного полуколичественного анализа на энергодисперсионном спектрометре S2 Ranger и электронно-микроскопическими исследованиями на РЭМ Hitachi TM-1000.

Изучение зернового состава и физико-механических свойств минерального порошка, полученного путём дробления и тонкого помола известняков Чаданского месторождения, проведены в соответствии с нормативным документом (ГОСТ Р 52129..., 2004).

Формование приготовленной асфальтобетонной смеси осуществлялось на автоматическом уплотнителе Маршалла АУМ-У согласно ГОСТ Р 58406.9 (2019). Основные физико-механические свойства асфальтобетонной смеси определялись по стандартным методикам (ГОСТ Р 58406.2..., 2020).

Исследования технологических свойств минерального порошка и асфальтобетонной смеси с их составом проведены на базе испытательной лаборатории дорожно-строительных материалов ООО «Строй-Экспресс».

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** В результате химического анализа содержание основного оксида кальция в известняках составляет 99,58 %, с незначительным наличием оксидов примесей: MnO — 0,07 %, K<sub>2</sub>O — 0,14 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 0,21 % и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 1,4 %. Потери при прокаливании составили 44,23 %. Элементный состав известняка представлен на *рисунке 1*, из которого видно, что он соответствует составу кальцита (CaCO<sub>3</sub>), содержащего 56,04 % CaO и 43,96 % CO<sub>2</sub>. Из этого следует, что известняки Ча-

данского месторождения являются чистыми карбонатными породами (Инструкция..., 1954).

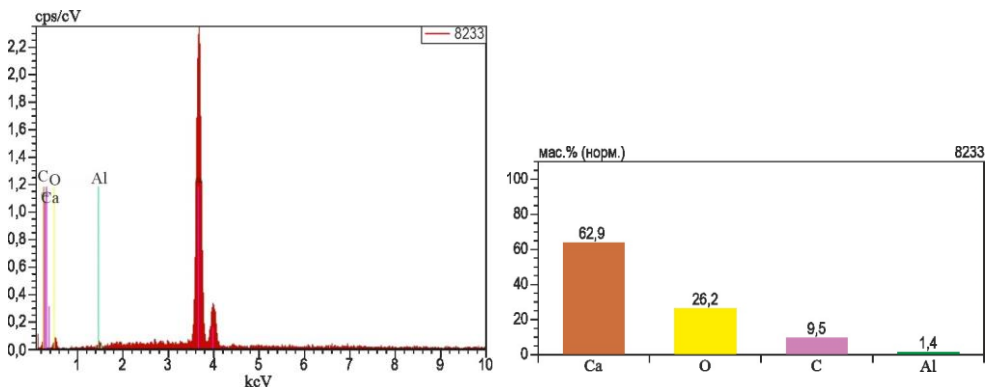


Рисунок 1. Диаграмма и элементный состав известняка

Зерновой состав минерального порошка соответствует содержанию частиц по массе различных фракций (полных проходов) по отношению к его общей массе и требованиям ГОСТ. Содержание полуторных окислов ( $Al_2O_3+Fe_2O_3$ ) в известняках в сумме составляет 1,61 %, что характерно для неактивированных порошков (не более 1,7 %) (табл. 1).

Таблица 1. Зерновой состав минерального порошка, % по массе

Сита, мм	Полные проходы	Требование ГОСТ Р 52129–2003
1,25	100	не менее 100
0,315	95,70	не менее 90
0,071	76,20	от 70 до 80

Плотность минерального порошка без учёта имеющихся в нём пор составила  $2,74 \text{ г/см}^3$ , масса единицы объёма в уплотнённом состоянии —  $1,80 \text{ г/см}^3$ , удельный объём пор в уплотнённом состоянии — 32,26 % (не более 35 %), влажность — 0,64 % (не более 1 %) по массе, набухание образцов с битумом — 0,82 % (не более 2,5 %) (табл. 2). Из полученных результатов минеральный порошок относится к марке МП–1 — порошок минеральный неактивированный и отвечает установленным требованиям ГОСТ Р 52129 (2004).

Таблица 2. Физико-механические свойства минерального порошка

Показатели	Фактические показатели	Требование ГОСТ Р 52129–2003
Истинная плотность, $\text{г/см}^3$	2,74	не нормируется
Средняя плотность, $\text{г/см}^3$	1,80	не нормируется
Пористость, %	32,26	$\leq 35$
Влажность, % по массе	0,64	$\leq 1,0$
Набухание образцов из смеси порошка с битумом, %	0,82	$\leq 2,5$

На асфальтобетонном заводе Кок-Тей был подобран состав асфальтобетонной смеси для верхнего слоя покрытия А16ВЛ согласно ГОСТ Р 58406.2 (2020). Для изготовления асфальтобетона применялись материалы, производимые на дробильно-сортировочном комплексе ООО «Транснедро»: щебень (максимальный размер зёрен 16 мм) — 40 %, отсеvy дробления — 50 %, битумное вяжущее Ачинского нефтеперерабатывающего завода — БНД (битум нефтяной дорожный) марки 100 / 130 — 6 %, минеральный порошок (МП-1) — 4 %, дорожная адгезионная добавка производства ООО «Селена» — ДАД-1 вводилась 0,4 % от массы битума. Основные физико-механические свойства асфальтобетонной смеси приведены в *таблице 3*.

Таблица 3. Физико-механические показатели асфальтобетонной смеси

Наименование показателя	Фактические показатели	Требования ГОСТ Р 58406.2–2020
Объёмная плотность, г / см <sup>3</sup>	2,381	не нормируется
Максимальная плотность, г / см <sup>3</sup>	2,461	не нормируется
Содержание воздушных пустот, %	3,3	от 2,0 до 4,5
Пустоты в минеральном заполнителе (ПМЗ), не менее %	16,2	не менее 12,0
Пустоты наполненные битумным вяжущим (ПНБ), %	76,2	72,0–85,0
Коэффициент водостойкости, не менее	0,90	не менее 0,85

В результате лабораторных испытаний основных показателей асфальтобетонных смесей установлено, что коэффициент водостойкости составил 0,90 (не менее 0,85), содержание воздушных пустот — 3,3 % (от 2 до 4,5 %), пустот в минеральном заполнителе — 16,2 (не менее 12 %) и пустот, наполненных битумным вяжущим — 76,2 % (от 72 до 85 %), находится в допустимых пределах, с объёмной плотностью уплотнённых асфальтобетонных образцов — 2,381 г / см<sup>3</sup> и максимальной плотностью — 2,461 г / см<sup>3</sup>, что соответствует нормативным требованиям ГОСТ Р 58406.2 (2020).

**Выводы.** Благодаря своей мелкодисперсной фракции минеральный порошок образует структурированную тонкодисперсную систему за счёт активной адсорбции битума, которая совершает роль вяжущего в асфальтобетоне. Использование местных известняков в качестве минерального порошка в асфальтобетонной смеси отвечают предъявляемым требованиям к горячему асфальтобетону, что способствует его механической прочности и способности к упругим пластическим деформациям, улучшая показатели технологического процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Василовская Г.В., Назиров Д.Р. Применение отходов промышленности в качестве минерального порошка в асфальтобетоне // Вестник ИрГТУ. Строительство и Архитектура. – 2013. – № 10 (81). – С. 153–157.
- ГОСТ Р 58406.2–2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси горячие асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2020.
- ГОСТ Р 52129–2003. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия. – М.: Госстрой России, 2004.
- ГОСТ Р 58406.9–2019. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод приготовления образцов уплотнителем Маршалла. – М.: Стандартинформ, 2019.
- Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям известняков / Под. ред. Н.И. Бабинцева. – М.: Госгеолтехиздат, 1954. – 24 с.
- Малянова Л.И. Модифицированный асфальтобетон с отходами дробления известняков в дорожных одеждах // Строительные материалы. – 2018. – № 7. – С. 24–27.

## REFERENCES

- Vasilovskaya G.V., Nazirov D.R. Primeneniye otkhodov promyshlennosti v kachestve mineral'nogo poroshka v asfal'tobetone [Industrial waste usage as mineral powder in asphalt-concrete]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i Arkhitektura = Bulletin of ISTU. Construction and Architecture*, 2013, no. 10 (81), pp. 153–157. (In Russ.)
- GOST P 52129–2003. *Poroshok mineral'nyy dlya asfal'tobetonnykh i organomineral'nykh smesey. Tekhnicheskiye usloviya* [Mineral powders for asphaltic concrete and organomineral mixtures. Specifications], Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 2004. (In Russ.)
- GOST P 58406.2–2020. *Dorogi avtomobil'nyye obshchego pol'zovaniya. Smesi goryachiye asfal'tobetonnyye i asfal'tobeton. Tekhnicheskiye usloviya* [Automobile roads of common use. hot asphalt mixtures and asphalt. technical conditions]. Moscow, Standartinform Publ., 2020. (In Russ.)
- GOST P 58406.9–2019. *Smesi asfal'tobetonnyye dorozhnyye i asfal'tobeton. Metod prigotovleniya obraztsov uplotnitelem Marshalla* [Automobile roads of general use. Asphalt mixtures and asphalt concrete for road construction. Method for compaction specimens using Marshall compactor], Moscow, Standartinform Publ., 2019. (In Russ.)
- Instruktsiya po primeneniyu klassifikatsii zapasov k mestorozhdeniyam izvestnyakov* [Instructions for applying the reserve classification to limestone deposits] / ed. by N.I. Babinzeva. Moscow, Gosgeoltekhizdat Publ., 1954, 24 p. (In Russ.)
- Malyanova L.I. Modifitsirovanny asfal'tobeton s otkhodami drobleniya izvestnyakov v dorozhnykh odezhdakh [Modified asphalt concrete with limestone crushing wastes in road construction]. *Stroitel'nyye materialy = Construction Materials*, 2018, no. 7, pp. 24–27. (In Russ.)

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ [ABOUT THE AUTHORS]

- Анайбан Зоя Васильевна** — докт. ист. наук, Институт востоковедения РАН, Москва, Россия; [anayban@mail.ru](mailto:anayban@mail.ru)  
[*Anayban Zoya Vasilievna* — doctor of historical sciences, Institute of Oriental Studies RAS, Moscow, Russia]
- Бадарчи Херел Буян-оолович** — канд. экон. наук, Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; [herel\\_badarchi@mail.ru](mailto:herel_badarchi@mail.ru)  
[*Badarchi Kherel Buyan-oolovich* — candidate of economic sciences, Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]
- Балакина Галина Федоровна** — докт. экон. наук, Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; [balakina.gal@yandex.ru](mailto:balakina.gal@yandex.ru)  
[*Balakina Galina Fedorovna* — doctor of economic sciences, Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]
- Кальная Ольга Ивановна** — канд. геогр. наук, Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; [kalnaja@mail.ru](mailto:kalnaja@mail.ru)  
[*Kalnaya Olga Ivanovna* — candidate of geographical sciences, Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]
- Монгуш Менги Маадыр-Херелович** — Испытательная лаборатория дорожно-строительных материалов «Строй-Экспресс», Чадан, Россия, [ohraniy2997@mail.ru](mailto:ohraniy2997@mail.ru)  
[*Mongush MengiMadyr-Kherelovich* — Testing laboratory for road building materials «Story-Express», Chadan, Russia]
- Ондар Андрей Вячеславович** — Торгово-промышленная палата Республики Тыва, Кызыл, Россия; [tpptyva@mail.ru](mailto:tpptyva@mail.ru)  
[*Ondar Andrey Vyacheslavovich* — Tuva Republic Chamber of commerce and industry, Kyzyl, Russia]
- Сапелкина Татьяна Валерьевна** — Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; [sapelkina\\_geotom@mail.ru](mailto:sapelkina_geotom@mail.ru)  
[*Sapelkina Tatyana Valeriievna* — Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]
- Тахмазов Табриз Мубариз-оглы** — Национальное аэрокосмическое агентство, Баку, Азербайджанская Республика; [thmzovtbriz66@gmail.com](mailto:thmzovtbriz66@gmail.com)  
[*Tahmazov Tabriz Mubariz-ogly* — National Aerospace Agency, Baku, Republic of Azerbaijan]
- Хвашчевская Альбина Анатольевна** — канд. геол.-мин. наук, Томский политехнический университет, Томск, Россия; [hvachevskaya@tpu.ru](mailto:hvachevskaya@tpu.ru)  
[*Khvashchevskaya Albina Anatolyevna* — candidate of geological and mineralogical sciences, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia]



Научное сетевое издание  
Утверждено к печати решением  
Учёного совета Тувикопр СО РАН

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, СРЕДА И ОБЩЕСТВО: ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ.**  
Выпуск 3 (19) / Ответственный редактор кандидат социологических наук  
**Т.М. Ойдуп**

Учредитель:

Федеральное Государственное бюджетное учреждение науки Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук (Тувикопр СО РАН) – Министерство образования и науки Республики Тыва

Редактор материалов *И.П. Принцева*  
Технический редактор, оригинал-макет, вёрстка *Л.А. Непомнящая*  
Редактор переводов *Ю.Ю. Самбыла*  
Корректор *Л.А. Непомнящая*

В оформлении обложки использовано фото из личного архива *Т.П. Арчимаевой*  
(колпица *Platalea leucorodia*)

Оригинал-макет подготовлен  
в ФГБУН Тувинском институте комплексного освоения природных ресурсов  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН Тувикопр СО РАН)

667007 Кызыл, Респ. Тыва,  
ул. Интернациональная, 117-а  
<http://tikopr-journal.ru/>

Подписано к печати 10.10.2023  
Журнал вышел в свет 13.10.2023  
Формат 70×108/16  
Гарнитура «Times New Roman»  
Усл. печ. л. 7,9. Уч.-изд. л. 6,75  
[Электрон. ресурс]  
Заказ 172