

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 4

**TuviENR SB RAS
Kyzyl – 2021**

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

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, СРЕДА И ОБЩЕСТВО

Выпуск 4

**ТувИКОП СО РАН
Кызыл – 2021**

UDK 433-903-03; 595.70; 330.22; 630*43; 528.88; 63.05.37.012.7; 619:616.995.1

BBK 20.1 (2Поч.Тыв)

П 77

П 77 **NATURAL RESOURCES, ENVIRONMENT AND SOCIETY: ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL.**
VOLUME 4 (12) / Editor-in-Chief Candidate of sociological sciences T.M. Oydup (Access date: 2021). –
Kyzyl: TuvIENR SB RAS, 2021. – 72 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 biological sciences **V.V. Zaika** — Ecology. Biodiversity

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

doctor of physical-mat. sciences **A.I. Zhdanok** — Mathematics. Mathematical modeling

doctor of biological sciences **R.B. Chysyma** — Agriculture: Theory and Practice

UDK: 433-903-03; 595.70; 330.22; 630*43; 528.88; 63.05.37.012.7; 619:616.995.1

BBK 20.1 (2Поч.Тыв)

ISSN 2658-4441

© TuvIENR SB RAS, 2021
© Authors of the articles, 2021

УДК 433-903-03; 595.70; 330.22; 630*43; 528.88; 63.05.37.012.7; 619:616.995.1

ББК 20.1 (2Рос.Тув)

П 77

П 77 **ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, СРЕДА И ОБЩЕСТВО:** ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ. Выпуск 4 (12)
/ Отв. ред. канд. социол. наук Т.М. Ойдуп [Электрон. ресурс: 2021]. – Кызыл: ТуВИКОПР СО РАН,
2021. – 72 с. – Режим доступа: <http://tikopr-journal.ru/>, свободный.



ISSN 2658–4441

Редакционная коллегия:

канд. социол. наук **Т.М. Ойдуп** — гл. редактор
канд. геол.-мин. наук **А.А. Монгуш** — зам. гл. редактора

Ответственные редакторы по разделам:

канд. геол.-мин. наук **С.Г. Прудников** — Геология. Сейсмика. ГИС
докт. биол. наук **В.В. Заика** — Экология. Биоразнообразие
докт. экон. наук **Г.Ф. Балакина** — Экономика. Социология. Психология
докт. физ.-мат. наук **А.А. Жданок** — Математика. Математическое моделирование
докт. биол. наук **Р.Б. Чысыма** — Сельское хозяйство: теория и практика

Свидетельство Роскомнадзора Эл № ФС77–74341 от 19 ноября 2018 года
УДК: 433-903-03; 595.70; 330.22; 630*43; 528.88; 63.05.37.012.7; 619:616.995.1
ББК 20.1 (2Рос.Тув)

ISSN 2658–4441

© ТуВИКОПР СО РАН, 2021
© Авторы статей, 2021

СОДЕРЖАНИЕ [CONTENTS]

РАЗДЕЛ I

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

- Прудникова Т.Н., Прудников С.Г., Ковалёва О.В.* МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВНЕЙ ТУВЫ
[*Prudnikova T.N., Prudnikov S.G., Kovaleva O.V.* MINERAL RESOURCES AND ORE MINING-METALLURGICAL PRODUCTION OF ANCIENT TUVA]..... 6

РАЗДЕЛ II

ЭКОЛОГИЯ. БИОРАЗНООБРАЗИЕ
[ECOLOGY. BIODIVERSITY]

- Заика В.В.* ОСНОВОПОЛОЖНИКИ НАУЧНОГО ЭНТОМОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ В ТУВЕ
[*Zaika V.V.* FOUNDERS OF THE SCIENTIFIC ENTOMOLOGICAL DIRECTION IN TUVA] .. 27

РАЗДЕЛ III

ЭКОНОМИКА. СОЦИОЛОГИЯ. ПСИХОЛОГИЯ
[ECONOMICS. SOCIOLOGY. PSYCHOLOGY]

- Дабиев Д.Ф.* ОБ ОЦЕНКЕ СОЦИАЛЬНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ РЕГИОНА С ПРЕИМУЩЕСТВЕННО МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ
[*Dabiev D.F.* THE ASSESSMENT OF THE SOCIAL AND ENVIRONMENTAL EFFECT IN REALIZATION OF VARIOUS SCENARIOS FOR THE DEVELOPMENT OF MINERAL DEPOSITS IN THE REGION WITH A PREDOMINANTLY MINERAL RESOURCE ORIENTATION] 38

РАЗДЕЛ IV

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
[MATHEMATICS. MATHEMATICAL MODELING]

- Куулар Х.Б.* РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ ТУВА ПО ДАННЫМ КОСМОСНИМКОВ LANDSAT ПОСЛЕ ПОЖАРОВ 2002 г.
[*Kuular Kh.B.* THE VEGETATION COVERS OF SOUTH-EASTERN PART IN TYVA REPUBLIC FOR DATA LANDSAT AFTER WILDFIRE OF 2002 YEAR]..... 46
- Чулдум А.Ф.* ПОЛУЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ТУВЫ НА ПЛАТФОРМЕ GOOGLE EARTH ENGINE
[*Chuldum A.F.* OBTAINING VEGETATION INDICES FOR TUVA ON THE GOOGLE EARTH ENGINE PLATFORM]..... 51

РАЗДЕЛ V

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
[AGRICULTURE: THEORY AND PRACTICE]

- Коколова Л.М.* ПРОФЕССОР МИХАИЛ ГРИГОРЬЕВИЧ САФРОНОВ — РУКОВОДИТЕЛЬ, ОБЩЕСТВЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ, УЧЁНЫЙ И ОРГАНИЗАТОР СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)
[*Kokolova L.M.* PROFESSOR MIKHAIL G. SAFRONOV — LEADER, PUBLIC FIGURE, SCIENTIST AND ORGANIZER OF AGRICULTURAL SCIENCE IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)]..... 59
- Коколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Слепцова С.С.* ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ ЛОШАДЕЙ ТАБУННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПРИ КРУГЛОГОДИЧНОМ ПАСТБИЩНОМ СОДЕРЖАНИИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ
[*Kokolova L.M., Gavrilieva L.Yu., Sleptsova S.S.* ORGANIZATION OF ECOLOGICAL THE WELFARE OF HERD HORSES WITH YEAR-ROUND PASTURE KEEPING IN EXTREME CONDITIONS OF YAKUTIA]..... 63

- СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ [ABOUT THE AUTHORS] 71

РАЗДЕЛ I

ГЕОЛОГИЯ. СЕЙСМИКА. ГИС

[GEOLOGY. SEISMOLOGY. GIS]

УДК: 433-903-03

DOI: 10.24412/2658-4441-2021-4-6-26

Т.Н. ПРУДНИКОВА¹, С.Г. ПРУДНИКОВ², О.В. КОВАЛЁВА³

¹ *Тувинский научный центр (Кызыл, Россия)*

² *Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)*

³ *Хакасский научно-исследовательский институт языка, литературы и истории (Абакан, Россия)*

МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВНЕЙ ТУВЫ

На территории Тувы, обладающей большими запасами минеральных ресурсов, в прошлом активно развивалось горнорудное производство. Наличие месторождений и многочисленных проявлений медных, железных руд, россыпного и коренного золота способствовали развитию в регионе металлургического производства в эпоху бронзы и в последующий ранний железный век. К концу I тысячелетия до н. э. в Туве всё большее место занимала плавка или варка железа. Подъём развития железоплавильного производства в Туве приходится на время хунну, что подтверждается первым радиоуглеродным датированием сыродутных горнов долины р. Бай-Сют, проведённым авторами. Радиоуглеродные датировки металлургических отходов, проведённые впервые в долине р. Ондум, подтверждают развитие древней металлургии в эпоху раннего и классического средневековья. Геологическая изученность показывает, что практически все известные в настоящее время месторождения и проявления меди, а также железа на территории Тувы в той или иной степени были вовлечены в эксплуатацию в древности. Сосредоточение артефактов и обнаруженная нами многослойная стоянка древнего человека вблизи выходов каменных углей Каа-Хемского угольного месторождения предполагает использование углей в древности. Древнее горнорудное производство оказало весьма значительное негативное воздействие на окружающую среду. В первую очередь — это сведение леса, происходившее при поиске и извлечении руд, изготовлении древесного угля, используемого при плавке. Последующее за этим понижение грунтовых вод повлекло иссушение региона, формирование безлесных и пустынных ландшафтов. Проведённые авторские исследования показали, что безлесные ландшафты в долине р. Копто являются древними техногенными ландшафтами, результатом широко развитого в районе Копто-Байсютского рудного узла железоплавильного производства.

Ключевые слова: древняя Тува, горнорудное производство, сыродутные горны, железоплавильное производство, радиоуглеродное датирование, месторождения угля, древние стоянки, сведение леса, техногенные ландшафты.

Фото 11. Рис. 3. Табл. 5. Библ. 30 назв. С. 6–26.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ: Грант № 20-05-00605 А и в рамках базового проекта ТувИКОПР СО РАН № АААА-А17-117072710021-1

T.N. PRUDNIKOVA¹, S.G. PRUDNIKOV², O.V. KOVALEVA³

¹ *Tuvan Scientific Center (Kyzyl, Russia)*

² *Tuvanian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)*

³ *Khakass Scientific Research Institute of Language, Literature and History (Abakan, Russia)*

MINERAL RESOURCES AND ORE MINING-METALLURGICAL PRODUCTION OF ANCIENT TUVA

In ancient times mining production actively developed on the territory of Tuva which has large reserves of mineral resources. The presence of deposits and numerous manifestations of copper, iron ores, placer and indigenous gold stimulated to the development of metallurgical production in the region during the Bronze Age and the subsequent early Iron Age. An increasing place is occupied by iron smelting or iron founding in Tuva by the end of the 1st millennium BC. The “boom” of iron-smelting production in Tuva falls on the time of the Xiongnu which is confirmed by radiocarbon dating of the melting furnaces of the Bai Syut river valley carried out by the authors for the first time. The fact that radiocarbon dating of metallurgical waste in the Ondum river valley carried out by us earlier confirm the development of ancient metallurgy in the era of the early and classical Middle Ages. Almost all known deposits and manifestations of copper and iron in the territory of Tuva were involved in exploration in ancient times. Concentration of artifacts and the multi-layered location of an ancient man found near the coal outlets of the Kaa-Khem coal deposit suggest the use of coals in ancient times. The ancient mining industry had a very significant negative impact on the environment. First of all — it is the reduction of forests that occurred during the search and extraction of ores, the manufacture of charcoal used in melting. The subsequent lowering of the ground water level caused the region to dry up, forming treeless and desert landscapes. Studies have shown that the treeless landscapes in the Kopto river valley are ancient technogenic landscapes, the result of the iron-smelting industry widely developed in the Kopto-Bai-Syut ore cluster from iron-smelting production.

Keywords: Ancient Tuva; mining and ore production; melting furnaces; iron-smelting production; radiocarbon dating; coal deposits; ancient places of location; forest reduction; technogenic landscapes.

Photos 11. Figures 3. Tables 5. References 30. P. 6–26.

ВВЕДЕНИЕ. Минерально-сырьевая база Тувы характеризуется широким набором полезных ископаемых. Наиболее ценными из них являются золото, молибден, медь, алюминий, кобальт, никель, свинец, цинк, железо, каменный уголь, асбест и др. В период современной индустриализации в хозяйственный оборот были вовлечены преимущественно россыпи золота, каменный уголь, соли и строительные материалы. В советское время началась отработка месторождений асбеста и кобальт-никелевых руд.

При проведении масштабных поисково-оценочных работ на геологических объектах открылась грандиозная картина горно-добычных работ, существовавших здесь в глубокой древности. Почти на всех известных месторождениях и проявлениях медных, медьсодержащих, железных руд, присутствуют древние выработки и плавильни, что говорит о широком развитии горнорудного производства в прошлом. Объекты древнего металлургического производства в Туве часто не подвержены разрушению более поздними горными работами. Исследованием горнорудного производства осуществляли в своё время Тувинская экспедиция ВСЕГЕИ, Я.И. Сунчугашев (1969), Л.Р. Кызласов (1969, 1979, 1993), С.В. Хаврин (1995, 2002, 2016), В.А. Попов (Попов, 2000, Попов и др., 2006), В.В. Зайков (Зайков и др., 2015), Т.Н. Прудникова, С.Г. Прудников (Prudnikova, 2012; Прудников, Прудникова, 2015) и др.

В работе представлены обобщённые авторские ранее опубликованные в разных изданиях и новые результаты исследований древнего горнорудного производства Тувы. Проведён анализ и систематизация полученного материала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Материалы: литературные источники, результаты полевых исследований, геологические отчёты и карты (территориальные геологические фонды, Кызыл), исторические справки, ресурсы интернета, космоснимки ресурса Google Earth, материалы геоинформационных систем и аэрокосмического мониторинга компании «Совзонд».

МЕТОДОЛОГИЯ. Работа осуществлялась по разработанной авторами методике комплексного междисциплинарного исследования ландшафтов Центральной Азии, проведённой на стыке геологических, географических, исторических наук с использованием дистанционных методов (дешифрирование космических снимков). При этом были применены ландшафтные, геологические, исторические, археологические, этнографические методы, сравнительный анализ, палеоботанические исследования, радиоуглеродное датирование.

Определение возраста исследуемых объектов (радиоуглеродное датирование древесного угля, погребённых почв) произведено в лаборатории геологии и палеоклиматологии кайнозоя Института геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск), лаборатории археологической технологии ИИМК РАН (Санкт-Петербург), Киевской радиоуглеродной лаборатории Института геохимии национальной академии наук Украины (Киев), палеоботанические исследования погребённых почв выполнены палеокарпологом, канд. биол. наук В.Л. Кошкаровой (Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск), физико-химические свойства почв, микроэлементный состав определены испытательной лабораторией по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства ФГБУ ГСАС «Тувинская» по ГОСТам 26213-91, 26205-91, 27753.3-88 (Кызыл, Респ. Тыва), аналитические работы на сканирующем электронном микроскопе Hitachi EM-1000 проведены аналитиком Е.Н. Тимошенко (ТувИКОПР СО РАН, Кызыл).

ДРЕВНЕЕ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТУВЫ. Горно-металлургическое производство являлось важнейшим элементом в хозяйственном укладе Тувы в прошедшие эпохи. О широком его развитии свидетельствуют древние выработки, многочисленные отходы металлургического производства, плавильные печи эпохи бронзы, раннего и позднего железа, угольные копи.

Проявления и месторождения медных руд (месторождения Хову-Аксы, Чиргакы, Кызык-Чадр, Ондумская группа и др.) благоприятствовали развитию региона в эпоху бронзы. Начиная с XII по VIII вв. до н. э. на территории Тувы осваивались главным образом руды, содержащие медь, серебро и, вероятно, золото.

В VII–III вв. до н. э. медь постепенно стала вытесняться более распространённым в Туве железом. И если масштабы медного оруденения, его генетического разнообразия в Туве достаточно ограничены, здесь присутствуют практически все известные типы железного оруденения. Это метаморфогенные железистые кварциты, гидротермальные, скарновые, магматические титаномагнетитовые и ильменит-титаномагнетитовые месторождения в интрузивах базит-гипербазитовых формаций, карбонатитовые (флюорит-редкоземельные) и др. К началу I тысячелетия н. э. добыча и плавка (варка) железа стала доминирующим направлением в древнем горнорудном производстве. Следы этой деятельности можно встретить в виде древних выработок железных руд и многочисленных плавлен (сыродутных горнов) во многих районах Тувы (*фото 1*). В долинах правых притоков р. Каа-Хем старательскими отработками XX в. были вскрыты крупные объекты железоплавильного производства (Прудников, Прудникова, 2015).

Наличие минерально-сырьевой базы, присутствие медных и железных руд давало большое превосходство племенам, проживающим на территории Алтае-Саянского нагорья, в первую очередь, при изготовлении оружия. Одной из причин военных побед хунну, тюрков, енисейских кыргызов коренному населению и завоевателям Алтае-

Саян, по мнению авторов, послужило присутствие высококачественного железного оружия, которого явно не доставало, напр., насельникам Русской равнины.



Фото 1. Древняя выработка железных руд и железоплавильная печь (долина р. Ондум)
(фото Т.Н. Прудниковой, 2009, 2010)

«Кроме бедных болотных железных руд на Русской равнине даже в средние века своего железа не было. Производство железа на Руси стало возможным благодаря применению для его варки болотных руд, повсеместно встречающихся на Руси на дне болот, озёр и на берегах рек. Это были бурые железняки (лимониты), которые начинают восстанавливаться уже при 400°C, а при 700–800°C из них уже можно было получить железо...». Плавка железа в средневековой Руси интенсивно развивалась. Его можно было «варить» в каждом доме, на каждом болоте, в каждом лесу. Так, напр., недалеко от Новгорода в районе Устюжны было такое множество «горнов для делания железа», что новгородскому губернатору, посетившему эти места, показалось, будто он «заехал в предместье вулкана» (Металлургия ..., электрон. ресурс).

Надо полагать, аналогичные «предмесья вулканов», картину дымящегося металлургического производства, можно было наблюдать и на территории древней Тувы, но только значительно раньше (почти на тысячу лет), нежели на территории Русской равнины. Варка железа производилась преимущественно в сыродутных горнах¹.

Сыродутные горны в Туве приурочены преимущественно к мощным толщам лёссовидных суглинков, выстилающих борта речных долин. Плотный глинистый материал значительно облегчал строительство плавильного агрегата, достаточно было выкопать яму для камеры горна.

Наиболее характерной чертой древнего горно-металлургического производства являлось почти исключительное использование древесного угля в качестве топлива для плавки руд и обработки металлов. В многочисленных тувинских плавильных печах эпохи бронзы и железного века присутствует только древесный уголь (Прудникова, 2004). Кроме того, топливо часто использовалось для обжига руд, что заметно облегчало их извлечение (Сунчугашев, 1969, с. 132). Воздействие горно-металлургического производства раннего типа чрезвычайно сильно сказывалось на экологическом состоянии региона. Сведение древесного растительного покрова на больших пространствах приводило к понижению уровня грунтовых вод, искажению гидрографического режима. Так, на правобережье р. Каа-Хем, в районе древних железорудных отработок, имеют место следы высохших и пересыхающих русел рек

¹ **Сыродутная печь (сыродутный горн)** — один из первых в истории металлургических агрегатов для получения металлического железа из руды путём химического восстановления. Температура нагрева материалов в горнах не превышала 1300°C, что недостаточно для плавления получавшегося в результате процесса низкоуглеродистого железа. Нагретые до тестообразного состояния пластичные частицы железа слипались и сваривались вместе, образовывали **крицу**.

Крица — рыхлый ком размягченного губчатого железа в смеси со шлаком и частицами несгоревшего угля, образующийся при плавке железной руды в условиях низких температур. Название произошло от древнерусского «кръч» — кузнец. Также крицу называют сыродутным железом.

(урочище Кара-Суг, рр. Терегтыг, Баян-Кол), орошающие ранее земельные наделы на высоких террасах Енисея.

Исследования древнего горнорудного производства были проведены нами на правом берегу р. Каа-Хем в долинах рр. Ондум, Бай-Сют, Хопто, Бурен-Хем, на притоках Улуг-Хема — долинах рр. Ээрбек, Элегест, а также на левобережье р. Каа-Хем в районе Каа-Хемского угольного разреза (рис. 1).

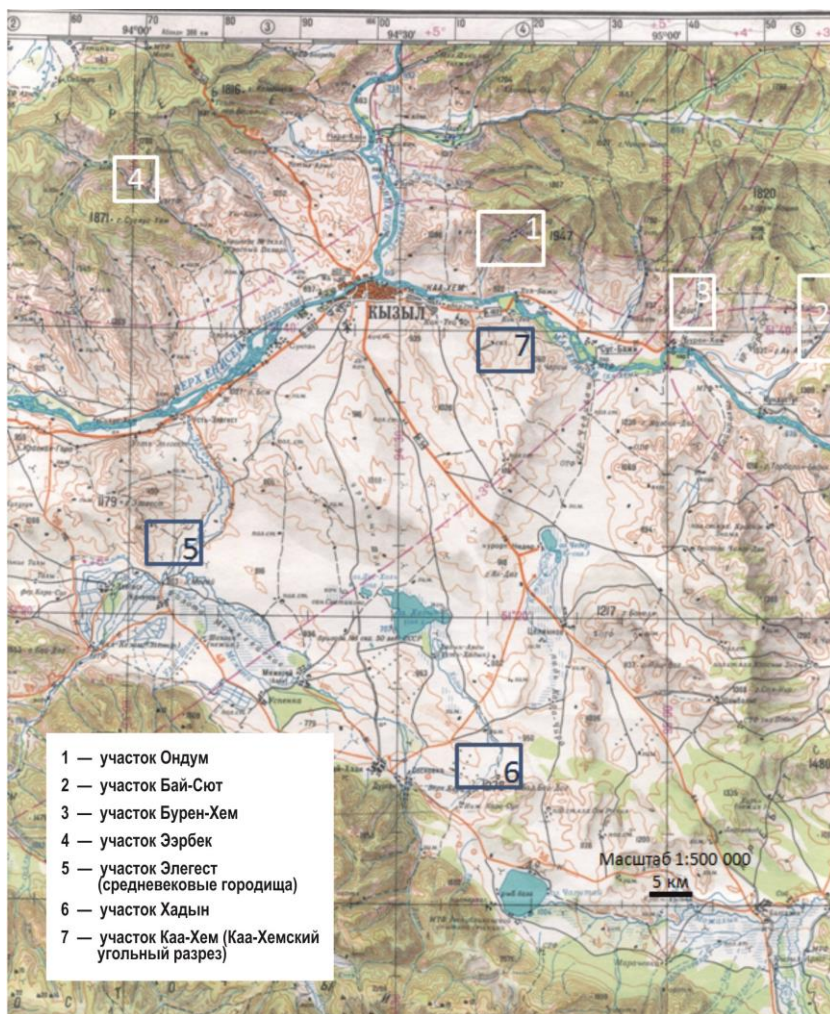


Рисунок 1. Объекты исследований

ГОРНОРУДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО долины р. Ондум. Долина реки Ондум вложена в вулканогенно-осадочные толщи нижнего кембрия. С нижнепалеозойскими отложениями, развитыми в бассейне реки, связано несколько крупных проявлений медных и железных руд. Рудопроявление Медное, расположенное в верховьях р. Ондум, локализуется в кислых вулканитах на границе с перекрывающими их известняками. Оруденение накладывается на жерловую фацию древнего вулкана.

Видимая рудная минерализация представлена вкрапленностью и прожилками медных минералов (халькопирита, малахита, азурита), лимонитами, а на контакте главного жерла с известняками вскрыта залежь гематит-баритовых руд. Размеры участков с видимой медной минерализацией достигают 40×50 м по простиранию при мощности от первых метров до 10–15 м, а гематит-баритовой залежи — мощностью

до 10 м, протяжённостью до 400 м. На восточном фланге рудопоявления присутствуют древние отработки медных руд (карьеры).

Ондумская группа проявлений железа приурочена к участкам кислых эффузивов, туфов, туфобрекчиям, известняков нижнего кембрия, прорванных гранитоидными интрузиями таннуольского комплекса (рис. 2).

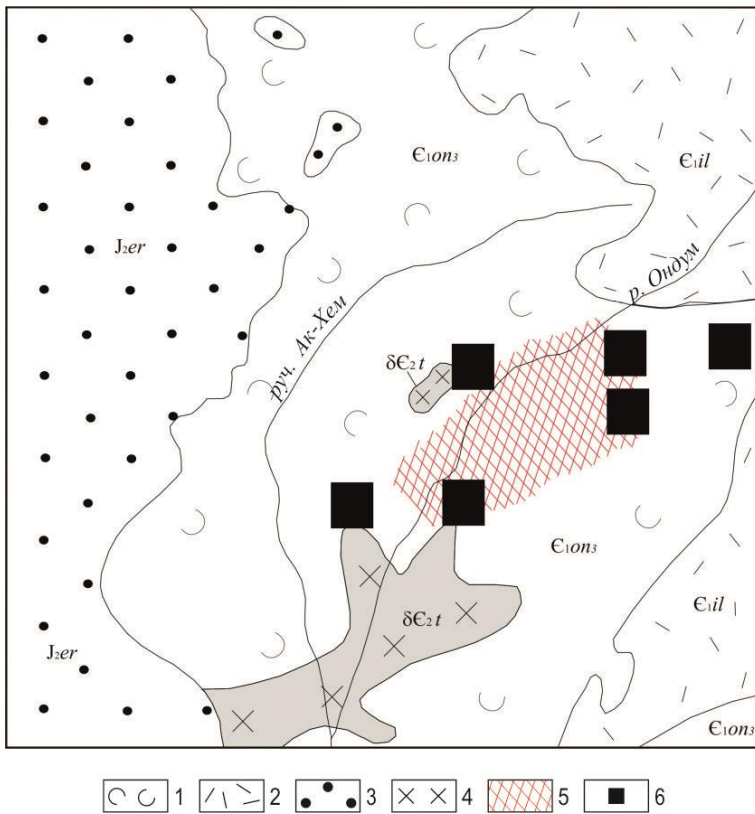


Рисунок 2. Геологическая карта бассейна р. Ондум

1 — ранний кембрий, ондумская свита, верхнеондумская подсвита (E_{1on3}). Туфы преимущественно кислого состава, туффиты, туфопесчаники, туфогравелиты, известняки, песчаники известковистые, алевролиты, яшмы, доломиты, эффузивы кислого состава, андезиты. С породами комплекса связано колчеданно-полиметаллическое оруденение, магнетито-скарновая, золотая, серебряная и медная минерализации; 2 — ранний кембрий, ильчирская (тапсинская) свита (E_{1il}). Известняки, доломитовые известняки и доломиты, силициты, в верхней части свиты туфы, туфопесчаники, туфоконгломераты с линзами археоциатовых известняков; 3 — юра, верхнезрбекская свита (J_{2er}). Песчаники разнозернистые, гравелиты, алевролиты, аргиллиты, пласты углей; 4 — таннуольский габбро-диорит-плагиигранитовый комплекс (δE_{2t1}). Первая фаза. Диориты, кварц-диориты; 5 — породы контактового метаморфизма: ороговикование, контактовый роговик; 6 — проявления железа, магнетитовая скарноидная рудная формация.

Проявления железа, представленные гематит-магнетитовыми рудами известны на значительной площади в пределах бассейна р. Ондум. Они локализованы на участках развития скарнов и роговиков в экзоконтакте интрузий таннуольского комплекса с нижнекембрийскими отложениями или в зонах гидротермального изменения пород, сопровождающих синвулканические разломы.

Рудные тела в скарнах обычно имеют неправильную форму (гнезда, короткие линзы), размеры рудных тел незначительны, массивные и вкрапленные руды представлены гематитом и магнетитом. Линзы гематит-магнетитового состава сосредоточены в зонах дробления. Протяжённость линз от 5 до 380 м, мощность 0,8–25 м. Содержание железа 48–70 %.

Железорудное проявление в зонах гидротермального изменения представлено протяжёнными линзами в десятки и первые сотни метров мощностью до 10–15 м. Рудные тела прослежены по обоим бортам долины от верховий до нижнего течения на протяжении 6–7 км. Оруденение представлено гематит-магнетитовыми рудами. Руды являются продуктами поствулканической деятельности, локализуются вблизи центров вулканов или в контактах субвулканических интрузий. В контактовой зоне с гранитоидами таннуольского комплекса руды метаморфизуются, обогащаются магнетитом (Геологическая карта ..., 1966).

Ландшафтные наблюдения в нижней части долины р. Ондум позволили авторам обнаружить четвертичные рыхлые отложения (ледниковые?), насыщенные крупными обломками гематит-магнетитовых руд, образующих своеобразную железорудную россыпь.

Речка Ондум не пересыхает и водоносна круглый год. Такая благодатная территория была обжита человеком в глубоком прошлом. В долине реки присутствует большое количество древних захоронений, относимых по предварительному определению археологов Центрально-Азиатской археологической экспедиции к эпохе бронзы, скифскому, а также к древнетюркскому времени, эпохе средневековых енисейских кыргызов. Почти на всём протяжении долины реки обнаружены многочисленные следы железоплавильного производства — древние выработки, горные отвалы, плавильные печи (сыродутные горны), шлаки, в большом количестве древесный уголь. Большие масштабы отходов пирометаллургического производства предполагают здесь присутствие поселений древних металлургов.

По мнению авторов, в долине р. Ондум присутствовали все предпосылки для перехода от медеплавильного производства к производству железа. В верховье реки расположено рудопроявление меди и древние его отработки, с которым структурно связаны проявления железных руд. Без всякого сомнения, массивные железные руды, при извлечении медных руд, были замечены древними рудокопами. Замечены были и гематит-магнетитовые руды в среднем течении реки, протяжённость рудных тел которых составляет более сотни метров. Можно сказать, здесь мог произойти переход к сыродутному способу получения железа, связанного с «тысячелетними бронзолитейными традициями, благодаря экспериментам древних мастеров с различными типами руд» (Водясов, Зайцева, 2020). Так, на медном руднике Темир (Хакасия) известны ямные медеплавильни позднего тагарского времени, имеющие типологическое сходство с ямными сыродутными горнами таштыкской эпохи (Сунчугашев, 1979), близкие аналоги ямных медеплавильням имеют место в сыродутных горнах раннего железа в долине р. Бай-Сют (Тува) (Сунчугашев, 1969, с. 94). Вероятно, этот способ был уже известен, надо было только применить его на практике.



Фото 2. Пирометаллургические отходы в долине р. Ондум, вскрытые временным потоком (фото Т.Н. Прудниковой, 2009)

Об опытах использования железных руд, на наш взгляд, говорят и достаточно примитивные сыродутные горны. Размеры рабочей камеры горнов небольшие, в поперечнике составляющие менее одного метра. У наблюдаемых горнов отсутствуют камеры для шлаковывпуска. И в отходах железоделательного производства, и в самих печах мы не нашли остатков сопел. Скорее всего, печи были одноразовыми. Здесь имеют место горны с крупными обломками магнетитовых руд, которые после пирометаллургического процесса остались в неизменном состоянии, в отдельных горнах металл не был из-

влечён. Всё это говорит о том, что не всегда всё удавалось, древние металлурги проводили здесь эксперименты по плавке руд, учились и получали навыки в производстве кричного железа, чему способствовал находящийся рядом неиссякаемый источник железных руд.

Таблица 1. Физико-химические свойства почвенного разреза Ондум*

| Глубина, см | pH _{водн.} | Содержание элементов, % | | |
|-------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|
| | | P ₂ O ₅ | C _{орг.} | CO ₂ |
| 0–10 | 8,25 | 0,38 | 10,25 | 3,90 |
| 10–20 | 8,30 | 0,36 | 9,04 | 6,66 |
| 20–30 | 8,10 | 0,38 | 7,01 | 5,50 |
| 30–35 | 9,20 | 0,13 | 1,60 | 5,06 |
| 40–50 | 8,55 | 0,35 | 10,71 | 2,67 |
| 50–60 | 8,65 | 0,31 | 8,86 | 4,74 |
| 60–70 | 8,80 | 0,30 | 9,08 | 5,10 |
| 70–80 | 9,05 | 0,20 | 3,07 | 8,15 |
| 80–89 | 9,30 | 0,14 | 1,23 | 8,15 |
| 89–95 | 8,70 | 0,33 | 10,86 | 7,62 |
| 95–100 | 8,85 | 0,24 | 4,17 | 7,54 |
| 100–110 | 9,05 | 0,18 | 2,31 | 7,93 |

Примечание. *Физико-химические свойства почв определены испытательной лабораторией по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства ФГБУ ГСАС «Тувинская»

присутствием в отложениях древесного угля), а также высокие значения фосфора, связанные с интенсивным антропогенным преобразованием территории, позволяют выделить 3 этапа в местном железоплавильном процессе.

В 2016 г. в долине р. Каа-Хем, в 2 км выше устья р. Ондум, под каменным завалом был обнаружен клад земледельческих орудий, представленный чугунами сошником и чечевицевидным плужным отвалом (Прудникова, Прудников, 2016 а) (фото 3). По форме и размерам находки соответствуют земледельческим орудиям, относимым Л.Р. Кызласовым к эпохе тан раннего средневековья (Кызласов, 2002).



Фото 3. Плужный сошник и чечевицевидный плужный отвал из клада (фото Т.Н. Прудниковой, 2016)

Обнаруженный чугунный сошник сопоставим с известными музейными образцами. Отличие в том, что одно из отверстий сошника закрыто металлическим сплавом, состав которого соответствует оловянистой бронзе. Многочисленные образцы сошников из коллекции Тувинского национального музея им. Алдан Маадыр имеют рабочие отверстия, поэтому найденный клад земледельческих орудий именно с бронзовой заклёпкой мог иметь обрядовое значение (напр., посвящение хорошему будущему урожаю). Так, к примеру, согласно С.В. Хаврину (2002), бронза кургана Аржаан-1, раннего памятника скифского времени, отливалась преимущественно из

мышьяковистой меди, а оловянистая бронза использовалась в редких случаях для изготовления, в первую очередь, украшений и кинжалов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНОГО ВОЗРАСТА ЖЕЛЕЗОПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

Впервые был определён возраст древесного угля, взятого из трёх интервалов исследуемого слоя металлургических отходов в средней части долины р. Ондум (интервалы 50–55, 60–65, 85–90 см) (Prudnikova, 2012).

- Проба Ки-16496 — глубина отбора 50–55 см; возраст 595 ± 50 ; р. Ондум; древесный уголь из отходов горно-металлургического производства.
- Проба СОАН-9206 — глубина отбора 60–65 см; возраст 1145 ± 60 лет; долина р. Ондум (левый борт); отходы железодельательного производства.
- Проба СОАН-9205 — глубина отбора 85–90 см; возраст 2140 ± 60 лет; долина р. Ондум (левый борт); погребённые аллювиальные почвы.

Возраст плавильных печей соответствует нескольким историческим эпохам. Совершенно определён мы можем говорить о существовании железоплавильного производства в раннем и классическом средневековье. Раннее средневековье может подтверждаться находками земледельческих орудий. Физико-химические свойства нижнего горизонта (инт. 89–95 см) достаточно условно (нет анализа на присутствие металлов), могут говорить о существовании производства железа в эпоху хунну. Значительные мощности металлургических отходов предполагают более широкий спектр возрастных рамок плавки или варки железа на этой территории.

ЖЕЛЕЗОПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КОПТО-БАЙСЮТСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РУДНОГО УЗЛА. В бассейне рр. Бай-Сют–Хопто выделен и изучен Копто-Байсютский горно-металлургический район, являющийся одним из крупнейших центров добычи и переработки медной, железной, возможно, и золотой руды в древности (Прудников, Прудникова, 2015).

Рудной базой древнего горно-металлургического района являлись почти все ныне известные месторождения и рудопроявления Копто-Байсютского района — золоторудные, медные, медно-полиметаллические, железные (рис. 3).

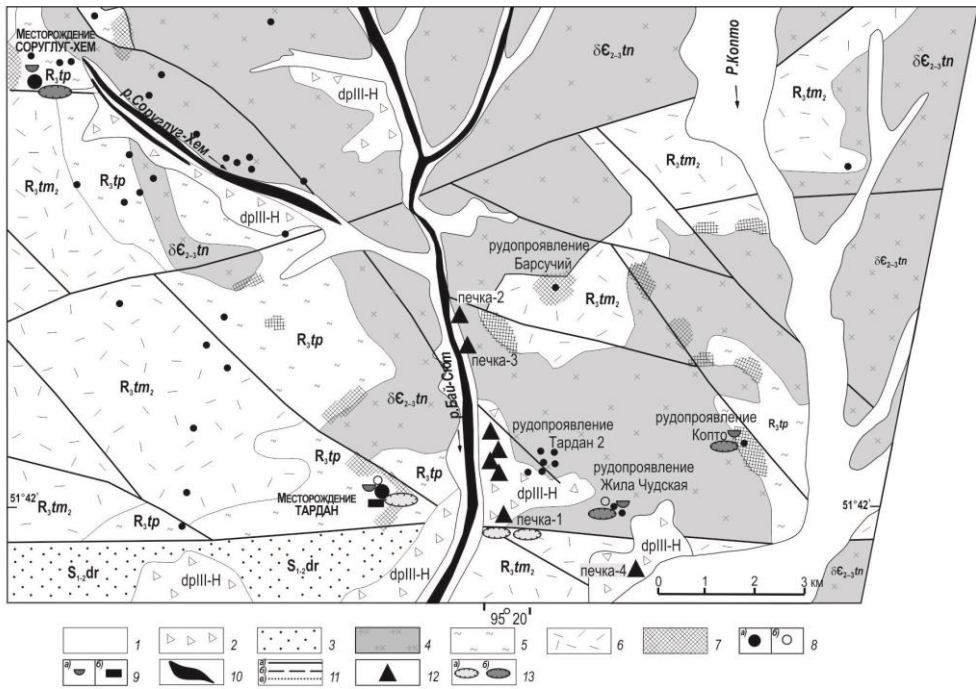


Рисунок 3. Геологическая схема Копто-Байсютского горно-металлургического района

1 — аллювиальные отложения пойм (аПН–Н); 2 — делювиально-пролювиальные отложения (др ПН–Н); 3 — силурийские отложения, дерзигская свита (S_{1-2dr}): красноцветные песчаники, гравелиты, конгломераты, прослои известняков; 4 — таннуольский габбро-диорит-плаггиогранитный комплекс (C_{2-3tm}): тоналиты ($\gamma\delta$), диориты (δ); 5 — позднерифейские отложения, тапсинская свита (R_{3tp}): песчаники, туфопесчаники, туфогравелиты, алевролиты, конгломераты, кристаллические сланцы, амфибол-хлоритовые сланцы и известняки; 6 — рифейские отложения, туматтайгинская свита, средняя подсвита (R_{3tm_2}): базальтовые, андезитовые порфириды, прослои известняков; 7 — скарны; 8 — рудопроявления: а) золота, б) серебра; 9 — рудопроявления: а) меди, б) железа; 10 — россыпи; 11 — разломы; 12 — древние печи; 13 — древние выработки (карьеры): а) — железорудные, б) — меднорудные.

На высоких террасах, пологих склонах бортов долин рек Хопто и Бай-Сют сосредоточено большое количество железоплавильных печей, приуроченных к мощной толще лёссовидных суглинков, вскрытых добычными и строительными работами XX в. В пойменных частях рек также часто встречаются обломки шлаков, обожжённые участки почв, позволяющие предполагать наличие здесь объектов железодельного производства. В сырдутных горнах сохранились остатки древесного угля, шлаки, часто присутствуют шлаковыводные камеры, многочисленны остатки сопел.

В районах развития древней металлургии остатки древесного угля часто придают чёрный цвет окраске погребённым под современными наносами почвам, что имеет площадное распространение. Присутствие древесного угля в почвах фиксируется высоким содержанием $C_{орг}$.

Территория долины р. Хопто настолько насыщена плавильными печами, что её поверхность представляет подобие пчелиных сот от весьма многочисленных воронок, отчасти напоминающая Каргалинские медные рудники Приуралья, и мы впервые выделяем здесь древние техногенные ландшафты. И, хотя лесная растительность района давно сведена, западинный микрорельеф палео-металлургического производства с содержанием $C_{орг}$ до 10% (остатки древесного угля) создаёт условия для сохранения влаги и произрастания богатой степной растительности (фото 4).



Фото 4. а — Древние техногенные ландшафты долины р. Хопто (неровности рельефа соответствуют воронкам древних железоплавильных печей)
б — Плавильные печи в лёссовидных суглинках долины р. Хопто (фото Т.Н. Прудниковой, 2016, 2017)

В 2016 г. авторами впервые получен возраст железоплавильных печей долины р. Бай-Сют, который соответствует 1820 ± 30 лет (проба № Ле-11166) — начало нашей эры, эпоха хунну в Туве (определение возраста выполнено в лаборатории археологической технологии Института истории материальной культуры РАН, Санкт-Петербург).

По находкам керамики Я.И. Сунчугашев (1969, с. 107–109) датирует древние выработки железа в верховье р. Бурен-Хем, урочище Кара-Суг, а также сырдутные

горны в долине р. Бай-Сют концом уюкской, началом шурмакской культуры (III–II вв. до н. э.), что не противоречит нашим данным.

В долинах рр. Бурен-Хем, Хопто можно наблюдать следы, на наш взгляд, небольших домниц, ранее возвышающихся над поверхностью земли, где производились первые опыты получения расплавленного высокоуглеродистого железа (выплавка чугуна¹).

Возможно, это был тот первый чугун, который при остывании не ковался и которому ещё не находили применения, он считался отходом производства. Большое количество такого металла было брошено и крупные чугунные болванки можно увидеть и в настоящее время на эродированных участках долины р. Бурен-Хем.

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЖЕЛЕЗНЫХ ШЛАКОВ. Химический анализ шлаков из печей № 1, 2, 3, 4 подтверждает выплавку железа (табл. 2). Интересным результатом химического анализа одной из проб плавильной печи № 4 является присутствие в железном сплаве олова (5,4%, проба 8). На территории Тувы известно всего одно небольшое месторождение олова и несколько небольших проявлений, расположенных у южной границы Тувы. Присутствие олова в железных сплавах позволяет предполагать экспериментальные работы древних металлургов — добавки олова (по аналогии с бронзой) в железные сплавы для улучшения качества полученного металла. Возможно, олово в шлак попало в результате переплавки комплексных оловосодержащих руд месторождения Тардан (Прудников, Прудникова, 2015).

Химический анализ шлаков из печей № 1–4 позволяет предположить, что источником руд для выплавки железа служили гематит-магнетитовые руды месторождения Тардан. Окисленные сульфидные медные руды золотых рудопоявлений Копто, жила Чудская и Соруглуг-Хем, видимо, служили источником для выплавки медных руд, печи которых обнаружены в долинах рек Бай-Сют и Кызыл-Торг (Сунчугашев, 1969).

Таблица 2. Химический состав образцов древних железных шлаков

| Горнорудный район | № печи | № пробы | Содержание элементов, мас. % | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|---------|------------------------------|------|------|------|------|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| | | | Fe | O | C | Si | Ca | Al | Na | Mn | Mg | K | Sn | S |
| Долина р. Бай-Сют | 1 | 1 | 68,9 | 21,2 | – | 4,2 | 4,3 | 1,3 | – | – | – | – | – | – |
| | | 2 | 13,2 | 1,8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 13,8 |
| | 2 | 3 | 63,7 | 13,3 | – | 16,9 | 3,7 | 2,4 | – | – | – | – | – | – |
| | | 4 | 82,5 | 7,6 | – | 7,0 | 2,1 | 0,8 | – | – | – | – | – | – |
| | 3 | 5 | 44,9 | 28,6 | – | 13,2 | 8,9 | 2,2 | – | – | 0,7 | 1,5 | – | – |
| | | 6 | 28,3 | 49,6 | – | 9,7 | 11,6 | 0,3 | – | – | 0,5 | – | – | – |
| Долина р. Копто | 4 | 7 | 35,2 | 21,4 | 33,0 | 3,0 | 3,4 | 0,7 | – | 1,8 | 0,4 | – | – | 1,1 |
| | | 8 | 35,7 | 24,7 | – | 14,8 | 13,8 | 4,2 | – | – | – | 1,5 | 5,4 | – |

Примечание. Прочерк — не обнаружено. Анализы выполнены на сканирующем электронном микроскопе Hitachi EM-1000 в химической лаборатории ТувИКОПР СО РАН (Кызыл), аналитик Е.Н. Тимошенко.

Ландшафтные наблюдения, проводимые на объекте древнего железорудного производства долины р. Бай-Сют в районе старательских отработок золота, показали, что простые сыродутные горны модифицировались в крупные плавильные объекты.

ПОСЕЛЕНИЕ ДРЕВНИХ МЕТАЛЛУРГОВ долины р. ЭЭРБЕК (КАТЫЛЫГ 5). Долина р. Эрбек приурочена к полю развития юрских угленосных отложений западного

¹ Вследствие усовершенствования процесса производства железа (переслаивание руды и угля в горне) древние металлурги сумели получить не только крицу, но и расплавленный металл, который легко можно было извлечь из печи. Но застывший при выходе из печи жидкий металл оказался лишённым природных свойств железа: он не ковался, не сваривался, из него нельзя было сделать прочных инструментов, гибкого и острого оружия. Это был чугун (Пешкин, 1955, с. 15). С чугуном вначале не знали, что делать и поэтому он шёл в отвал.

фланга Улуг-Хемской впадины. В средней своей части река пересекает антиклинальную складку терригенных отложений нижнего карбона и в верховьях через Саяно-Тувинский региональный разлом уходит в поле развития осадочных девонских образований, формирующих Уюкский хребет. В средней и нижней частях долины известны месторождения каменных углей и выходы его на поверхность, а также проявления озокерита — природного нефтяного битума. Рудные проявления (Cu, Fe) в бассейне реки неизвестны.

Долина р. Эрбек, правый непересыхающий приток р. Улуг-Хем, с древнейших времён была хорошо заселена. В долине находится большое количество курганов, датируемых предскифским, скифским временем, а также временем хунну, известны курганы тюрков и кыргызов — во все исторические эпохи люди обживали эту территорию (Семёнов, 2012).

В верховье р. Эрбек в таёжной зоне археологами обнаружено городище Катылыг 5 — памятник кокзельской археологической культуры, датируемый второй половиной III, первой половиной IV вв. н.э. Это первое изучаемое поселение данной культуры. До сих пор кокзельская археологическая культура была известна по погребальным и ритуальным памятникам (Садыков, 2015).

Городище представляет кольцевое сооружение, срезанное долиной реки, окружённое двумя валами и рвом между ними (фото 5). Диаметр городища около 60 м.

К настоящему времени основная площадь городища раскопана. На этой площади зафиксированы многочисленные металлургические горны, что говорит о роде деятельности населения (Садыков, 2017). Городище приурочено к полю развития достаточно мощной лёссовидной толщи, присутствие которой является, по нашему мнению, основной причиной расположения металлургических объектов на этой местности. В нижней части долины рыхлые отложения представлены щебнистыми отложениями, не пригодными для строительства плавильных печей.



Фото 5. Поселение Катылыг 5 (III–IV вв.) (фото Т.Н. Прудниковой, 2015)

Как было сказано выше, железные руды в ближайшем окружении городища отсутствуют. Руда сюда привозилась, вероятно, с проявлений железных руд бассейна р. Ондум (барит-гематит-магнетитовые руды проявления «Медное»), что может подтверждаться высоким содержанием бария в составе катылыгских шлаков (табл. 3).

Таблица 3. Химический состав образцов железных шлаков долины р. Эрбек

| Номер пробы | Содержание элементов, мас. % | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|--------|
| | Fe | O | Si | Ca | Al | Ba | S | Σ |
| 13058 | 73,74 | 8,41 | 15,09 | 2,76 | – | – | – | 100,00 |
| 13060 | 20,90 | 15,29 | 3,08 | – | 0,64 | 45,16 | 14,93 | 100,00 |

Примечание. Прочерк — не обнаружено. Анализы выполнены на сканирующем электронном микроскопе Hitachi EM-1000 в химической лаборатории ТуВКОПР СО РАН (Кызыл), аналитик Е.Н. Тимошенко.

В химическом составе образцов железных выплавов в кладе уйгурской крепости Пор-Бажын (VIII–IX вв.) обнаружено высокое содержание марганца, хрома, никеля, что предполагает использование древними металлургами различных источников железных руд или искусственное легирование (*табл. 4, фото 6*).

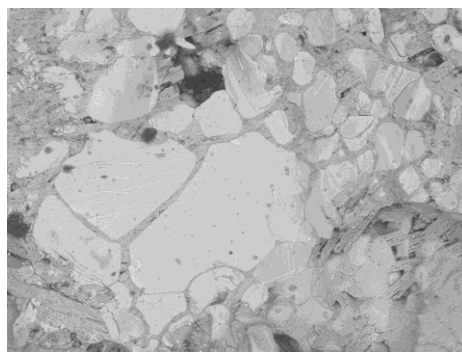
Таблица 4. Химический состав образцов железного клада крепости Пор-Бажын (образцы взяты из фондов национального музея Республики Тыва)

| Номер пробы | Содержание элементов, мас. % | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|--------|
| | Fe | O | Si | Ca | Al | Mn | Mg | Cr | Ni | S | C | Σ |
| 12947 | 45,23 | 10,33 | 13,86 | 2,28 | 2,26 | 16,38 | 2,03 | – | – | – | 7,62 | 100,00 |
| 12992 | 92,86 | 1,71 | 0,41 | – | 0,94 | – | – | – | – | – | 4,08 | 100,00 |
| 12952 | 95,99 | 4,01 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 100,00 |
| 12997 | 79,22 | 2,36 | – | – | – | 18,42 | – | – | – | – | – | 100,00 |
| 12975 | 61,73 | – | – | – | – | – | – | 13,27 | 10,90 | 1,28 | 12,82 | 100,00 |

Примечание. Прочерк — не обнаружено. Анализы выполнены на сканирующем электронном микроскопе Hitachi EM-1000 в химической лаборатории ТувИКОПР СО РАН (Кызыл). Аналитик Е.Н. Тимошенко.



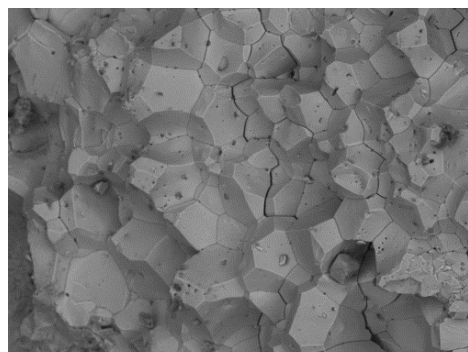
TM-1000_12963 2016.11.22 13:55 L D2,3 x150 500 um



TM-1000_12978 2016.11.22 15:21 L D7,6 x300 300 um

Фото 6. Микрофотографии внутренней структуры образцов железа Пор-Бажынского клада

Согласно исследованиям химического состава железных предметов из фондов Национального музея, в образцах стрел времени енисейских кыргызов присутствует феррит, что свидетельствует о получении низкоуглеродистого железа (стали). На микрофотографии внутренней структуры стрелы равноостный феррит (обр. 24206), твёрдый раствор углерода в железе (углерода около 0,02 %). Микроструктура является типичной для очень низкоуглеродистой стали (*фото 7*) (Прудникова, Сат, 2020).



TM-1000_24206 2020.02.28 10:14 L D6,7 x800 100 um

КП 11523/2 Стрела Древ кыргызы

Фото 7. Внутренняя микроструктура железной стрелы (время енисейских кыргызов)

Случайные находки артефактов с элементами латунных вставок, обломков предметов из латуни, свинцово-медноцинковых сплавов позволяют предполагать возможное использование полиметаллических руд (Прудникова, Прудников, 2016 б; *табл. 5*). Полиметаллическое орудение в Туве достаточно разнообразно, это скарновая, жильная, стратиформная, колчеданно-полиметаллическая рудные формации.

Таблица 5. Химический состав обломков латунных предметов
(долина р. Тес-Хем, застава Шара-Сур (Тува); пос. Тес, Завхан (Монголия))

| Номер пробы | Содержание элементов, мас. % | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| | Al | O | Ca | C | Fe | Si | P | Cu | Pb | Zn | Sn | S | Σ |
| 13030 | – | – | – | – | – | – | – | 77,60 | – | 22,40 | – | – | 100,00 |
| 13031 | 1,18 | – | – | – | – | – | – | 22,05 | 58,84 | 17,93 | – | – | 100,00 |
| 13032 | 1,51 | – | – | – | – | – | – | 31,68 | 45,13 | 21,68 | – | – | 100,00 |
| 13033 | – | – | – | – | – | – | – | 62,69 | – | 37,31 | – | – | 100,00 |
| 13029 | 1,91 | 19,98 | 16,83 | 15,43 | 8,64 | 5,21 | 1,54 | 13,45 | – | 17,01 | – | – | 100,00 |
| 13036 | – | – | – | – | – | – | – | 22,16 | 77,84 | – | – | – | 100,00 |
| 13038 | – | – | – | – | – | – | – | 82,90 | 11,54 | – | 5,55 | – | 100,00 |
| 13037 | – | – | – | – | 7,38 | – | – | 81,93 | – | – | 7,48 | 3,21 | 100,00 |

Примечание. Прочерк — не обнаружено. Анализы выполнены на сканирующем электронном микроскопе Hitachi EM-1000 в химической лаборатории ТувИКОПР СО РАН (Кызыл), аналитик Е.Н. Тимошенко.

Освоение железоделательного производства в соседней с Тувой Минусинской котловине несколько отставало. В её горном обрамлении, на юго-западе Хакасии и Горной Шории, находится ряд медных месторождений, значительная часть которых имеет промышленное значение, эти территории известны коренными и россыпными месторождениями золота. А в верховьях р. Таймет, правом притоке р. Кондомы, находится уникальный геологический объект минералогического профиля — Тайметское месторождение самородной меди. Месторождение представлено вкрапленностью и прожилками самородной меди, халькозина, борнита, халькопирита, ковеллина, куприта, малахита в гематитизированных базальтах и их туфах. Среднее содержание меди в рудных телах 0,9–0,99 % с достаточно высокой концентрацией серебра. Здесь встречаются медные самородки гигантских размеров и весом до нескольких тонн. Залежи в Верхнем Таймете относятся к рудопроявлениям группы Верхней Кондомы, протянувшимися на 40 км. В рудных зонах присутствует также Pb, Zn, Ni, Co и др. По геологическим запасам и обстоятельствам возникновения месторождение Таймет является в Евразии явлением уникальным и весьма похожим на богатейшие залежи меди Верхнего озера в США (Синяков, Чичкова, 1961).

Яркие медные минералы, золотые самородки (присутствие в ближайшем окружении месторождения Таймет золотых россыпей, а также коренных месторождений золота — Кайзасская и Мрас-Сукская группы, россыпи и коренные месторождения в бассейне р. Лебедь, золотые россыпи долины р. Таймет), не могли быть не замечены древними жителями, первыми рудокопами. В афанасьевское время, начальный этап развития металлургии в Южной Сибири, начали разрабатывать месторождения меди, чему, вероятно, способствовало наличие именно самородных её запасов — месторождения Таймет. Среди археологических находок афанасьевского времени появляются предметы, изготовленные из чистой меди. Для андроновской эпохи характерно появление большого количества медных изделий (кинжалы, кельты, наконечники копий; медные полые браслеты, бляшки-нашивки; подвески, медные, покрытые тонкими листиками золота височные кольца и др.). Карасугкая культура тоже изобилует медными предметами (Теплоухов, 1929; Хаврин, 2008).

Жители Минусинской котловины не спешили с переходом к использованию железа. Причина, вероятно, заключалась в больших ресурсах медных руд и, конечно же, самородной меди, которая была основополагающей в развитии культур энеолита и эпохи бронзы. Медные месторождения создали условия для длительного развития бронзолитейного производства. Племена тагарской культуры достигли больших успехов в развитии бронзовой металлургии и металлообработки.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАМЕННОГО УГЛЯ. Помимо рудных месторождений Тува богата каустобиолитами. В мезозойских отложениях Улуг-Хемской впадины присутствуют пласты высококачественного каменного угля.

Во время ландшафтных наблюдений, проводимых в районе Каа-Хемского угольного разреза, на большой площади были зафиксированы предметы каменной индустрии, многочисленные обломки разнообразной древней керамики, изделия из металла — была обнаружена многослойная древняя стоянка человека (Прудникова Т.Н., Прудникова А.С., 2008). Артефакты по предварительному определению сотрудников Музея антропологии и этнографии РАН, а также Государственного Эрмитажа (Санкт-Петербург), имеют возраст от неолита до раннего железа.

Важно отметить присутствие на доступном расстоянии от выходов углей, а также древней стоянки, проявлений медных руд и древних их отработок (Ондумская группа, месторождение Чараш).

На древней стоянке была обнаружена мастерская по переработке медной руды. На песчаном раздуве вместе с рудными обломками присутствовали рудотёрка, пест для перетиранья руды, большое количество обломков разнообразной керамики (фото 8, 9). Здесь же были обнаружены металлические изделия: ножи, гвозди, бляхи, наконечники стрел, всплески меди, бусины из искусственного сплава. Вместе с артефактами находилась разложившаяся костная масса, часто обожжённая. На всей площади стоянки следы древесного угля не были обнаружены.



Фото 8. Обломки медной руды и артефакты, обнаруженные в пределах Каа-Хемского месторождения каменного угля (фото Т.Н. Прудниковой, 2007)

В мастерской, вероятно, производилась подготовка руды к плавке. Здесь, по мнению авторов, присутствуют обломки примитивных устройств (барабанов) для перетиранья руды.

Обломки каменных рудотёрок, медная руда были обнаружены также в непосредственной близости от выходов углей, уничтоженных в настоящее время добычными работами. Эти факты дают возможность предполагать использование каменного угля при плавке.

Так как уголь при выходе на поверхность самовозгорается, можно предположить использование угля для обогрева жилищ, приготовления пищи. На южном фланге месторождения на террасе бывшего водотока вместе с каменными артефактами и керамикой архаичного типа присутствуют обломки обожжённых углей. Дальнейшие ландшафтные исследования в районе угольного разреза, сосредоточение максимума артефактов вблизи угольных пластов, позволили говорить о большой заселённости этой территории. Тесное скопление артефактов вокруг выходов угля, на наш взгляд, не может объясняться случайностью.

В центральной части и на южном фланге Улуг-Хемской впадины известны средневековые угольные копи в районах Межегейского и Элегестского месторождений каменных углей. За пределами угленосных отложений на хребте Танну-Ола присут-

ствуют многочисленные проявления и месторождения медных, золотых и железных руд. Следы горно-металлургического производства известны вблизи угольных месторождений в средневековых городищах в долине р. Элегест и её притоках, а также почти во всех уйгурских городищах.



Фото 9. Артефакты, обнаруженные в пределах Каа-Хемского месторождения каменного угля (фото Т.Н. Прудниковой, 2007)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Географическое положение Тувы, присутствие месторождений и многочисленных проявлений меди позволило активно развиваться региону в эпоху бронзы, способствовало формированию мастеров-металлургов, положивших начало звериного стиля в металлопластике, создававших великолепные образцы предметов быта и военного снаряжения. Не растроченные ещё ресурсы самородного золота способствовали созданию шедевров материальной культуры, атрибутов скифской власти.

В VII–III вв. до н. э. медь постепенно стала вытесняться более распространённым в Туве железом. В начале I тысячелетия н. э. добыча и плавка железа становится доминирующим в древнем горнорудном производстве. Следы этой деятельности (древние выработки, плавильни) можно встретить во многих районах Тувы.

Согласно радиоуглеродному датированию, можно утверждать, что важным этапом в развитии горнорудного производства в Туве является время хунну. В гунно-сарматскую эпоху прерывается процесс исторического развития местных южно-сибирских племён, происходит сложное видоизменение этнического состава населения, а также трансформация социальной и экономической структуры местного общества, сложение новых общественных и этнических взаимоотношений.

Железоплавильное производство активно развивалось как на рубеже нашей эры, так и в раннем средневековье и классическом средневековье. Все военные походы кочевников сопровождались всплесками железнорудного производства, необходимого для создания высококачественного оружия, которое было одним из источников их побед.

Горнорудное производство, тем не менее, оказало мощное негативное воздействие на окружающую среду. Первоначальные находки руд повлекли за собой выжигание участков леса, необходимых как для добычи руды, так и для поиска новых рудных объектов. Ландшафтные наблюдения в долине р. Он-Кажаа (Хову-Аксынское рудное поле) показывают, что такое выжигание имело площадное распространение, под современным почвенно-растительным покровом на больших пространствах присутствует обуглённый горизонт. Лесная растительность на таких поверхностях не восстановлена.

Большое количество леса было сведено для переработки его в древесный уголь, необходимый для плавки металла. Находки древних шлаков с древесным углём среди развееванных песков Улуг-Хемской впадины (массив Шолу, палеостоянка Онгачи) предполагают присутствие здесь лесных массивов в прошлом. Сведение леса повлекло изменение гидрологического режима, понижение уровня грунтовых вод, формирование пустынных ландшафтов.



Фото 10. Сухостепные ландшафты долины р. Ондум (фото Т.Н. Прудниковой, 2010)

медных и железных руд на хребте Танну-Ола, очень важного орографического элемента, отделяющего центральную Туву от пустынных территорий Центральной Азии, также явилась причиной массового сведения леса, последующим понижением уровня грунтовых вод. Изменение гидрологического режима привело к иссушению прилегающей к хребту территории, высыханию источника магистрального оросительного канала долины р. Дурген, (фото 11). Уменьшился сток и других рек, стекающих с хребта.



Фото 11. Сухое русло канала, протягивающегося от р. Дурген до истоков р. Хадын (фото Т.Н. Прудниковой, 2016)

Сформированный литейным производством безлесный микро рельеф с высоким содержанием $C_{орг}$ в долинах Восточно-Тувинского нагорья (техногенные ландшафты), тем не менее, оказался благоприятным для закрепления богатой степной растительности. Присутствие более развитого лесного покрова в прошлом подтверждается результатами карпологических анализов погребённых почв в долине р. Ондум (фото 10) (Прудникова, Кошкарова, 2019).

Разработка в древности многочисленных проявлений золотых,

Комплексное исследование древнего горнорудного дела Тувы требует своего продолжения. Отдельные объекты древней металлургии и сопутствующего ему земледелия, такие, как долина р. Ондум, можно рассматривать, как территорию, нуждающуюся в ведении заповедного режима, с целью сохранения и изучения, как археологических памятников, так и геосистем.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ: Грант № 20-05-00605 А и в рамках базового проекта Ту-ВИКОПР СО РАН № АААА-А17-117072710021-1

ЛИТЕРАТУРА

Водясов Е.В., Зайцева О.В. Древнейшие памятники чёрной металлургии в горном Алтае: новые данные из долины Юстыд // Сибирские исторические исследования. – 2020. – № 2. – С. 126–147.

Геологическая карта СССР м-ба 1 : 200 000. Серия Западно-Саянская. Лист М–46–V: Объяснительная записка. – М.: Недра, 1966. – 84 с.

- Зайков В.В., Чугунов К.В., Юминов А.М., Зайкова Е.В., Котляров В.А.* Состав золотых изделий из погребально-поминального комплекса Аржан-2 (Тува) и вероятные источники металла // *Геоархеология и археологическая минералогия.* – Миасс: ИМин УрО РАН, 2015. – С. 142–149.
- Кызласов Л.Р.* История Тувы в средние века. – М.: МГУ, 1969. – 212 с.
- Кызласов Л.Р.* Древняя Тува / Рец.: В.Л. Янин, Г.А. Федоров-Давыдов. – М.: МГУ, 1979. – 208 с.
- Кызласов Л.Р.* К истории карасукской металлургии // *Российская археология.* – 1993. – № 3. – С. 43–49.
- Кызласов Л.Р.* Клад земледельческих орудий с надписями XIII века на верхнем Енисее // *Древности Алтая. Известия лаборатории археологии: Межвузовский сб. науч. тр., посвящ. памяти А.В. Исова. Вып. 8 / Отв. ред. В.И. Соёнов.* – Горно-Алтайск: ГАГУ, 2002. – С. 73–88.
- Металлургия древней Руси* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://voprosik.net/metallurgiya-drevnej-rusi>, свободный.
- Пешкин И.С.* Как рождается сталь. – М.: Детиздат, 1955. – 168 с.
- Попов В.А.* О древнем горнорудном промысле в Туве // *Металлогения древних и современных океанов.* – Миасс, ИМин УрО РАН, 2000. – С. 24–28.
- Попов В.А., Монгуш А.А., Аюнова О.Д.* Горно-металлургическое производство в древней Туве (предварительные итоги работ 2004 г.) // *Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества: Науч. тр. ТувИКОПР СО РАН / Отв. ред. В.И. Лебедев.* – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2007. – С. 208–227.
- Прудникова Т.Н.* Ландшафты Чаа-Хольской котловины как пример антропогенных катастроф // *Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества: Науч. тр. ТувИКОПР СО РАН / Отв. ред. докт. геол. мин. наук В.И. Лебедев.* – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2004. – С. 176–178.
- Прудникова Т.Н., Прудникова А.С.* Палеогеографические загадки Центрально-Тувинской котловины — углекопы эпохи бронзы в Туве? // *Номо Eurasicus в глубинах и пространствах истории: Материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 100-летию академика А.П. Окладникова (03–06.10.2008, Санкт-Петербург) / Отв. ред. Е.А. Окладникова.* – СПб.: Астерион, 2008. – С. 142–145.
- Прудников С.Г., Прудникова Т.Н.* Копто-Байсютский горно-металлургический район древней Тувы // *Успехи современного естествознания.* – 2015. – № 12. – С. 164–168.
- Прудникова Т.Н., Прудников С.Г.* Долина р. Ондум — территория древних мастеров и земледельцев // *Успехи современной науки и образования.* – 2016 а. – Т. 8. – № 11. – С. 72–75.
- Прудникова Т.Н., Прудников С.Г.* Находки древней латуни в Убсунурской котловине // *Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Эколого-экономические проблемы природопользования: Науч. тр. ТувИКОПР СО РАН: Вып. 14 / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук В.И. Лебедев.* – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2016 б. – С. 145–150.
- Прудникова Т.Н., Кошкарлова В.Л.* Результаты палеокарпологических исследований в верховьях Енисея (на примере древних агроландшафтов долин рек Ондум и Бай-Сют) // *Российский палеоботанический журн.* – 2019. – Т. 19. – С. 9–16.
- Прудникова Т.Н., Сам С.В.* Особенности химического состава железных предметов из фондов Национального музея им. Алдан Маадыр Республики Тыва // *Природные ресурсы, среда и общество: Электрон. науч. журн. [Электрон. ресурс].* – 2020. – Вып. 4 (8). – С. 67–72. – Режим доступа: <http://tikopr-journal.ru/images/2020/04/ART/10.pdf>, свободный. – DOI: 10.24411/2658-4441-2020-10039.
- Садыхов Т.Р.* Катлыгы 5 — городище кокзельской культуры // *Актуальные вопросы археологии и этнологии Центральной Азии: Материалы Междунар. науч. конф. (07–08.04.2015, Улан-Удэ) / Отв. ред. Б.В. Базаров.* – Иркутск: Отгиск, 2015. – С. 286–295.
- Садыхов Т.Р.* Следы бытовых и хозяйственных практик на городище Катлыгы 5 в Центральной Туве // *Известия лаборатории древних технологий.* – 2017. – Т. 13. – № 3. – С. 19–29.
- Семенов В.А.* Археологические памятники правобережья Тувы // *Новые исследования Тувы [Электрон. ресурс].* – 2012. – № 4. – С. 119–124. – Режим доступа: <https://nit.tuva.asia/nit/article/view/290/571>, свободный.

- Синяков В.И., Чичкова Т.А. Крупная плита самородной меди из Горной Шории // ЗВМО. – 1961. – Т. 90. – № 3. – С. 282.
- Сунчугашев Я.И. Горное дело и выплавка металлов в древней Туве / Отв. ред. Л.Р. Кызласов. – М.: Наука, 1969. – 140 с.
- Сунчугашев Я.И. Древняя металлургия Хакасии: Эпоха железа / Отв. ред. Л.Р. Кызласов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 192 с.
- Теплоухов С.А. Опыт классификации древних металлических культур Минусинского края // Материалы по этнографии. – 1929. – Т. 4, вып. 2. – С. 41–62.
- Хаврин С.В. Окуневские бронзы // Проблемы изучения окуневской культуры: Тез. докл. конф. (04–05.05.1995, Санкт-Петербург) / Отв. ред. Д.Г. Савинов. – СПб., 1995. – С. 67–70.
- Хаврин С.В. Металлургия Саяно-Алтая скифского времени // Ладога и Северная Евразия от Байкала до Ла-Манша. Организующие пути и связывающие центры: Сб. ст. VI чт. памяти А.Д. Мачинской (21–23.12.2001, Старая Ладога) / Науч. ред. Д.А. Мачинский. – СПб.: Староладожский историко-архитектурный и археологический музей-заповедник, 2002. – С. 70–71.
- Хаврин С.В. Древнейший металл Саяно-Алтая (энеолит–ранняя бронза) // Изв. АлтГУ. – 2008. – № 4–2 (60). – С. 210–216.
- Хаврин С.В. Металл эпохи хунну могильника Терезин (Тува) // Археологические вести. – 2016. – Вып. 22. – С. 105–107.
- Prudnikova T.N. Polygenetic Deposits on the Sites of Ancient Metallurgy in Central Tuva // Geography and Natural Resources. – 2012. – Vol. 33. – № 1. – P. 58–61.

REFERENCES

- Geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1 : 200 000. Seriya Zapadno-Sayanskaya. List M–46–V: Ob'yasnitel'naya zapiska* [Geological map of the USSR on a scale of 1 : 200 000. West Sayan series. Sheet M–46–V: Explanatory note]. Moscow, Nedra Publ., 1966, 84 p. (In Russ.)
- Khavrin S.V. Drevneyshiy metall Sayano-Altaya (eneolit – rannyya bronza) [The most ancient metal of the Sayan–Altai (Eneolithic – Early Bronze)]. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Altai State University*, 2008, no. 4–2 (60), pp. 210–216. (In Russ.)
- Khavrin S.V. Metall epokhi khunnu mogil'nika Terezin (Tuva) [Metal of the Xiongnu era from the Terezin burial ground (Tuva)]. *Arkheologicheskiye vesti = Archaeological news*, 2016, is. 22, pp. 105–107. (In Russ.)
- Khavrin S.V. Metallurgiya Sayano-Altaya skifskogo vremeni [Metallurgy of the Sayan–Altai of the Scythian time]. *Ladoga i Severnaya Yevraziya ot Baykala do La-Mansha. Organizuyushchiye puti i svyazyvayushchiye tsenry* [Ladoga and Northern Eurasia from Baikal to the English Channel. Organizing paths and connecting centers]: Collection of articles of VI readings in memory of A.D. Machinskaya (21–23.12.2001, Staraya Ladoga) / ed. by D.A. Machinsky. St. Petersburg: Staroladozhsky Historical, Architectural and Archaeological Museum-Reserve, 2002, pp. 70–71. (In Russ.)
- Khavrin S.V. Okunevskiy bronzy [Okunev bronzes]. *Problemy izucheniya okunevskoy kul'tury* [Problems of studying the Okunev culture]: Abstracts of the conference (04–05.05.1995, St. Petersburg) / ed. by D.G. Savinov. St. Petersburg, 1995, pp. 67–70. (In Russ.)
- Kyzlasov L.R. Klad zemledelel'cheskikh orudiy s nadpisyami XIII veka na verkhnem Yeniseye [A treasure of agricultural tools with inscriptions of the 13th century on the upper Yenisei]. *Drevnosti Altaya. Izvestiya laboratorii arkheologii: Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov, posvyashchonnuyu pamyati A.V. Isova* [Antiquities of Altai. Bulletin of the laboratory of archeology: Interuniversity collection of scientific papers dedicated to the memory of A.V. Isova]: Is. 8 / ed. by V.I. Soyonov. Gorno-Altaysk, GAGU Publ., 2002, pp. 73–88. (In Russ.)
- Kyzlasov L.R. *Drevnyaya Tuva* [Ancient Tuva] / reviewers: V.L. Yanin, G.A. Fedorov-Davydov. Moscow State University Publ., 1979, 208 p. (In Russ.)
- Kyzlasov L.R. *Istoriya Tuvy v sredniye veka* [History of Tuva in the Middle Ages]. Moscow State University Publ., 1969, 212 p. (In Russ.).
- Kyzlasov L.R. K istorii karasukoy metallurgii [On the history of Karasuk metallurgy]. *Rossiyskaya arkheologiya = Russian archeology*, 1993, no. 3, pp. 43–49. (In Russ.)
- Metallurgiya drevney Rusi* [Metallurgy of ancient Russia]. Available at: <http://voprosik.net/metallurgiya-drevnej-rusi>. (In Russ.)

- Peshkin I.S. *Kak rozhdayetsya stal'* [How steel is born]. Moscow: Children's publishing house, 1955, 168 p. (In Russ.)
- Popov V.A. O drevnem gornorudnom promysle v Tuve [About ancient mining in Tuva] *Metallogeniya drevnykh i sovremennykh okeanov* [Metallogeny of ancient and modern oceans]. Miass, Institute of Mineralogy UB RAS Publ., 2000, pp. 24–28. (In Russ.)
- Popov V.A., Mongush A.A., Ayunova O.D. Gorno-metallurgicheskoye proizvodstvo v drevney Tuve (predvaritel'nyye itogi rabot 2004 g.) [Mining and metallurgical production in ancient Tuva (preliminary results of work in 2004)] *Sostoyaniye i osvoyeniye prirodnykh resursov Tuvy i sopredel'nykh regionov Tsentral'noy Azii. Geoekologiya prirodnoy sredy i obshchestva* [State and development of natural resources of Tuva and adjacent regions of Central Asia. Geoecology of the natural environment and society]: Scientific works TuvIENR SB RAS / ed. by V.I. Lebedev. Kyzyl, TuvIENR SB RAS Publ., 2007, pp. 208–227. (In Russ.)
- Prudnikov S.G., Prudnikova T.N. Kopto-Baysyutskiy gorno-metallurgicheskoye rayon drevney Tuvy [Kopto-Baysyutsky mining and metallurgical region of ancient Tuva]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya = Successes of modern natural science*, 2015, no. 12, pp. 164–168. (In Russ.)
- Prudnikova T.N. Landshafty Chaa-Khol'skoy kotloviny kak primer antropogennykh katastrof [Landscapes of the Chaa-Khol basin as an example of anthropogenic catastrophes]. *Sostoyaniye i osvoyeniye prirodnykh resursov Tuvy i sopredel'nykh regionov Tsentral'noy Azii. Geoekologiya prirodnoy sredy i obshchestva* [State and development of natural resources of Tuva and adjacent regions of Central Asia. Geoecology of the natural environment and society]: Scientific works TuvIENR SB RAS / ed. by V.I. Lebedev. Kyzyl, TuvIENR SB RAS Publ., 2004, pp. 176–178. (In Russ.)
- Prudnikova T.N. Polygenetic Deposits on the Sites of Ancient Metallurgy in Central Tyva. *Geography and Natural Resources*, 2012, vol. 33, no. 1, pp. 58–61. (In Russ.)
- Prudnikova T.N., Koshkarova V.L. Rezul'taty paleokarpologicheskikh issledovaniy v verkhov'-yakh Yeniseya (na primere drevnykh agrolandshaftov dolin rek Ondum i Bay-Syut) [Results of paleocarpological studies in the upper reaches of the Yenisei (on the example of ancient agrolandscapes of the valleys of the Ondum and Bai-Syut rivers)]. *Rossiyskiy paleobotanicheskiy zhurnal = Russian paleobotanical journal*, 2019, vol. 19, pp. 9–16. (In Russ.)
- Prudnikova T.N., Prudnikov S.G. Dolina r. Ondum — territoriya drevnykh masterov i zemledel'tsev [Ondum River Valley — the territory of ancient masters and farmers]. *Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya = Successes of modern science and education*, 2016 b, vol. 8, no. 11, pp. 72–75. (In Russ.)
- Prudnikova T.N., Prudnikov S.G. Nakhodki drevney latuni v Ubsunurskoy kotlovine [Finds of ancient brass in the Ubsunur depression] *Sostoyaniye i osvoyeniye prirodnykh resursov Tuvy i sopredel'nykh regionov Tsentral'noy Azii. Ekologo-ekonomicheskiye problemy prirodopol'zovaniya* [State and exploration of natural resources of Tuva and Adjacent regions of Central Asia. Ecological-economic problems of natural resources use]: is. 14 / ed.by V.I. Lebedev. Kyzyl, TuvIENR SB RAS Publ., 2016 a, pp. 145–150. (In Russ.)
- Prudnikova T.N., Prudnikova A.S. Paleogeograficheskiye zagadki Tsentral'no-Tuvinskoy kotloviny — uglekopy epokhi bronzy v Tuve? [Paleogeographic mysteries of the Central Tuva basin — coal miners of the Bronze Age in Tuva?] *Homo Eurasicus v glubinakh i prostranstvakh istorii: Materialy Vseros* [Homo Eurasicus in the depths and spaces of history]: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference dedicated to the 100th anniversary of Academician A.P. Okladnikov (03-06.10.2008, St. Petersburg) / Resp. ed. E.A. Okladnikova. St. Petersburg, Asterion Publ., 2008, pp. 142–145. (In Russ.)
- Prudnikova T.N., Sat S.V. Osobennosti khimicheskogo sostava zheleznykh predmetov iz fondov Natsional'nogo muzeya im. Aldan Maadyr Respubliki Tyva [Features of the chemical composition of iron objects from the funds of the National museum named after Aldan Maadyr of the Republic of Tyva] *Prirodnyye resursy, sreda i obshchestvo = Natural resources, environment and society*: Electronic scientific journal, 2020, vol. 4 (8), pp. 67–72. Available at: <http://tikopr-journal.ru/images/2020/04/ART/10.pdf>, doi: 10.24411/2658-4441-2020-10039. (In Russ.)
- Sadykov T.R. Katylyg 5 — gorodishche kokel'skoy kul'tury [Katylyg 5 — a settlement of the Kokel culture] *Aktual'nyye voprosy arkheologii i etnologii Tsentral'noy Azii* [Actual problems of archeology and ethnology of Central Asia]: Proceedings of the International Scientific Conference (07–08.04.2015, Ulan-Ude) / ed. by B.V. Bazarov. Irkutsk, Ottisk Publ., 2015, pp. 286–295. (In Russ.)

- Sadykov T.R. Sledy bytovykh i khozyaystvennykh praktik na gorodishche Katalyg 5 v Tsentral'noy Tuve [Traces of household and economic practices at the Katalyg 5 settlement in Central Tuva] *Izvestiya laboratorii drevnikh tekhnologiy = News of the laboratory of ancient technologies*, 2017, vol. 13, no. 3, pp. 19–29. (In Russ.)
- Semenov V.A. Arkheologicheskiye pamyatniki pravoberezh'ya Tuvy [Archaeological monuments of the right bank of Tuva]. *Novyye issledovaniya Tuvy = The New Research of Tuva*, 2012, no. 4, pp. 119–124. Available at: <https://nit.tuva.asia/nit/article/view/290/571>. (In Russ.)
- Sinyakov V.I., Chichkova T.A. Krupnaya plita samorodnoy medi iz Gornoy Shorii [A large plate of native copper from Gornaya Shoria]. *Zapiski vsesoyuznogo mineralogicheskogo obshchestva = Notes of the All-Union Mineralogical Society*, 1961, vol. 90, no. 3, pp. 282. (In Russ.)
- Sunchugashev Ya.I. Drevnyaya metallurgiya Khakasii: Epokha zheleza [Ancient metallurgy of Khakassia: The Iron Age] / ed. by L.R. Kyzlasov. Novosibirsk, Nauka Publ., 1979, 192 p. (In Russ.)
- Sunchugashev Ya.I. Gornoye delo i vyplavka metallov v drevney Tuve [Mining works and metal melting in ancient Tuva] / ed. by L.R. Kyzlasov. Moscow, Nauka Publ., 1969, 140 p. (In Russ.)
- Teploukhov S.A. Opyt klassifikatsii drevnikh metallicheskikh kul'tur Minusinskogo kraya [Experience in the classification of ancient metal cultures of the Minusinsk region]. *Materialy po etnografii = Materials on ethnography*, 1929, vol. 4, is. 2, pp. 41–62. (In Russ.)
- Vodyasov Ye.V., Zaytseva O.V. Drevneyshiye pamyatniki chornoy metallurgii v gornom Altaye: novyye dannyye iz doliny Yustyd [The earliest iron melting monuments in the Altai republic: new data from the Yustyd river valley]. *Sibirskiy istoricheskiy issledovaniya = Siberian historical research*, 2020, no. 2, pp. 126–147. (In Russ.)
- Zaykov V.V., Chugunov K.V., Yuminov A.M., Zaykova Ye.V., Kotlyarov V.A. Sostav zolotykh izdeliy iz pogrebal'no-pominal'nogo kompleksa Arzhan–2 (Tuva) i veroyatnyye istochniki metalla [Composition of gold items from the burial and memorial complex Arzhan–2 (Tuva) and probable sources of metal]. *Geoarkheologiya i arkheologicheskaya mineralogiya = Geoarchaeology and archaeological mineralogy*, Miass, Institute of Mineralogy UB RAS Publ., 2015, pp. 142–149. (In Russ.)

РАЗДЕЛ II

ЭКОЛОГИЯ. БИОРАЗНООБРАЗИЕ

[ECOLOGY. BIODIVERSITY]

УДК: 595.70

DOI: 10.24412/2658-4441-2021-4-27-37

В.В. ЗАЙКА

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

ОСНОВОПОЛОЖНИКИ НАУЧНОГО ЭНТОМОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ В ТУВЕ

В год 100-летия со дня образования ТНР представляет интерес становление и развитие науки в Туве. На примере одного из научных направлений, объектом которого являются насекомые (энтомос с латыни — насекомое), проанализировано, благодаря кому в XX веке в Туве сформировался собственный научный потенциал исследователей. Продемонстрировано, что во многом это было связано с организацией в Сибири отделения Академии наук, а затем с деятельностью сибирских учёных, активно участвовавших в подготовке научных кадров для Тувы. Отмечено, что с 1955 г. интенсифицировались собственно энтомологические исследования Сибири, в том числе и Тувы, когда директором Медико-биологического института (позже Биологического института) стал А.И. Черепанов. Именно его можно считать основоположником энтомологической науки в Туве. Под его руководством была организована первая научная комплексная энтомологическая экспедиция в Туву, результаты которой были опубликованы в 1956 г. Энтомологи этого института (ныне Институт систематики и экологии животных (ИСиЭЖ) Сибирского отделения Российской Академии наук) до сих пор участвуют в изучении наземных насекомых Тувы. Второй составляющей становления энтомологической науки в Туве оказался Новосибирский государственный университет в лице профессора И.В. Стебаева. Под его руководством в 1996 г. была защищена первая в Туве докторская диссертация Ч.Т. Сагды. По его же рекомендации автор этой статьи с 1988 г. стал участником Советско-Монгольской программы «Эксперимент Убсу-Нур» Академии наук СССР, а с 1993 г. возглавил лабораторию природопользования (ныне лаборатория биоразнообразия и геоэкологии) Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской Академии наук, в которой в настоящее время сформирован работоспособный коллектив энтомологов.

Ключевые слова: Тува, развитие энтомологических исследований, Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирский государственный университет, А.И. Черепанов, И.В. Стебаев.

Фото 8. Библ. 29 назв. С. 27–37.

V.V. ZAIKA

Tuvian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

FOUNDERS OF THE SCIENTIFIC ENTOMOLOGICAL DIRECTION IN TUVA

The formation and development of science in Tuva is of interest in the year of the 100th anniversary of the formation of the Tuvan National Republic (TNR). One of the

scientific directions the object of which is insects (entomos means an insect in Latin) are analyzed thanks to whom in the XX century in Tuva formed its own scientific potential of researchers. It is demonstrated that in many respects this was due to the organization of the branch of the Academy of Sciences in Siberia, and further with the activities of Siberian scientists who actively participated in the training of scientific personnel for Tuva. It is noted that since 1955 the entomological studies of Siberia including Tuva have intensified when the director of the Medical and Biological Institute (later Biological Institute) became A.I. Cherepanov. A.I. Cherepanov can be considered as the founder of entomological science in Tuva. The first scientific complex entomological expedition to Tuva was organized under his direction, the results of which were published in 1956. Entomologists of the mentioned institute (now the Institute of Systematics and Ecology of Animals of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences) are still involved in the study of terrestrial insects of Tuva. The second component of the formation of entomological science in Tuva was the Novosibirsk State University in the person of Professor I.V. Stebayev. The first in Tuva doctoral dissertation of Ch.T. Sagdy was defended in 1996 under the direction of I.V. Stebayev. Since 1988 the author of this article became a participant in the USSR-Mongolia program «Experiment Ubsu-Nur» of the USSR Academy of Sciences due to I.V. Stebaev's own recommendation, further, since 1993 the author of this article headed the laboratory of Nature management (now the laboratory of Biodiversity and Geocology) of Tuvian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences where the team of entomologists is currently formed.

Keywords: Tuva, development of entomological research, Institute of Systematics and Ecology of Animals of SB RAS, Novosibirsk State University, A.I. Cherepanov, I.V. Stebaev.

Photos 8. References 29. P. 27–37.

Введение. В год 100-летия со дня образования ТНР интересно знать с чего началось и как происходило становление и развитие уникального этноса. Неотъемлемой частью этих процессов на современном уровне является показатель охвата научными исследованиями основных сфер деятельности человека. На примере одного из научных направлений, объектом которого являются насекомые (энтomos в переводе с латыни — насекомое), мы попытались продемонстрировать, как происходило становление научной составляющей тувинского общества. Это направление выбрано, поскольку из всего животного мира именно насекомые считаются основными конкурентами человека на нашей планете и окружают нас во всех проявлениях нашей жизни. Именно они являются переносчиками возбудителей различных заболеваний, среди них много вредителей сельскохозяйственных культур. И, наконец, всем известные производители мёда пчёлы тоже являются насекомыми. Именно всё выше перечисленное объясняет развитие этого научного направления в Туве.

Начало академической науки в Сибири. Тува сравнительно длительное время была самодостаточным государством и к настоящему времени сохранила уникальность не только в своеобразном этносе, но и в первозданной природе. На её территории представлены практически все внетропические природные зоны. Это предопределило высокое биоразнообразие растений и животных, что, по мнению Вячеслава Генриховича Мордковича (докт. биол. наук, ведущего научного сотрудника ИСиЭЖ СО РАН), выводит её на первое место в Сибири по данному параметру (Мордкович, 2004). Не случайно в Туву уже с конца XIX в. стремились учёные за новыми открытиями не только «из-за Саяна», но и из других, часто далёких стран (Заика, 2021). Уже в XX в. в Туве сформировался собственный научный потенциал исследователей, появление которого во многом было связано с организацией в Сибири отделения Академии наук и, благодаря сибирским учёным, активно участвовавшим в подготовке научных кадров для Тувы. Об этом и хочется рассказать в этой статье.

Начать следует с Постановления СНК СССР от 21 октября 1943 г. об организации в Новосибирске Западно-Сибирского филиала АН СССР в составе четырёх институтов: Горно-геологического, Химико-металлургического, Транспортно-энергетического, Медико-биологического (*фото 1*). Затем появилось Постановление Президиума АН СССР «Об организации Западно-Сибирского филиала АН СССР» 8 февраля 1944 г. (*фото 2*). В нём были назначены директора институтов. А уже в апреле 1944 г. начал функционировать Медико-биологический институт.

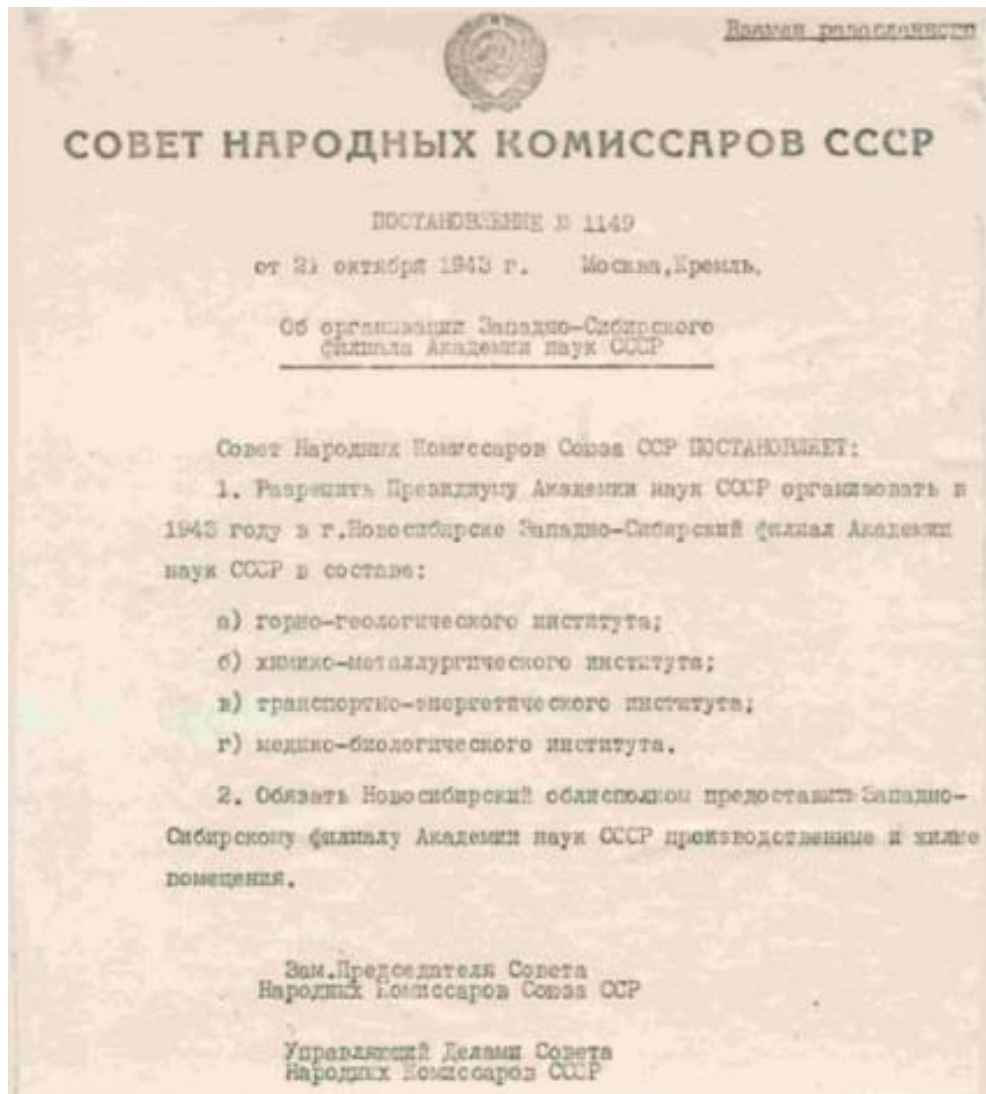


Фото 1. Постановление № 1149 Совнаркома СССР от 21 октября 1943 г. «Об организации Западно-Сибирского филиала Академии наук СССР»¹

¹ Музей СО РАН: ф. 4, оп. 150, д. 230, л. 19. Копия.

работу, возглавляя кафедры в ряде строительных институтов, являясь руководителем строительных отделов ряда крупных строителей, как-то: Кузнецкого металлургического комбината, угольных копей Кузбасса; кроме того, он принимал участие в качестве эксперта консультанта, члена Правительственных комиссий в разрешении многочисленных вопросов, связанных со строительством в Западной Сибири. Им написано ряд научных работ по вопросам строительства и архитектуры и подготовлены сотни квалифицированных строителей и архитекторов, ведущих огромную работу по возведению сибирских городов и промышленных предприятий.

В 1937 году на Международной выставке техники и искусства в Париже за представленные работы профессору КРЯЧКОВУ присужден диплом «Высшая награда».

Отмечая большие заслуги профессора КРЯЧКОВА А.Д. перед Западной Сибирью в области строительства, архитектуры и подготовки архитектурных кадров, Новосибирский обком ВКП(б) просит Вас поставить вопрос перед правительством о награждении его высоким званием заслуженного деятеля науки и техники¹.

СЕКРЕТАРЬ НОВОСИБИРСКОГО
ОБКОМА ВКП(б) (СЕМИН)

– ГАНУ, ф. П-4, Оп. 8, Д. 4, Л. 31. Машинописный оттиск, на л. 31 об. – штамп секретной части Новосибирского обкома ВКП(б) с датой «31/1-1944 г.» и номером «№ 235/с». На л. 31 сверху слева – рукописная пометка с теми же номером и датой.

**№ 94
Постановление Президиума АН СССР
«Об организации Западно-Сибирского филиала АН СССР»²**

8 февраля 1944 г.

[Слушали:] 3. Об организации Западно-Сибирского филиала АН СССР.
Докладчик – академик А.А. Скочинский.

1. Сообщить председателю комиссии Президиума Академии Наук СССР академику А.А. Скочинскому о работе, проведенной комиссией по организации Западно-Сибирского филиала АН СССР, – принять к сведению.

2. Мероприятия комиссии Президиума Академии Наук СССР по организации Западно-Сибирского филиала АН СССР, проведенные совместно с областными организациями Западной Сибири, – одобрить.

3. Назначить председателем Президиума Западно-Сибирского филиала АН СССР академика А.А. Скочинского с последующим представлением его кандидатуры на утверждение Общего Собрания АН СССР.

4. Представленные комиссией Президиума Академии Наук СССР и Новосибирскими областными органами кандидатуры на должности 1-го зам. председателя Президиума Западно-Сибирского филиала АН СССР – проф. К.Н. Шмаргунова, 2-го зам. председателя Президиума филиала кандидата химических наук А.Т. Логвиненко³ и ученого секретаря Г.В. Маликина – одобрить.

5. Утвердить профессора, доктора технических наук Чинакала Н.А. директором Горно-геологического института Западно-Сибирского филиала АН СССР.

6. Утвердить профессора, доктора технических наук И.Н. Бугакова директором Транспортно-Энергетического Института Западно-Сибирского филиала АН СССР.

7. Утвердить профессора, доктора технических наук Ю.В. Грдина⁴ – директором Химико-металлургического института Западно-Сибирского филиала АН СССР.

8. Утвердить профессора, доктора биологических наук В.В. Ревердатто – зам. директора Медико-биологического института Западно-Сибирского филиала АН СССР.

9. Поручить Бюджетно-штатной комиссии АН СССР рассмотреть материалы комиссии Президиума Академии Наук СССР по организации Западно-Сибирского филиала АН СССР на 1944 г. с последующим оформлением их в соответствующих организациях.

| | |
|---|--------------|
| П.п. Вице-Президент Академии Наук СССР, академик | А.А. Байков |
| Вице-Президент Академии Наук СССР, академик | В.П. Волгин |
| Академик-Секретарь Академии Наук СССР, академик | Н.Г. Бруевич |

³ Исправлено, в документе ошибочно А.Т. Логвиненко;

⁴ Исправлено в документе из первоначально назначенного Ю.В. Грдина.

**Фото 2. Постановление Президиума АН СССР
«Об организации Западно-Сибирского филиала АН СССР»¹**

Почему же в тяжёлые годы Великой Отечественной войны Правительство озабочилось организацией научного Центра в Сибири? Не случайно — ведь страна в этот период остро нуждалась в древесине, лекарственных растениях, в пушнине, дичи и других природных ресурсах, которыми была богата именно Сибирь, и которые всё ещё оставались мало исследованными и не оценёнными. Поэтому основными направлениями научных исследований данного института было изучение животного и растительного мира Сибири, разработка методов борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства, с переносчиками инфекционных заболеваний.



**Фото 3. Доктор биологических наук
В.В. Ревердатто (museum.sbras.ru)**

Первый директор, докт. биол. наук Виктор Владимирович Ревердатто (фото 3), будучи геоботаником, больше всего уделял внимание изучению лекарственных растений. Зоологические же исследования, в частности, в области таксономии и систематики, териологии, энтомологии, были начаты под руководством Сергея Ульяновича Строганова (директор с 1951 по 1953 гг.), а с 1955 г. уже под руководством Алексея Игнатьевича Черепанова интенсифицировались собственно энтомологические исследования Сибири, в т. ч. и Тувы.

¹ Научный архив СО РАН: ф. 1, оп. 1, д. 2, л. 5–5 об. Машинописная заверенная копия на бланке постановления Президиума АН СССР.

А.И. ЧЕРЕПАНОВ И ЕГО УЧЕНИКИ (фото 4).

Именно Алексея Игнатьевича можно считать основоположником энтомологической науки в Туве. Под его руководством была организована первая научная комплексная энтомологическая экспедиция в Туву, результаты которой были опубликованы в 1956 г. в виде статьи «Насекомые Тувинской автономной области» (Черепанов, 1956). На *фото 5* Алексей Игнатьевич запечатлён во время экспедиции на Алтае вместе со своей женой, которая была ему верной помощницей как в науке, так и в жизни (к сожалению, фото в период работы в Туве не сохранились). Именно она ухаживала за огромной коллекцией образцов древесины из разных уголков Сибири, содержащих в себе развивающихся личинок жуков-усачей, поддерживая необходимый влажностно-температурный режим. Благодаря этому осуществился длительный эксперимент по выведению взрослых жуков.

В дальнейшем Алексей Игнатьевич описал много новых для науки видов, в т. ч. и для Тувы, что было отражено в шеститомной монографии (Черепанов, 1979, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985). Эти жуки, личинки которых питаются древесиной, являются вредителями наших лесов, приводя материал в непригодность для использования в строительстве и мебельном производстве, что делает важным знание их биологии и экологии.

Жизнь Алексея Игнатьевича началась с его рождения 14 марта 1913 г. в деревне Картухай Качугского района Иркутской области. В 1939 г. он окончил Иркутский университет. Дальнейшая его судьба во многом схожа с судьбой большинства учёных этой эпохи. В начале Великой Отечественной войны он окончил курсы младших лейтенантов и с января 1942 г. служил в действующих войсках помощником командира пулемётной роты стрелковой дивизии. Воевал на Северо-Западном фронте, был тяжело ранен, награждён орденом Красной Звезды 04.03.1943. Вернувшись с фронта, он преподавал в Новосибирском пединституте. Затем в 1946 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 1958 г. ему была присвоена степень доктора биологических наук за монографию «Жуки-щелкуны Западной Сибири» (Черепанов, 1957). Более двадцати лет (с 1955 по 1978 гг.) занимал пост директора Биологического института СО АН СССР (ныне Институт систематики и экологии животных СО РАН). В 1981–1983 гг. был заведующим Сибирского зоологического музея при том же институте.

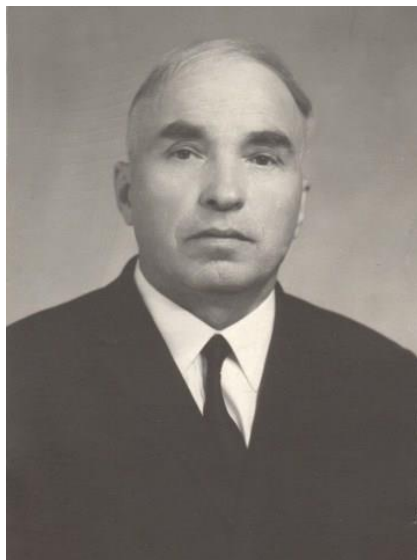


Фото 4. А.И. Черепанов (1913–1985)
(из: Глупов, 2014)



Фото 5. Комплексная зоологическая экспедиция на Алтай (1964 г.) во главе с директором института профессором А.И. Черепановым
(из: Добротворского, 2004)

В Туве работал в 1947–1949, 1970 и 1976 гг. Автор свыше 100 публикаций и 9 монографий (в т. ч. упомянутых выше). В его статьях также описаны вредители сельскохозяйственных растений и лесных насаждений Тувы.

Продолжая традиции, заложенные Алексеем Игнатьевичем Черепановым, практически все энтомологи ИСиЭЖ СО РАН по-прежнему остаются основными исследователями наземных насекомых Тувы. Почти 20 учёных непосредственно работали в Туве или использовали в своих монографиях материал из республики. Их усилиями постоянно пополняются данные о видовом разнообразии насекомых Тувы, что проливает свет на исторические процессы формирования фаун в целом. Некоторые из них являются авторами статей о насекомых во всех изданиях Красной книги животных Тувы (Красная книга..., 2002, 2020). Основные их публикации, посвящённые Туве, были включены в библиографию о насекомых Тувы, которая непрерывно пополняется (Заика, 2021). ИСиЭЖ выполняет ещё одну важную для тувинской науки функцию — способствует подготовке молодых научных кадров, участвуя в консультациях по защите диссертаций, выступая оппонентами и рецензентами статей, направляемых в «Евроазиатский энтомологический журнал», который выпускается при содействии этого института.



Фото 6. И.В. Стебаев (1925–2009)
(фото автора статьи)

И.В. СТЕБАЕВ И ТУВИНСКАЯ ЭНТОМОЛОГИЯ (фото 6). Если Биологический институт — Институт систематики и экологии животных — оказывал и оказывает внешнее участие в развитии энтомологии в Туве, то Новосибирский университет оказал существенное влияние на этот процесс. Это связано с именем Игоря Васильевича Стебаева, профессора этого университета. Именно он оставил заметный след в становлении энтомологических исследований в Туве и в подготовке энтомологических кадров для Тувы. Его научная биография в Сибири началась также как и А.И. Черепанова — с Биологического института. Далее приведено краткое описание жизненного пути Игоря Васильевича, факты для которого частично почерпнуты из статьи, посвящённой его 90-летию (Стриганова и др., 2015).

Родился Игорь Васильевич 26 декабря 1925 г. в Москве. Школу ему не довелось окончить, т. к. это совпало с предвоенным и военным временем. 8 класс он заканчивал в эвакуации в г. Казани. В конце 1942 г. его направили в Ленинградское училище связи, где он до 1946 г. находился на военной службе и тогда же окончил среднюю школу. В 1947 г., после окончания школы, он

поступил в МГУ. Во время учёбы в 1947–1952 гг. Игорь Васильевич специализировался на кафедре энтомологии. После окончания МГУ поступил в аспирантуру Зоологического института АН СССР, где под руководством Григория Яковлевича Бей-Биенко — известного советского учёного-энтомолога, автора монографий и учебников, по которым воспитано не одно поколение отечественных энтомологов, он завершил работу над кандидатской диссертацией «Фауна и экология прямокрылых насекомых Северо-Западного Прикаспия. К биогеографическому познанию ландшафтов Ергеней и Прикаспийской низменности», защищённой в Ленинграде в 1956 г. (Стебаев, 1956).

В этом же году Игорь Васильевич начал работать в только что сформированной лаборатории почвенной зоологии Института морфологии животных им. А.Н. Северцова АН СССР (ныне — Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН). Здесь под руководством другого своего учителя — будущего академика Меркурия Сергеевича Гилярова он одним из первых участвовал в становлении новой для того времени науки — почвенной зоологии, родиной которой до сих пор считается Россия. Одновременно Игорь Васильевич по-прежнему занимался энтомологией.

В 1960 г. он поступил на работу в Биологический институт, где возглавил небольшое подразделение — Зоологический музей.

После трёхлетнего периода работы в этом институте он перешёл в Новосибирский университет. Уже университетский период (с 1964 по 2009 гг.) был посвящён Игорем Васильевичем изучению насекомых Южной Сибири, в т. ч. и Тувы (фото 7).

Им опубликовано свыше 200 научных трудов, из которых 24 посвящены Туве. В докторской диссертации «Экологическое своеобразие и пространственная структура почвенно-зоологических комплексов каштановых и сопутствующих им почв гор юга Сибири», защищённой в 1971 г. (Стебаев, 1971), широко использован научный материал, полученный в экспедициях по Туве. Кроме того, в 1993 г. в соавторстве вышли 2 монографии: «Общая и биогеосистемная экология» и «Биогеосистемы лесов и вод России» (Стебаев и др., 1993 а, б). Эти работы до сих пор используются в качестве учебников при подготовке экологов в университете и как справочные монографии для специалистов широкого профиля.



Фото 7. И.В. Стебаев в экспедиции в Туве на берегу реки Шивилиг-Хем (фото автора статьи)

Наибольший вклад Игорь Васильевич внёс в развитие энтомологической науки в Туве, будучи руководителем нескольких проектов, в т. ч. соруководителем Советско-Монгольской программы «Эксперимент Убсу-Нур» (об этом подробно рассказано в статье (Заика, 2020), подготовив целую плеяду новосибирских и тувинских учёных. Удостоен звания «Заслуженный работник высшей школы».

Под руководством Игоря Васильевича была защищена первая в Туве докторская диссертация. Доктором биологических наук стала Чечекмаа Тулуш-ооловна Сагды (фото 8). Её диссертация была посвящена жукам чернотелкам, выполняющим большую роль в наших степных экосистемах, способствуя превращению опада растений в гумус, повышая тем самым плодородие почв (Сагды, 1996).



Фото 8. Ч.Т. Сагды
(из личного архива Ч.Т. Сагды)

При его участии был подготовлен ещё ряд кандидатских диссертаций, основанных на тувинском материале: З.А. Жигульская «Муравьи горно-степных ландшафтов Тувы и Южной Хакасии» (1969);-В.Г. Мордкович «Герпетобий котловинных степей юга Сибири» (1970), В.Э. Колпаков «Экоморфы почвообитающих беспозвоночных и их значение при сукцессиях в долинах горно-степных рек» (1997), Ж.И. Резникова «Межвидовые и внутривидовые отношения степных муравьёв в Западной Сибири и сопредельных районах» (1977), М.Г. Сергеев «Эколого-географическая специфика и районирование фауны прямокрылых насекомых Южной Сибири и сопредельных территорий» (1984).

Многие учёные энтомологи Тувы активно пользовались консультациями Игоря Васильевича при выполнении своих научных тем.

Существенную роль в судьбе автора этой статьи также сыграл Игорь Васильевич.

После защиты диссертации в 1982 г. (Заика, 1982), в 1988 г. получил от Игоря Васильевича приглашение, стать участником Советско-Монгольской программы «Эксперимент Убсу-Нур» АН СССР в Туве (подробно об эксперименте см. Заика, 2020). С этого началась моя научная деятельность в Туве. По мнению Игоря Васильевича, Тува всегда была и остаётся уникальной страной, в которой идут интенсивные процессы видообразования из-за сосредоточения в ней разнообразных природных зон от пустынь до тайги. Это представляло широкое поле для изучения особенностей существования насекомых в самом центре Азии с его резко континентальным климатом. Основные работы по изучению насекомых, в т. ч. связанных в своём развитии с водной средой, начались уже в Тувинском комплексном отделе (теперь это ТувИ-КОПР СО РАН) с 1993 г. Именно в этот год мне доверили возглавить лабораторию природопользования (ныне лаборатория биоразнообразия и геоэкологии), в которой удалось сформировать научный коллектив, в т. ч. энтомологов, из выпускников Тувинского государственного университета. К настоящему времени двое выпускников аспирантуры уже защитили кандидатские диссертации: А.Д. Саая (2010) и С.В. Кужугет (2017). Двое сотрудников готовят диссертации к защите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Хотя насекомые, по мнению многих не сведущих людей, столь малы, что их воздействие на окружающий мир незначительно и потому изучение их не стоит внимания, реальная их роль в экосистемах неопределима. Кроме упомянутого ранее во введении, насекомые являются пищей для рыб и птиц, участвуя в пищевых связях многих экосистем; прекрасными показателями загрязнения природных комплексов. Именно поэтому энтомологические исследования являются составляющей частью тематики работ лаборатории биоразнообразия и геоэкологии и соответствуют основному направлению работ ТувИКОПР СО РАН и Базовым проектам, цель которых — выявление изменений природных комплексов Тувы под воздействием антропогенных факторов и глобальных изменений климата.

Небольшой коллектив энтомологов ТувИКОПР СО РАН объединён в Тувинское отделение Российского энтомологического общества и является частью Российского сообщества энтомологов со всеми перспективами дальнейшего развития научных исследований на благо России, в т. ч. и Тувы.

ЛИТЕРАТУРА

- Глузов В.В. История, этапы становления, современное состояние научных исследований Института систематики и экологии животных СО РАН (12.12.2014) [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://eco.nsc.ru/docs/Gluzov_ISEA_70_anniversary.pdf, свободный.
- Добротворский А. Биологи: Первенцы Академии в Новосибирске // Наука в Сибири: Газета Сибирского отделения Российской академии наук. – 2004. – № 11. – С. 7.
- Жигульская З.А. Муравьи горнотепных ландшафтов Тувы и Южной Хакасии: (Экология, население и почвообразовательная деятельность). – Новосибирск, 1969. – 29 с.
- Заика В.В. Стрекозы Южной части Западно-Сибирской равнины: Дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1982. – 245 с.

- Заика В.В. История развития экологических исследований в Туве // Новые исследования Тувы. – 2020. – № 2. – С. 241–259.
- Заика В.В. История энтомологических исследований в Туве // Природные ресурсы, среда и общество: Электрон. науч. журн. Вып. 1 (9) / Отв. ред. выпуска канд. социол. наук Т.М. Ойдул [Электрон. ресурс: 2021]. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2021. – С. 29–62. – Режим доступа: <http://tikopr-journal.ru/images/2021/01/ART/04.pdf>, свободный.
- Колпаков В.Э. Экоморфы почвообитающих беспозвоночных и их значение при сукцессиях в долинах горно-степных рек: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1997. – 22 с.
- Красная книга Республики Тыва: Животные / Науч. ред. Н.И. Путинцев, Л.К. Аракчаа, В.И. Забелин, В.В. Заика. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. Фил. «Гео», 2002. – 168 с.
- Красная книга Республики Тыва (животные, растения и грибы) / Отв. ред. С.О. Ондар, Д.Н. Шауло. – Воронеж, 2019. – 560 с.
- Кужугет С.В. Фауна наземных полужесткокрылых (Heteroptera: Leptopodomorpha, Cimicomorpha, Pentatomomorpha) Тувы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2017. – 20 с.
- Мордкович В.Г. Герпетобий котловинных степей юга Сибири (Преимущественно на примере жуков жужелиц и чернотелок): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. (111.098). – М., 1970. – 26 с.
- Мордкович В.Г. Особенности тувинского очага биоразнообразия в Сибири // Убсу-Нурская котловина как индикатор биосферных процессов в Центральной Азии: Материалы VIII Междунар. симп. (26–30.07.2004, Кызыл). – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2004. – С. 91–92.
- Резникова Ж.И. Межвидовые и внутривидовые отношения степных муравьев в Западной Сибири и сопредельных районах. Автореф. дис. ... канд. биол. наук: (03.00.09). – М., 1977. – 25 с.
- Саая А.Д. Комары-долгоножки (Diptera, Tipulidae) Тувы: фауна, экология и распространение: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2010. – 17 с.
- Сагды Ч.Т. Жуки чернотелки (Coleoptera, Tenebrionidae) Убсунурской котловины: Дис. ... докт. биол. наук. – М., 1996. – 269 с.
- Сергеев М.Г. Эколого-географическая специфика и районирование фауны прямокрылых насекомых Южной Сибири и сопредельных территорий: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1984. – 38 с.
- Стебаев И.В. Фауна и экология прямокрылых насекомых Северо-Западного Прикаспия. К биогеографическому познанию ландшафтов Ергеней и Прикаспийской низменности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1956. – 16 с.
- Стебаев И.В. Экологическое своеобразие и пространственная структура почвенно-зоологических комплексов каштановых и сопутствующих им почв гор юга Сибири: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 1971. – 55 с.
- Стебаев И.В., Пивоварова Ж.Ф., Смоляков Б.С., Неделькина С.В. Биогеосистемы лесов и вод России: Монография. – Новосибирск: Наука, 1993 а. – 348 с.
- Стебаев И.В., Пивоварова Ж.Ф., Смоляков Б.С., Неделькина С.В.. Общая и биогеосистемная экология: Монография. – Новосибирск: Наука, 1993 б. – 288 с.
- Стриганова Б.Р., Стебаева С.К., Мордкович В.Г., Резникова Ж.И., Сергеев М.Г. Игорь Васильевич Стебаев (26.12.1925–08.04.2009) // Евразийский энтомологический журн. – 2010. – Т. 9. – № 2. – С. 105–108.
- Черепанов А.И. Насекомые Тувинской области // Труды Биологического ин-та СО АН АССР. Вып. 1: Серия зоологическая. – Новосибирск, 1956. – С. 35–77.
- Черепанов А.И. Жуки-щелкуны Западной Сибири. – Новосибирск: Новосибирское кн. изд-во, 1957. – 380 с.
- Черепанов А.И. Усачи Северной Азии (Prioninae, Disteniinae, Lepturinae, Asematinae). – Новосибирск: Наука, 1979. – 472 с.
- Черепанов А.И. Усачи Северной Азии (Cerambycinae). – Новосибирск: Наука, 1981. – 216 с.
- Черепанов А.И. Усачи Северной Азии (Cerambycinae: Clytini, Stenaspini). – Новосибирск: Наука, 1982. – 259 с.
- Черепанов А.И. Усачи Северной Азии (Lamiinae: Dorcadionini–Aromecynini). – Новосибирск: Наука, 1983. – 223 с.

Черепанов А.И. Усачи Северной Азии (Lamiinae: Pterycoptini–Agapanthiini). – Новосибирск: Наука, 1984. – 214 с.

Черепанов А.И. Усачи Северной Азии (Lamiinae: Saperdini–Tetraopini). – Новосибирск: Наука, 1985. – 256 с.

REFERENCES

- Cherepanov A.I. Nasekomye Tuvinskoj oblasti [Insects of Tuva region]. *Trudy Biologicheskogo instituta SO AN ASSR. Seriya zoologicheskaya* [Proceedings of the Biological Institute of Siberian branch of the Academy of Sciences of the ASSR. Zoological series]: is. 1. Novosibirsk, 1956, pp. 35–77.
- Cherepanov A.I. *Usachi Severnoy Azii* (Cerambicinae) [Longhorns of North Asia (Cerambicinae)]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1981, 216 p. (In Russ.)
- Cherepanov A.I. *Usachi Severnoy Azii* (Cerambicinae: Clytini, Stenaspini) [Longhorns of North Asia (Cerambicinae: Clytini, Stenaspini)]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1982, 258 p. (In Russ.)
- Cherepanov A.I. *Usachi Severnoy Azii* (Lamiinae: Dorcadionini — Apomecynini) [Longhorns of North Asia (Lamiinae: Dorcadionini — Apomecynini)]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1983, 223 p. (In Russ.)
- Cherepanov A.I. *Usachi Severnoy Azii* (Lamiinae: Pterycoptini — Agapanthiini) [Longhorns of North Asia (Lamiinae: Pterycoptini — Agapanthiini)]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1984, 214 p. (In Russ.)
- Cherepanov A.I. *Usachi Severnoy Azii* (Lamiinae: Saperdini — Tetraopini) [Longhorns of North Asia (Lamiinae: Saperdini — Tetraopini)]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1985, 256 p. (In Russ.)
- Cherepanov A.I. *Usachi Severnoy Azii* (Prioninae, Disteniinae, Lepturinae, Aseminae) [Longhorns of North Asia (Prioninae, Disteniinae, Lepturinae, Aseminae)]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1979, 700 p. (In Russ.)
- Cherepanov A.I. *Zhuki-shchelkuny Zapadnoy Sibiri* [Snapping beetles of Western Siberia]. Novosibirsk, Novosibirsk book publishing house, 1957, 380 p. (In Russ.)
- Dobrotvorskij A. Biologi: Perventsy Akademii v Novosibirske [Biologists: First researchers of the Academy in Novosibirsk]. *Nauka v Sibiri = Science in Siberia*. Newspaper of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2004, no. 11, p. 7. (In Russ.)
- Glupov V.V. Istoriya, etapy stanovleniya, sovremennoye sostoyaniye nauchnykh issledovaniy Instituta sistematiki i ekologii zhivotnykh SO RAN (12.12.2014) [History, stages of formation, current state of scientific research of the Institute of Systematics and Ecology of Animals of SB RAS(12.12.2014)]. Available at: http://eco.nsc.ru/docs/Glupov_ISEA_70_anniversary.pdf. (In Russ.)
- Kolpakov V.E. *Ekomorfy pochvoobitayushchikh bespozvonochnykh i ikh znacheniy pri suksessiyakh v dolinakh gorno-stepnykh rek* [Ecomorphs of soil-absorbing invertebrates and their importance in successions within the valleys of mountain-steppe rivers]: Abstract of Dis. ... Candidate of Biological Sciences. Novosibirsk, 1997, 22 p. (In Russ.)
- Krasnaya kniga Respubliki Tyva (zhivotnyye, rasteniya i griby)* [Red Book of the Republic of Tuva (animals, plants and mushrooms)] / ed. by S.O. Ondar, D.N. Shauro. Voronezh Publ., 2019, 560 p. (In Russ.)
- Krasnaya kniga Respubliki Tyva: Zhivotnyye* [Red Book of Endangered Species of the Republic of Tuva: Animals] / Scientific ed. by N.I. Putintsev, L.K. Arakchaa, V.I. Zabelin, V.V. Zaika. Novosibirsk: Publ. SB RAS. Branch «Geo», 2002, 168 p. (In Russ.)
- Kuzhuguet S.V. *Fauna nazemnykh poluzhestkokrylykh* (Heteroptera: Leptopodomorpha, Cimicomorpha, Pentatomomorpha) *Tuvy* [Fauna of terrestrial hemiptera (Heteroptera: Leptopodomorpha, Cimicomorpha, Pentatomomorpha) of Tuva]: Abstract of Dis. ... Candidate of Biological Sciences. Novosibirsk, 2017, 20 p. (In Russ.)
- Mordkovich V.G. *Gerpetobiy kotlovinnykh stepey yuga Sibiri (Preimushchestvenno na primere zhukov zhuzhelits i chernetelok)* [Herpetobia of the basin steppes of southern Siberia (Mainly on the example of carabid beetles and darkling beetles)]: Abstract of Diss. ... Candidate of Biological Sciences. Moscow, 1970, 22 p. (In Russ.)
- Mordkovich V.G. Osobennosti tuvinskogo ochaga bioraznoobraziya v Sibiri [Features of the Tuvan biodiversity focus in Siberia]. *Ubsu-Nurskaya kotlovina kak indikator biosferykh protsessov v Tsentral'noy Azii: Materialy VIII Mezhdunar. simp.* [Ubsu-Nursky depression as an indicator of

- biosphere processes in Central Asia: Proceedings of the VIII Intern. symp.] (26–30.07.2004, Kyzyl). Kyzyl, TuvIENR SB RAS, 2004, pp. 91–92. (In Russ.)
- Reznikova Zh.I. Mezhhvidovyye i vnutrividovyye otnosheniya stepnykh muravyev v Zapadnoy Sibiri i sopredelnykh rayonakh [Interspecific and intraspecific relationships of steppe ants in Western Siberia and adjacent regions]. Abstract of Diss. ... Candidate of Biological Sciences. Moscow, 1977, 25 p. (In Russ.)
- Saaya A.D. *Komary-dolgonozhki* (Diptera, Tipulidae) Tuvy: fauna, ekologiya i rasprostranenie [Long-legged mosquitoes (Diptera, Tipulidae) of Tuva: fauna, ecology and distribution]: Abstract of Dis. ... Candidate of Biological Sciences. Novosibirsk, 2010, 17 p. (In Russ.)
- Sagdy Ch.T. *Zhuki chernotelki* (Coleoptera, Tenebrionidae) Ubsunurskoy kotloviny [Beetles (Coleoptera, Tenebrionidae) of the Ubsunur Basin]: Dis. ... Doctor of Biological Sciences. Moscow, 1996, 269 p. (In Russ.)
- Sergeev M.G. V *Ekologo-geograficheskaya spetsifika i rayonirovaniye fauny pryamokrylykh nasekomykh Yuzhnoy Sibiri i sopredelnykh territoriy* [Ecological-geographical specificity and zoning of the fauna of rectiwing insects of Southern Siberia and adjacent territories]. Abstract of Diss. ... Candidate of Biological Sciences. Novosibirsk, 1984, 18 p. (In Russ.)
- Stebayev I.V. *Fauna i ekologiya pryamokrylykh nasekomykh Severo-Zapadnogo Prikaspiya. K biogeograficheskomu poznaniyu landshaftov Ergeney i Prikaspiyskoy nizmennosti* [Fauna and ecology of erect insects of the North-Western Caspian Sea. Biogeographical knowledge of the landscapes of Yergenei and the Caspian lowland]. Abstract of Diss. ... Candidate of Biological Sciences. Leningrad, 1956, 16 p. (In Russ.)
- Stebayev I.V. *Ekologicheskoye svoeobraziye i prostranstvennaya struktura pochvenno-zoologicheskikh kompleksov kashtanovykh i soputstvuyushchikh im pochv gor yuga Sibiri* [Ecological originality and spatial structure of soil-zoological complexes of chestnut and associated soils in the mountains of southern Siberia]: Abstract of Diss. ... Doctor of Biological Sciences. Moscow, 1971, 55 p. (In Russ.)
- Stebayev I.V., Pivovarova Zh.F., Smolyakov B.S., Nedelkina S.V. *Biogeosistemy lesov i vod Rossii: monografiya* [Biogeosystems of Forests and Waters of Russia]. Novosibirsk, Nauka Ppubl., 1993 a, 348 p.
- Stebayev I.V., Pivovarova Zh.F., Smolyakov B.S., Nedelkina S.V. *Obshchaya i biogeosistemnaya ekologiya* [General and biogeosystem ecology]. Novosibirsk, Nauka Ppubl., 1993 b, 288 p.
- Striganova B.R., Stebayeva S.K., Mordkovich V.G., Reznikova Zh.I., Sergeyev M.G. Igor Vasilyevich Stebayev (26.12.1925–08.04.2009) [Igor Vasilyevich Stebayev (26.12.1925–08.04.2009)]. *Evrziatskiy entomologicheskij zhurnal = Eurasian Entomological Journal*, 2010, vol. 9, no. 2, pp. 105–108.
- Zaika V.V. *Istoriya entomologicheskikh issledovaniy v Tuve* [History of Entomological studies in Tuva]. *Prirodnyye resursy. sreda i obshchestvo = Natural Resources, Environment and Society*. Electronic scientific journal. Vol. 1 (9) / ed. by Candidate of sociological sciences T.M. Oydup. Kyzyl: TuvIENR SB RAS, 2021, pp. 29–62. Available at: <http://tikopr-journal.ru/images/2021/01/ART/04.pdf>. (In Russ.)
- Zaika V.V. *Istoriya razvitiya ekologicheskikh issledovaniy v Tuve* [The development of environmental studies in Tuva]. *Novyye issledovaniya Tuvy = The New research of Tuva*, 2020, no. 2, pp. 241–259. (In Russ.)
- Zaika V.V. *Strekozy Yuzhnoy chasti Zapadno-Sibirskoy ravniny* [Dragonflies of the Southern part of the West Siberian Plain]. Diss. ... Candidate of Biological Sciences. Novosibirsk, 1982, 245 p. (In Russ.)
- Zhigul'skaya Z.A. *Murav'i gorno-stepnykh landshaftov Tuvy i Yuzhnoj Hakasii* [Ants of the mountain-steppe landscapes of Tuva and South Khakasia]: Abstract of Dis. ... Candidate of Biological Sciences. Novosibirsk, 1969, 29 p. (In Russ.)

РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИКА. СОЦИОЛОГИЯ.
ПСИХОЛОГИЯ
[ECONOMICS. SOCIOLOGY. PSYCHOLOGY]

УДК: 330.22

DOI: 10.24412/2658-4441-2021-4-38-45

Д.Ф. ДАБИЕВ

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

**ОБ ОЦЕНКЕ СОЦИАЛЬНОГО
И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ
РЕАЛИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ
ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ РЕГИОНА
С ПРЕИМУЩЕСТВЕННО
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ**

Рассмотрены аспекты оценки общественной эффективности крупномасштабных проектов, в том числе вопросы оценки социального и экологического эффекта. Для определения социального и экологического эффекта, которые являются основными факторами, влияющим на оценку общественной эффективности ИП, в том числе и при оценке крупномасштабных проектов, к которым относятся проекты освоения месторождений полезных ископаемых на территориях с преимущественно минерально-сырьевой ориентацией, предложено использовать методику когнитивного моделирования. Представлен общий план оценки социальных и экологических эффектов при реализации крупномасштабных проектов в минерально-сырьевой сфере в регионах минерально-сырьевой ориентацией.

Ключевые слова: управление, потенциал, экономический, модель, когнитивная, факторы, оценка, минерально-сырьевой, сценарный.

Библ. 12 назв. С. 38–45.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ: Грант № 20-010-00415

D.F. DABIEV

Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

THE ASSESSMENT OF THE SOCIAL AND ENVIRONMENTAL EFFECT IN REALIZATION OF VARIOUS SCENARIOS FOR THE DEVELOPMENT OF MINERAL DEPOSITS IN THE REGION WITH A PREDOMINANTLY MINERAL RESOURCE ORIENTATION

The paper considers the aspects of assessing the social effectiveness of large-scale projects including the issues of assessing social and environmental effects. We propose to use the cognitive modeling methodology for determining the social and environmental effect which are the main factors influencing the assessment of the social effectiveness of individual entrepreneurs including evaluating large-scale projects as well as projects for developing mineral deposits in territories with a predominantly mineral orientation. A general plan for assessing social and environmental effects in

the implementation of large-scale projects in the mineral resource sector in the regions with a mineral resource orientation is presented.

Keywords: Management, potential, economic, model, cognitive, factors, assessment, mineral resource, scenario.

References 12. P. 38–45.

Ранее мы отметили, что к регионам с преимущественно минерально-сырьевой ориентацией следует отнести регионы, которые имеют на своей территории уникальные или крупные (по запасам) месторождения полезных ископаемых, разработка которых имеет существенное значение для развития региона в целом (Дабиев, 2020). Но здесь следует отметить, что в российском законодательстве не очень чётко прописаны критерии общественной или социальной эффективности реализации ресурсных проектов. Кроме того, не выработана методика оценки экологических факторов при реализации ресурсных инвестиционных проектов. Рассмотрим эти и другие вопросы более конкретно.

Отметим, что изучение эффективности оценки как экономической категории в России началось ещё в советское время, но они существенно отличались от методик, которые сложились за рубежом. Поскольку в период СССР в основном использовался инструментарий затратного подхода, и инструменты финансового анализа, которые базировались на оценке прибыльности вложенных средств, в советской управленческой практике, по известным причинам, не были неизвестны, и при этом достаточным условием эффективности капитальных затрат являлось их приведение к минимуму приведённых затрат (Волконский, 1989):

$$\mathcal{E}_{KB} = \mathcal{C} - (\mathcal{C} + H_{\mathcal{E}}KB),$$

где: \mathcal{E}_{KB} — эффективность капитальных затрат или абсолютная эффективность; \mathcal{C} — цена продукции, р.; \mathcal{C} — себестоимость, р.; KB — объём капитальные вложений, р.; $H_{\mathcal{E}}$ — норматив эффективности;

Кроме того, если в советской экономике, исследование эффективности велось на уровне макроэкономических связей, то на западе оценка критериев эффективности ограничивалась только одним предприятием, то есть на микроуровне. На начальном этапе для коммерческих западных проектов учитывать эффективность инвестиций на мезо- или макроуровне не имело практической ценности (Гулакова, 2013).

Одним из определяющих документов по оценке инвестиций в стране являются «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» (1999) (далее «Методические рекомендации...»), который был принят ещё в середине 1990-х годов и является адаптацией международного опыта (Всемирного банка, ЮНИДО и т. д.) по инвестиционному анализу для российской действительности. В данном документе впервые для инвестиционных проектов рассматриваются не только вопросы коммерческой или финансовой, бюджетной, но и вопросы общественной (социальной и экологической) эффективности.

В «Методических рекомендациях...» указывается, что инвестиционные проекты (ИП) различаются на общественно значимые (ОЗП) — крупномасштабные, народнохозяйственные, глобальные и локальные проекты, при этом для локальных проектов не требуется оценка общественной эффективности проекта, и в этом случае сразу приступают к оценке коммерческой эффективности (КЭИП). Как правило, общественно значимые проекты требуют государственной поддержки, и вполне естественно, что существует сложный этап рассмотрения и одобрения этих проектов:

1. На первом этапе оценивается ОЭИП, и, если на этом этапе проект отклоняется, он утрачивает возможность получения для своей реализации финансовой или иной поддержки от федеральных или местных властей.
2. Далее для ОЗП, когда известны конкретные инвесторы для их реализации, экономическая эффективность не рассчитывается. В том случае, когда показатели

оценки экономической эффективности являются неудовлетворительными, то рассматривается возможность участия государства для поддержки проекта, с целью увеличения конечной экономической эффективности проекта для всех заинтересованных участников.

Отметим, что в данном документе очень подробно рассмотрены показатели КЭИП — по сути, те показатели, которые интересны для потенциальных инвесторов проекта, включающие такие параметры как (Методические ..., 1999):

- чистый доход (ЧД) или чистый дисконтируемый доход (ЧДД), значения которого должны быть положительными, при этом предпочтение отдаётся проекту с большей величиной получаемого ЧДД. При определении коммерческой эффективности проектов краеугольным камнем является понятие ставки дисконтирования, которая представляет собой норму процента, при которой будущие денежные потоки приводятся к текущей стоимости;
- индекс доходности (ИД), который должен быть больше единицы, что характеризует степень «отдачи» вложенных средств, т. е. эффективность, близкое понятие для индекса доходности — рентабельность. При этом если полученное значение ИД является близким к единице, то проект может быть неустойчивым;
- внутренняя норма доходности (ВНД) — показатель, который определяет процентную ставку, при котором ЧДД будет равно нулю;
- срок окупаемости — это тот срок, в течении которого вложенные средства будут возвращены потенциальным инвесторам с учётом дисконта, то есть эта та временная точка, при котором ЧДД становится неотрицательным и далее, после прохождения этой точки отсчёта предполагается, что проект будет приносить абсолютную прибыль.

Таким образом, «Методические рекомендации...» разработаны как для оценки инвестиционных проектов внутри страны, так и для их оценки на международном уровне.

В «Методических рекомендациях...» указывается, что для ОЗП необходима оценка параметров общественной эффективности, то есть социально-экономическое влияние реализации проекта на развитие экономики. Кроме того, определяются внешние эффекты, к которым относят «... затраты и результаты в смежных отраслях экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты» (Методические ..., 1999). Расчёт внешних эффектов производится при наличии разработанных методик, при их отсутствии рекомендуется применять экспертную оценку. Сделаем оговорку, что под соответствующими методиками, видимо, имеются в виду утверждённые специальными государственными органами методики оценки.

Поскольку методика оценки общественной эффективности проектов, указанная в «Методических рекомендациях...» дана в общем виде, и, по мнению многих авторов, в ней не выделены многие факторы как экологического, так и социального характера (Нагаева, 2016), в настоящее время предлагаются различные модификации и методики её оценки.

Например, В.Н. Синдяшкина (2010) предлагает ввести интегральную оценку социальных эффектов при реализации инвестиционных проектов и выполнить их в пять этапов:

1. На первом этапе оценить масштаб влияния социальных эффектов проекта, т. е. на каком уровне — местном, региональном или на федеральном проект будет иметь значение, и выполнить оценку соотношения.
2. На втором уровне выполнить анализ исходного состояния и прогноз развития социальной сферы на территории без учёта влияния реализации инвестиционного проекта (рынок труда, уровень безработицы, уровень жизни населения и т. д.).
3. Оценка социальных эффектов по их видам и сопоставление с исходным состоянием и прогнозом, при этом возможны расчёты как прямых эффектов, так и косвенных (создание рабочих мест, повышение уровня жизни населения, налоговые поступления и т. д.).

4. Расчёт интегрального социального эффекта при сравнительном анализе положительных и отрицательных социальных эффектов и выведение общего интегрального показателя, который должен охарактеризовать достоинство или категорию инвестиционного проекта, напр., по бальной оценке.
5. На последнем этапе производится сравнение социального эффекта с КЭИП для принятия и реализации мероприятий по снижению негативных последствий проекта.

Хотя автор выделила основные проблемы и предлагает ввести интегральный показатель оценки реализации ИП, в данной статье не предлагаются конкретных методик получения интегральной оценки.

Несколько иной подход к оценке социального эффекта предлагает Т.С. Новикова (2005). Для оценки общественной эффективности инвестиционного проекта автор предлагает применить тот же подход, что и для коммерческого анализа, но с существенными изменениями. При этом предлагается следующая формула общественной эффективности инвестиционного проекта:

$$NPV^S = \sum_{t=1}^T \frac{(B_t - C_t) + \sum_f^F (\Delta B_t^f - \Delta C_t^f)}{(1 + r - \Delta r^f)^t}$$

где: NPV^S — это чистый дисконтированный доход для оценки ОЭИП; B_t — выгоды в каждый момент времени; C_t — затраты в каждый момент времени; r — ставка дисконтирования; ΔB_t^f — величины изменения выгод в процессе корректировки; ΔC_t^f — величины изменения затрат в процессе корректировки; Δr^f — величины изменения ставки дисконтирования в процессе корректировки.

Формула показывает, что суть оценки общественной эффективности инвестиционного проекта заключается в том, что формируется новый денежный поток, который учитывает изменения выгод, затрат и ставки дисконтирования с учётом социальной ставки дисконтирования.

Для выявления общественной эффективности инвестиционного проекта Т.С. Новиковой предложены семь этапов оценки:

1. Из денежных потоков вычитаются перераспределительные эффекты — налоги, пошлины, дотации, субсидии, трансферты и т. д.
2. Оценка внешних эффектов, которые могут быть как положительными, так и отрицательными, положительные внешние эффекты могут быть привязаны к выгодам, отрицательные — к затратам.
3. Оценка косвенных эффектов производится с определением конкретных факторов, которые влияют на реализацию проекта, то есть выгод или затрат.
4. Рассматривается учёт теневых цен, разделяя факторным и рыночным рынкам, и чтобы привести к факторным рынкам цены на ресурсы необходимо их изменить, напр., для учёта оценки труда необходимо применить уменьшающие коэффициенты.
5. Суммируются все влияющие на проект параметры и определяют конечный итог денежного потока.
6. На последнем этапе производится оценка общественной эффективности инвестиционного проекта, т. е. определяются итоговые показатели общественной эффективности ЧДД, ИД, ВНД, дисконтированный срок окупаемости, при расчётах учитывается социальная ставка дисконтирования при различных её параметрах.

Несмотря на кажущуюся простоту предлагаемой методики оценки ОЭИП, которая аналогична по своей структуре с экономической оценкой, существуют определённые трудности со сбором данных для определения теневых цен, социальной ставки дисконтирования.

Наиболее разработанной в плане оценки общественной эффективности инвестиционного проекта является методика оценки влияния инвестиционного проекта на экономические показатели «...модификация динамической оптимизационной межрегиональной межотраслевой модели, расширенной за счёт учёта проекта», разработанная учёными Института экономики и организации промышленного производства (ИЭОПП) СО РАН Н.Н. Михеевой, Т.С. Новиковой, В.И. Суловым (2011). В соответствии с этой методикой при расчёте общественной эффективности инвестиционного проекта используется комбинированный подход использования инструментария, как доходного подхода, так и межотраслевого баланса и состоит из двух блоков:

1. Модель ДОМММ — динамическая оптимизационная межрегиональная межотраслевая модель;
2. Модель МИМИП — многопериодные имитационные модели инвестиционного проекта, которые включают в себя финансовые и экономические модели проекта.

При этом модифицированная динамическая модель ДОМММ рассчитывается в двух вариантах, при первом варианте в модель межотраслевого моделирования включается инвестиционный проект путём включения метода с единичной интенсивностью:

$$AX + \lambda z \leq b - \Delta b^P, z \rightarrow \max,$$

где: A — технологическая матрица; X — обобщённый вектор производства; λ — вектор территориальной структуры потребления; z — целевая переменная конечного продукта; Δb^P — технологический способ инвестиционного проекта.

При втором варианте дополнительно добавляются экстерналии — ΔA^P :

$$(A + \Delta A^P)X + \lambda z \leq b - \Delta b^P, z \rightarrow \max.$$

Поскольку модель МИМИП — это модель Т.С. Новиковой, которая включается в динамическую оптимизационную межрегиональную межотраслевую модель (ДОМММ), для адекватного построения модели оценки общественной эффективности ИП со сбором данных (оценка общественных издержек и выгод, определение теневых цен, определение социальной ставки дисконтирования), остаются.

Следует отметить, что дальнейшее развитие модификации динамической оптимизационной межрегиональной межотраслевой модели с учётом блока крупного инфраструктурного проекта выполнено для проекта нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан»–2 (Гулакова и др., 2017). Таким образом, разработанная методика позволяет оценить в количественном выражении общественную эффективность ИП, получить в количественном выражении оценки эффектов, как положительные, так и отрицательные.

Существуют и альтернативные подходы к оценке общественной эффективности ИП, напр., метод, предложенный Е.Б. Кибаловым и Д.Д. Шибиким (2019), которые предлагают использовать инструментарий теории принятия решений для оценки социотехнических систем, к которым относятся любые крупномасштабные проекты. Несмотря на новизну и разработанность предлагаемой методики экспериментальных расчётов общественной эффективности с помощью экспертных технологий, авторы указывают, что применение разных компьютерных моделей (Expert Choice и ASPER-D моделей) дают несовпадающие по результатам оценки, тем не менее, их можно использовать как взаимодополняющие методы при оценке общественной эффективности ИП.

Для определения социального и экологического эффектов, которые являются основными факторами, влияющим на оценку общественной эффективности ИП, в т. ч. и при оценке крупномасштабных проектов, к которым относятся проекты, в частности, освоения месторождений полезных ископаемых на территориях с преимуще-

ственно минерально-сырьевой ориентацией, нами предлагается использовать методику когнитивного моделирования, являющейся одним из методов моделирования, позволяющей оценить различные факторы, влияющие на систему посредством ориентированного графа. Известна формула когнитивных моделей, имеющая вид взвешенного орграфа (Робертс, 1986):

$$v_i(t+1) = v_i(t) + p_i^0(t+1) = \sum_{j=1}^n \text{sgn}(v_j, v_i) p_j(t)$$

где: p_i^0 — внешний импульс в вершине v_i — в момент времени t ; $p_j(t)$ — изменение или импульс, которое задаётся разностью $v_j(t) - v_i(t-1)$; $v_j(t)$ — значения знаковых орграфов.

Одним из преимуществ когнитивного анализа является возможность создания наиболее детальной модели сложной системы, причём даже в случае наличия трудноопределимых факторов, с помощью построенной модели можно получить строгие выводы, и далее оценить потенциальную устойчивость системы, при этом, если система неустойчива, с помощью модели можно выявить неустойчивые связи и попытаться скорректировать их, затем задать новые критерии для устойчивости системы.

Учитывая, что при оценке социальных и экологических крупномасштабных проектов в минерально-сырьевой сфере, необходимо учитывать, что ещё нет документа, который бы регламентировал и объединил полный список этих факторов. С другой стороны, можно отметить, что для каждого месторождения могут иметь место и специфические факторы, которые могут быть уникальными для каждого проекта, нуждающиеся в учёте.

Тем не менее, можно отметить, что существует перечень ключевых видов воздействий, которые можно применять при предварительной оценке общественной эффективности ИП для крупномасштабных проектов в сфере недропользования. Например, при предварительной экологической и социальной оценке Ак-Сугского медно-порфинового месторождения указываются следующие виды ключевых воздействий (Проект освоения..., 2019):

- экологические эффекты: загрязнение отходами производства атмосферного воздуха, подземных вод, поверхностных вод, влияние на геологические процессы, влияние на гидрологические процессы, воздействие на экосистемы и т. д.
- социально-экономические эффекты: влияние на рынок труда, на экономическое развитие, на уровень дохода, на здоровье населения, на транспортную инфраструктуру, на энергетическую инфраструктуру, на уровень преступности и т. д.

Несмотря на информативность и практически полный список социальных и экологических эффектов, в данной методике оценки дан только перечень воздействий, оценка влияния на регион (локальный, местный или региональный) и меры по их устранению. Как таковой оценки общественной эффективности разработчики отчёта не представили.

Для расчёта социальных и экологических эффектов при реализации крупномасштабных проектов в минерально-сырьевой сфере в регионах с минерально-сырьевой ориентацией представим общий план их оценки:

- определяем наиболее значимые факторы, которые влияют на социальные и экологические эффекты каждого крупномасштабного проекта;
- путём использования экспертного метода определяем величины и направление (положительное или отрицательное) каждого влияющего воздействия;
- формирование когнитивной модели в виде ориентированного графа для каждого крупномасштабного проекта;
- расчёт устойчивости каждого проекта;
- для устойчивых проектов далее рассчитывается общественная эффективность проекта;

- после оценки коммерческой эффективности проектов (ЧДД, ИД, срок окупаемости проектов) на её основе определяем территориальную эффективность проектов — расчёт ВДС для каждого проекта и его суммирование при определении эффективности различных сценариев оценки освоения минерально-сырьевых ресурсов региона.

Таким образом, построенная знаковая модель позволяет нам проверить «гипотезу» об общественной эффективности проектов с учётом влияния проекта на социальные и экологические системы. Тем не менее, следует заметить, что полученные выводы когнитивного анализа являются предварительными, поскольку существует компромисс между реалистичностью модели и реальностью, к описанию которой стремится любая модель, и для более точного анализа необходимо детализировать модель, и проверить их другими методами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ: Грант № 20-010-00415.

ЛИТЕРАТУРА

- Волконский В.А. Проблемы совершенствования хозяйственного механизма: Экономические методы повышения эффективности производства. – М., 1981. – 209 с.
- Гулакова О.И. Общественная эффективность крупных инвестиционных проектов // Вестн. НГУ. Серия: Социально-экономические науки. – 2013. – Т. 13. – № 2. – С. 14–27.
- Гулакова О.И., Еришов Ю.С., Ибрагимов Н.М., Новикова Т.С. Оценка общественной эффективности инфраструктурного проекта на примере нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан»–2 // Регион: экономика и социология. – 2017. – № 2. – С. 126–151. – DOI: 10.15372/REG20170206.
- Дабиев Д.Ф. Особенности территорий с преимущественно минерально-сырьевой ориентацией как объекта управления // Фундаментальные исследования [Электрон. ресурс]. – 2020. – № 6. – С. 38–42. – Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42774>; https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43090099_18963143.pdf, свободный. – DOI: 10.17513/fr.42774.
- Кибалов Е.Б., Шибикин Д.Д. Оценка крупномасштабных железнодорожных проектов: неосистемный подход // Вестн. Южно-Уральского гос. ун-та. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2019. – № 3 (19). – С. 104–115.
- Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов, утв. Мин. экономики РФ, Мин. финансов РФ, Гос. комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 № ВК 477 [Электрон. ресурс]. – 1999. – Режим доступа: https://minek.rk.gov.ru/file/File/minek/2017/sez/metodrekomend_ocenka_invproektov.pdf, свободный.
- Михеева Н.Н., Новикова Т.С., Суслов В.И. Оценка инвестиционных проектов на основе комплекса межотраслевых межрегиональных моделей // Проблемы прогнозирования. – 2011. – № 4. – С. 78–90.
- Нагаева О.С. Оценка социально-экономической эффективности региональных инвестиционных проектов // Региональная экономика и управление [Электрон. ресурс]. – 2016. – № 4 (48). – С. 40–50. – Режим доступа: <https://eee-region.ru/article/4804/>, свободный.
- Новикова Т.С. Анализ общественной эффективности инвестиционных проектов / Отв. ред. С.А. Суспицын. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2005. – 282 с.
- Проект освоения Ак-Сугского месторождения. Предварительная экологическая и социальная оценка. Подготовлено для компании ООО «Голевская ГРК» компанией Geological Consulting (ООО «Джеолоджикал Майнинг Консалтинг»). М., 2019. – 50 с.
- Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М., 1986. – 496 с.
- Синдяшкина В.Н. Вопросы оценки видов социального эффекта при реализации инвестиционных проектов // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 1 (118). – С. 140–147.

REFERENCES

- Volkonskiy V.A. *Problemy sovershenstvovaniya khozyaystvennogo mekhanizma: Ekonomicheskiye metody povysheniya effektivnosti proizvodstva* [Problems of improving the economic mechanism: Economic methods of increasing production efficiency]. Moscow, 1981, 209 p. (In Russ)
- Gulakova O.I. Obshchestvennaya effektivnost' krupnykh investitsionnykh proyektov [Social efficiency of large investment projects]. *Vestnik NGU. Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskiye nauki = Vestnik NSU. Series: Social and economics sciences*, 2013, vol. 13, no. 2, pp. 14–27. (In Russ)
- Gulakova O.I., Yershov Yu.S., Ibragimov N.M., Novikova T.S. Otsenka obshchestvennoy effektivnosti infrastruktornogo proyekta na primere nefteprovoda «Vostochnaya Sibir'–Tikhiy okean»–2 [Assessment of the social efficiency of an infrastructure project on the example of the «Eastern Siberia–Pacific Ocean»–2 oil pipeline]. *Region: ekonomika i sotsiologiya = Region: Economics and Sociology*, 2017, no. 2, pp. 126–151, doi: 10.15372/REG20170206. (In Russ)
- Dabiyev D.F. Osobennosti territoriy s preimushchestvenno mineral'no-syr'yevoy orientatsiyey kak ob'yekta upravleniya [Features of territories with a predominantly mineral and raw material orientation as an object of management]. *Fundamental'nyye issledovaniya = Fundamental research*, 2020, no. 6, pp. 38–42. Available at: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42774>, https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43090099_18963143.pdf, doi: 10.17513/fr.42774. (In Russ)
- Kibalov Ye.B., Shibikin D.D. Otsenka krupnomasshtabnykh zheleznodorozhnykh proyektov: neosistemnyy podkhod [Evaluating Large-Scale Railway Projects: A Non-Systemic Approach]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo unstituta. Seriya: Komp'yuternyye tekhnologii, upravleniye, radioelektronika = Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technology, control, electronics*, 2019, no. 3 (19), pp. 104–115. (In Russ)
- Methodological recommendations for assessing the effectiveness of investment projects, approved by the Ministry of Economy of the Russian Federation, the Ministry of Finance of the Russian Federation, the State Committee of the Russian Federation for Construction, Architectural and Housing Policy 06.21.1999 No. VK 477 = Methodological recommendations for assessing the effectiveness of investment projects Approved by the Ministry of Economy of the Russian Federation, the Ministry of Finance of the Russian Federation, the State Committee of the Russian Federation for Construction, Architectural and Housing Policy on June 21, 1999 No. VK 477, 1999.* Available at: https://minek.rk.gov.ru/file/File/minek/2017/sez/metodrekomend_ocenka_invproektov.pdf. (In Russ)
- Mikheyeva N.N., Novikova T.S., Suslov V.I. Otsenka investitsionnykh proyektov na osnove kompleksa mezhotraslevykh mezhregional'nykh modeley [Assessment of investment projects based on a complex of intersectoral interregional models]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of forecasting*, 2011, no. 4, pp. 78–90. (In Russ)
- Nagayeva O.S. Otsenka sotsial'no-ekonomicheskoy effektivnosti regional'nykh investitsionnykh proyektov [Assessment of the socio-economic efficiency of regional investment projects]. *Regional'naya ekonomika i upravleniye = Regional Economics and Management*, 2016, no. 4 (48), pp. 40–50. Available at: <https://eee-region.ru/article/4804/>. (In Russ)
- Novikova T.S. *Analiz obshchestvennoy effektivnosti investitsionnykh proyektov* [Analysis of the public efficiency of investment projects] / ed. by A. Suspitsyn. Novosibirsk: Institute of Economics and Industrial Engineering of the SB RAS, 2005, 282 p. (In Russ)
- Proyekt osvoyeniya Ak-Sugskogo mestorozhdeniya. Predvaritel'naya ekologicheskaya i sotsial'naya otsenka. Podgotovleno dlya kompanii OOO «Golevskaya GRK» kompaniyey Geological Mining Consulting (OOO «Dzheolodzhikal Mayning Konsalting») [Project for the development of the Ak-Sug deposit. Preliminary environmental and social assessment. Prepared for Golevskaya GRK LLC by Geological Mining Consulting (Geological Mining Consulting LLC)].* Moscow, 2019, 50 p. (In Russ)
- Roberts F.S. Diskretnyye matematicheskiye modeli s prilozheniyami k sotsial'nym, biologicheskim i ekologicheskim zadacham [Discrete mathematical models with applications to social, biological and environmental problems]. Moscow, 1986, 496 p. (In Russ)
- Sindyashkina V.N. Voprosy otsenki vidov sotsial'nogo efekta pri realizatsii investitsionnykh proyektov [Issues of assessing the types of social effect in the implementation of investment projects]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of forecasting*, 2010, no. 1 (118), pp. 140–147. (In Russ)

РАЗДЕЛ IV. МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ [MATHEMATICS. MATHEMATICAL MODELING]

УДК:630*431

DOI: 10.24412/2658-4441-2021-4-46–51

Х.Б. КУУЛАР

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА ПО ДАННЫМ КОСМОСНИМКОВ LANDSAT ПОСЛЕ ПОЖАРОВ 2002 г.

Представлены результаты изучения пространственно-временной динамики растительности ключевого участка Сангилен в юго-восточной части Республики Тыва. С использованием космоснимков Landsat в программе NextGIS QGIS составлены карты ключевого участка Сангилен, учитывающие пространственно-временную динамику растительного покрова. Картографирование восстановительного процесса растительного покрова проведено с использованием вегетационного индекса NDVI. Рассчитаны площади нарушенных участков (гарей).

Ключевые слова: растительный покров, гари, космоснимки Landsat, вегетационный индекс NDVI.

Рис. 2. Табл. 1. Библ. 15 назв. С. 46–51.

Работа выполнена в рамках базового проекта ТувИКОПР СО РАН № 121030200250-4

Kh.B. KUULAR

Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

THE VEGETATION COVERS OF SOUTH-EASTERN PART IN TYVA REPUBLIC FOR DATA LANDSAT AFTER WILDFIRE OF 2002 YEAR

We present study results of the spatio-temporal vegetation dynamic in the key plot of South-Eastern part in Tyva Republic. Maps for the key area Sangilen was carried out considering spatial-temporal dynamics of vegetation cover and using Landsat images in the NextGIS QGIS program. Mapping of the regeneration process of vegetation cover was carried out using the index NDVI. The calculation of the areas of disturbed areas (burns) was carried out.

Keywords: vegetation cover, burns, remote sensing images, NDVI.

Figures 2. Table 1. References 15. P. 46–51.

Изучение пространственно-временной динамики растительного покрова даёт представление об их структуре и изменениях в связи с глобальным потеплением климата (Tsendbazar et al., 2021; Schepaschenko et al., 2021). В частности, в последние десятилетия по этой причине усугубляется пожарная ситуация. Данным вопросам и пожарам растительности Сибири посвящено много исследований, в т. ч.: (Валендик и др.,

2014; Софронова, Волокитина, 2017; Сидоров, Санжиева, 2018; Ponomarev et al., 2021; и др.). По прогнозам многих исследователей, изменения климата будут сопровождаться увеличением продолжительности и интенсивности количества и площади пожаров (Tshebakova, Parfenova, 2012). На сегодняшний день актуально создание региональных и локальных карт на основе космических снимков, отражающих пространственно-временную динамику растительного покрова.

Задача данного исследования: составление карт ключевого участка с использованием космических снимков с учётом пожаров растительности.

Исследование было проведено в юго-восточной части республики, участок исследования выделен прямоугольником размера 120 × 80 км (рис. 1). Большая часть исследуемого участка относится к нагорью Сангилен. Район исследования отличается большим разнообразием растительного покрова: от полупустыни до высокогорной тундры и пустошей. По лесорастительному районированию нагорье относится к Сангиленскому округу горных степей, перистепных и горно-таёжных лиственничных лесов, Алтае-Тувинско-Хангайской котловинно-горной лесорастительной провинции горных степей и лиственничных лесов Центрально-Азиатской котловинно-горной лесорастительной области. Бореальные виды являются главными лесообразующими видами исследуемого участка лиственница сибирская (*Larix sibirica*), с небольшой примесью кедра сибирского (*Pinus sibirica*), ели обыкновенной (*Picea obovata*) и лиственных пород (берёзы (*Betula pendula*, *Betula microphylla*), осины (*Populus tremula*)) (Типы лесов ..., 1980).

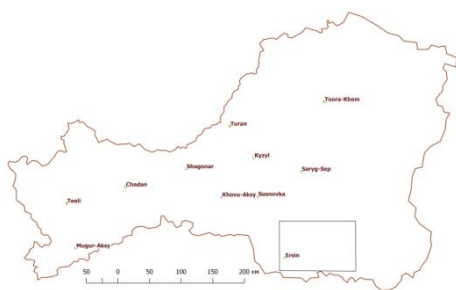


Рисунок 1. Расположение ключевого участка Сангилен (выделено прямоугольником)

Для оценки изменения климата привлекались данные Тувинского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также сведения, имеющиеся в открытом доступе (<http://meteo.ru>). Отклонения температуры воздуха рассчитывались относительно среднего значения базового периода (1961–1990 гг.). Отобраны безоблачные снимки ключевого участка (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). В качестве исходной информации использовались ближний и красный каналы (0,63–0,90 мкм) спутников Landsat ETM+/OLI с пространственным разрешением 30 м. Для оценки повреждения растительного по-

крова пожарами проанализированы три космоснимка за даты 13.09.2000, 11.09.2002 и 09.09.2016. Проведён расчёт вегетационного индекса NDVI с целью получения площади повреждённого растительного покрова до пожара 2002 года. Итоги восстановления растительного покрова после пожаров оценены по данным снимков за даты 11.09.2002 и 09.09.2016 с целью получения размеров площади, пройденной огнём.

Расчёт вегетационного индекса NDVI проведен по следующей формуле (Rouse, 1974):

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)},$$

где *NIR*, *RED* — спектральные значения каналов спутника Landsat в диапазонах отражения в ближней инфракрасной, красной областях спектра, соответственно.

Значения индекса NDVI разделены на три класса повреждения. Степень повреждения слабая, если значения NDVI колебались от 0,220 до 0,329. Степень повреждения средняя — от 0,219 до 0,110. Степень повреждения сильная — от 0,109 до 0,055.

Обработка, визуализация результатов и пространственный анализ проведены с помощью программы NextGIS QGIS (<https://nextgis.ru/nextgis-qgis>).

Пожары на территории ключевого участка наблюдались с конца апреля до середины октября, причина их возникновения заключается в том, что с ростом температуры воздуха относительная влажность воздуха снижается. Высокая температура воздуха в сочетании с ветрами — основная причина пожаров. Чрезвычайное пожароопасное состояние характеризуется аномальной температурой и низкой относительной влажностью. В период 1975–2016 гг. относительная влажность воздуха пожароопасного периода составила $50,7 \pm 6,8\%$, аномалия среднегодовой температуры $1,2 \pm 0,2^\circ\text{C}$, тренд потепления составил $0,7^\circ\text{C} / 10$ лет, что является результатом тренда весны на $1,0^\circ\text{C} / 10$ лет, лета на $0,9^\circ\text{C} / 10$ лет.

2002 г. был самым засушливым годом с минимальными значениями годовых осадков (115 мм) и относительной влажности воздуха весны (39,5 %). Длительность засухи составила 83 дня (с 1 апреля по 20 июня). Экстремальная засуха и высокая температура обусловили уязвимость лесов к масштабным пожарам.

Карты NDVI-распределения, построенные для территории исследования (рис. 2), наглядно демонстрируют неравномерность повреждения растительного покрова исследуемого участка. На рисунке 2 а границы гарей выделены красной линией, по рисунку 2 б видно медленное восстановление растительного покрова после пожаров.

Значения вегетационного индекса NDVI показывают, что в 2002 г. рост температуры и уменьшение влагообеспеченности растительного покрова привели к отрицательным последствиям — увеличению масштабных пожаров растительности на территории исследуемого участка и уменьшению значений индекса NDVI. Рост значений вегетационного индекса NDVI к 09.09.2016 г. показывает низкую скорость восстановления растительного покрова.

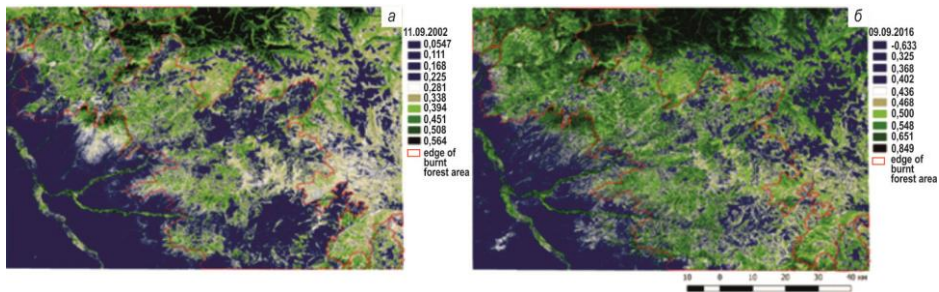


Рисунок 2. NDVI карты ключевого участка Сангилен:
а) космоснимок за дату 11.09.2002; б) космоснимок за дату 09.09.2016

Степень тяжести причинённого повреждения пожарами зависит от преобладающего древостоя (светлохвойные леса (*Larix sibirica*), темнохвойные леса (*Pinus sibirica*, *Picea obovata*)) (Типы лесов..., 1980). Для оценки были выделены типы растительности с учётом состава растительных сообществ. В таблице 1 представлен тип растительности исследуемого участка.

Таблица 1. Значения вегетационного индекса NDVI ключевого участка Сангилен

| Типы растительности | Дата съёмки космоснимка | | |
|--|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | 13.09.2000 | 11.09.2002 | 09.09.2016 |
| | Значения вегетационного индекса NDVI | | |
| Темнохвойные леса (<i>Pinus sibirica</i> , <i>Picea obovata</i>) | 0,607 ... 0,679 | 0,508 ... 0,564 | 0,632 ... 0,700 |
| Светлохвойные леса (<i>Larix sibirica</i>) | 0,320 ... 0,535 | 0,281 ... 0,451 | 0,427 ... 0,564 |
| Участки без леса (пустыни, степи, тундры) | 0,0332 ... 0,248 | 0,055 ... 0,225 | 0,155 ... 0,359 |

По данным снимка за дату 05.09.2000 на территории исследуемого участка темнохвойные леса занимали 28,9 % площади исследуемого участка, светлохвойные — 19,8 %, редколесья — 1,9 %, тундры — 27,5 %, участки без леса (луга, степи и пустыни) — 17,6 %. В результате масштабного воздействия пожары 2002 г. привели к большой утрате лесного покрова нагорья Сангилен. Расчёты позволили вычислить площади сгоревшего леса. В 2002 г. большую часть занимали гари слабого повреждения (109 897,8 га — 48 % от общей площади гарей), а меньшая часть имеет большие и выше среднего повреждения (52 546,9 га — 23 % от общей площади гарей). Пожарами 2002 г. уничтожены темнохвойные, светлохвойные, мелколиственные леса и кустарники площадью 214 650,7 га, тундры — 29 421,5 га. В результате пожаров площадь участков без леса, степей и лугов увеличилась на 244 324,9 га.

Данные снимка за дату 09.09.2016 показывают площадь и долю растительного покрова через 14 лет после пожаров. Расчёты по снимкам за дату 09.09.2016 показывают восстановление лесов площадью 114 046 га. Проведена наземная сверка, и большую часть составляют кустарники и подрост лиственницы, и уменьшение площади участков без леса, степей, лугов на 141 817 га, тундры — на 15 445,5 га.

Таким образом, карты растительного покрова, составленные на основе космоснимков Landsat, позволяют определить площадь классов растительного покрова, площадь гарей в течение определённого интервала времени. По данным снимка за дату 09.09.2016 повреждённые пожарами участки восстанавливаются с низкой скоростью восстановления из-за особенностей природно-климатических условий. В период 2002–2016 гг. значение гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова (ГТК) равно 0,5, что соответствует сухой зоне по увлажнению (по данным метеостанции Эрзин). В горах значение ГТК выше, но экстремальные весенние и осенние засухи отмечаются регулярно (Пономарев и др., 2018). Леса, ослабленные климатическими трендами, ведут к деградации многолетней мерзлоты и перестройке ландшафтов (Швиденко и др., 2017).

Использование космических снимков Landsat за даты 13.09.2000, 11.09.2002 и 09.09.2016 с разрешением 30 м позволяет решить ряд практических задач, связанных с оценкой реальной ситуации на локальном уровне.

Результаты данной работы показывают: многократные пожары высокой интенсивности являются возможным откликом на региональное потепление климата.

Работа выполнена в рамках базового проекта ТуВИКОПР СО РАН № 121030200250-4.

ЛИТЕРАТУРА

- Булгыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. Описание массива данных среднемесячной температуры на станциях России [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://meteo.ru>, свободный.
- Валендик Э.Н., Кисляхов Е.К., Рыжкова В.А., Пономарев Е.И., Данилова И.В. Крупные пожары в таёжных ландшафтах Центральной Сибири // География и природные ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 52–59.
- Пономарев Е.И., Скоробогатова А.С., Пономарева Т.В. Горимость лесов Сибири и межсезонные вариации уровня тепло- и влагообеспеченности // Метеорология и гидрология. – 2018. – № 7. – С. 45–55.
- Сидров А.А., Санжиева С.Е. Хронология лесных пожаров в Республике Бурятия // Вестн. КрасГАУ. – 2018. – № 4 (139). – С. 204–208.
- Софронова А.В., Волокитина А.В. Картографирование растительных горячих материалов методом визуально-инструментального дешифрирования космических снимков // География и природные ресурсы. – 2017. – № 4. – С. 189–196.
- Титы лесов гор Южной Сибири / Под ред. В.Н. Смагина, С.А. Ильинской, Д.И. Назимовой, И.Ф. Новосельцевой, Ю.С. Чередниковой. – Новосибирск: Наука, 1980. – 336 с.
- Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г., Кракснер З.Ф., Онучин А.А. Переход к устойчивому управлению лесами России: теоретико-методические предпосылки // Сибирский лесной журн. – 2017. – № 6. – С. 3–25

- EarthExplorer*: Набор картографических изображений Геологической службы США [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/>, свободный.
- Liu Zh., Ballantyne I A.P., Cooper A.L. Increases in land surface temperature in response to fire in Siberian boreal forests and their attribution to biophysical processes // *American Geophysical Union*. – 2018. – Vol. 45 (13). – Available at: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2018GL078283>.
- NextGIS QGIS*: Полнофункциональная настольная ГИС [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://nextgis.ru/nextgis-qgis>, свободный.
- Ponomarev E., Yakimov N., Ponomareva T., Yakubailik O., Conard S.G. Current Trend of Carbon Emissions from Wildfires in Siberia // *Atmosphere*. – 2021. – № 12 (559). – DOI: [org/10.3390/atmos12050559](https://doi.org/10.3390/atmos12050559).
- Rouse JR.J.W., Haas R.H., Shell, J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS // In *Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium*. In 2 vol. (10–14.12.1973, Washington). – Washington DC, 1974. – Vol. 1. – P. 309–317.
- Schepaschenko D., Karminov V., See L., Shvidenko A., Lesiv M., Fritz S., Kraxner F., Moltchanova E., Fedorov S., Ontikov P., Kositsyn V., Shchepashchenko M., Santoro M., Romanovskaya A., Korotkov V., Bartalev S. Russian forest sequesters substantially more carbon than previously reported // *Scientific Reports*. – 2021. – T. 11. – № 1. – 12825. – DOI: [10.1038/s41598-021-92152-9](https://doi.org/10.1038/s41598-021-92152-9).
- Tchebakova N., Parfenova E. The 21st century climate change effects on the forests and primary conifers in central Siberia // *Bosque*. – 2012. – № 33 (3). – P. 253–259. – DOI: [10.4067/S0717-92002012000300004](https://doi.org/10.4067/S0717-92002012000300004) (00.429).
- Tsendbazar N., Herold M., Li L., Tarko A., Bruin S. de Masiliunas D., Lesiv M., Fritz S., Buchhorn M., Smets B., Kerchova R. Van De, Duerauer M. Towards operational validation of annual global land cover maps // *Remote of Environment*. – 2021. – № 266. – 112686. – DOI: [org/10.1016/j.rse.2021.112686](https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112686).

REFERENCES

- Bulygina O.N., Razuvaev V.N., Trofimenko L.T., Shvets N.V. Opisanie massiva dannykh srednemesyachnoi temperatury na stantsiyakh Rossii [Description of the data array of the average monthly temperature at the stations of Russia]. Available at: <http://meteo.ru>. (In Russ.)
- Liu Zh., Ballantyne I A.P., Cooper A.L. Increases in land surface temperature in response to fire in Siberian boreal forests and their attribution to biophysical processes. *American Geophysical Union*, 2018, vol. 45 (13). – Available at: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2018GL078283>.
- NextGIS QGIS. Fully functional desktop GIS. Available at: nextgis.ru/nextgis-qgis/.
- Ponomarev E., Yakimov N., Ponomareva T., Yakubailik O., Conard S.G. Current Trend of Carbon Emissions from Wildfires in Siberia. *Atmosphere*, 2021, no. 12 (559), doi: [org/10.3390/atmos12050559](https://doi.org/10.3390/atmos12050559).
- Ponomarev E.I., Skorobogatova A.S., Ponomareva T.V. Gorimost' lesov Sibiri i mezhsezonnnye variacii urovnya teplo- i vlagoobespechennosti [Wildfire occurrence in Siberia and seasonal variations in heat and moisture supply]. *Meteorologiya i gidrologiya = Russian meteorology and hydrology*, 2018, no. 43 (7), pp. 456–463. (In Russ.)
- Rouse JR.J.W., Haas R.H., Shell J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In *Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium*. In 2 vol. (10–14.12.1973, Washington). Washington DC, 1974, vol. 1, pp. 309–317.
- Schepaschenko D., Karminov V., See L., Shvidenko A., Lesiv M., Fritz S., Kraxner F., Moltchanova E., Fedorov S., Ontikov P., Kositsyn V., Shchepashchenko M., Santoro M., Romanovskaya A., Korotkov V., Bartalev S. Russian forest sequesters substantially more carbon than previously reported. *Scientific Reports*, 2021, vol. 11, no. 1, 12825, doi: [10.1038/s41598-021-92152-9](https://doi.org/10.1038/s41598-021-92152-9).
- Shvidenko A.Z., Schepaschenko D.G., Kraxner Z.F., Onuchin A.A. Perekhod k ustojchivomu upravleniyu lesami rossii: teoretiko-metodicheskie predposylki [Transition to sustainable forest management in russia: theoretical and methodological backgrounds]. *Sibirskij Lesnoj Zurnal = Siberian Journal of Forest Science*, 2017, no. 6, pp. 3–25. (In Russ.)

- Sidrov A.A., Sanzhiyeva S.Ye. Khronologiya lesnykh pozharov v Respublike Buryatiya [The Chronology of forest fires in the Republic of Buryatia]. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of Kras GAU*, 2018, no. 4 (139), pp. 204–208. (In Russ.)
- Sofronova A.V., Volokitina A.V. Kartografirovaniye rastitel'nykh goryachikh materialov metodom vizual'no-instrumental'nogo deshifirovaniya kosmicheskikh snimkov [Vegetation fuel mapping by the method of visual-instrumental interpretation of space images]. *Geografiya i prirodnyye resursy = Geography and natural resources*, 2017, no. 4, pp. 189–196. (In Russ.)
- Tchebakova N., Parfenova E. The 21st century climate change effects on the forests and primary conifers in central Siberia. *Bosque*, 2012, no. 33 (3), pp. 253–259, doi: 10.4067/S0717-92002012000300004 (00.429).
- Tipy lesov gor Yuzhnoj Sibiri* [Types of forests in the mountains of Southern Siberia] / ed. by V.N. Smagin, S.A. Il'inskaya, D.I. Nazimova, I.F. Novosel'ceva, Yu.S. Cherednikova. Novosibirsk, Nauka Publ, 1980, 336 p. (In Russ.)
- Tsendbazar N., Herold M., Li L., Tarko A., Bruin S. de, Masiliunas D., Lesiv M., Fritz S., Buchhorn M., Smets B., Kerchove R. Van De, Duerauer M. Towards operational validation of annual global land cover maps. *Remote of Environment*, 2021, no. 266, 112686, doi: org/10.1016/j.rse.2021.112686.
- USGS. Earth Explorer. Available online: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.
- Valendik E.N., Kisilyakhov E.K., Ryzhkova V.A., Ponomarev E.I., Danilova I.V. Krupnye pozhary v taezhnykh landshaftah Central'noj Sibiri [Conflagration Fires in Taiga Landscapes of Central Siberia]. *Geografiya i prirodnye resursy = Geography and Natural Resources*, 2014, no. 35 (1), pp. 41–47, doi: 10.1134/S1875372814010065. (In Russ.)

УДК: 528.88

DOI: 10.24412/2658-4441-2021-4-51-58

А.Ф. ЧУЛЬДУМ

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

ПОЛУЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ТУВЫ НА ПЛАТФОРМЕ Google Earth Engine

В настоящей работе построены карты средних значений вегетационных индексов NDVI, SAVI, ARVI, EVI, GCI, NBR, SIPI по территории республики Тыва с мая по сентябрь на период с 2000 по 2020 годы с использованием открытой облачной платформы для геопространственного анализа данных Google Earth Engine (GEE). Изучена динамика вегетационных индексов по времени. Перечислены преимущества использования открытой платформы GEE для доступа к данным дистанционного зондирования (ДЗЗ), построению карт, геопространственного анализа данных.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, вегетационные индексы, NDVI, SAVI, ARVI, EVI, GCI, NBR, SIPI, Google Earth Engine.

Рис. 3. Библ. 11 назв. С. 51–58.

A.F. CHULDUM

Tuvian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

OBTAINING VEGETATION INDICES FOR TUVA ON THE Google Earth Engine PLATFORM

Maps of the average values of the vegetation indices NDVI, SAVI, ARVI, EVI, GCI, NBR and SIPI for the territory of the Republic of Tuva from May to September for the period from 2000 to 2020 were built using an open-source cloud platform for geo-

spatial data analysis Google Earth Engine (GEE). The dynamics of vegetation indices over time has been studied. The advantages of using the open GEE platform for access to remote sensing data (ERS), mapping, geospatial data analysis are listed.

Keywords: remote sensing, vegetation indices, NDVI, SAVI, ARVI, EVI, GCI, NBR, SIPI, Google Earth Engine.

Figures 3. References 11. P. 51–58.

ВВЕДЕНИЕ. В последние годы для изучения состояния растительного покрова земли кроме наземных всё чаще и глубже привлекаются данные и методы космического дистанционного мониторинга земли (ДЗЗ) (Kurbanov, Zakharova, 2020).

Эти данные, как правило, содержат оцифрованные и преобразованные растровые данные интенсивностей отражённых электромагнитных волн в видимом и инфракрасном диапазонах определённых участков поверхности земли, полученных космическими аппаратами в определённое время и переданные на землю. В зависимости от установленных на космических аппаратах регистрирующих приёмников и аппаратуры, диапазон электромагнитного излучения разделён на каналы, где ответственна своя полоса частот. Собранные данные ДЗЗ различных проектов и миссий полётов космических станций обрабатываются различными ответственными организациями и хранятся в дата-центрах в различных форматах, в различной степени доступности. Многие научные и коммерческие организации создают свои центры хранения данных, где обрабатывают, накапливают, преобразуют исходные данные космического зондирования. Одной из таких является корпорация Google, предоставляющая открытую платформу для ДЗЗ Google Earth Engine.

Google Earth Engine (GEE) (Welcome to Google ...: электрон. ресурс) — это облачная платформа для геопространственного анализа больших данных в планетарных масштабах. Она позволяет использовать огромные вычислительные мощности компании Google, состоящие из суперкомпьютеров, объединённых в различные кластеры серверов для высокопроизводительных параллельных вычислений и больших дата-центров для хранения огромного многообразия информационных данных. Она предназначена для выполнения самых разнообразных научных исследований и решений задач: в области сельского хозяйства, лесоводства, картографии, геологии, изменения климата и защиты окружающей среды, эпидемий, стихийных бедствий, потерь лесов, засухи, наводнений, продовольственной безопасности, управления водными ресурсами и и т. д. Большая часть каталога данных состоит из полных архивов изображений дистанционного зондирования Земли, полученными миссиями спутников серии Landsat 1–8, Sentinel 1, 2, 3, 5 Р с различными уровнями обработки начиная с 1960-х годов по настоящее время. Архив постоянно пополняется петабайтами данных в день. В портале GEE имеется удобная среда разработчика программ (API), где можно создавать программы (скрипты) на языках JavaScript и Python. Созданные скрипты для работы с большими данными выполняются на многих серверах Google используя все преимущества параллельного программирования. Это даёт разработчикам значительно экономить время по работе с большими данными. Используя массив данных ДЗЗ можно изучать и оценивать состояние почвы, растительности на участке поверхности земли, строить определённые вычисляемые по данным ДЗЗ показатели состояния. Одними из таких показателей являются так называемые вегетационные индексы.

Вегетационный индекс (ВИ) — это показатель, получаемый в результате комбинаций данных интенсивностей отражения спектральных каналов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) для каждого пиксела растра изображения местности (Сутырина, 2013, с. 124–139). Формулы этих комбинаций получают по эмпирическим закономерностям и позволяют полнее выделить разные характерные особенности состояния растений и почвы. Известны уже несколько сотен таких индексов, эффективно используемых в науках о земле, землепользовании и в народном хозяйстве (см. напр.: Зеньков и др., 2017) Изучая значения этих индексов для различных типов рас-

тельности, почв, территорий поверхности земли, специалисты могут оценить их состояние для дальнейшего анализа и построения моделей (Госсен и др., 2016).

Целью данной работы является построение некоторых вегетационных индексов для территории Тувы в разные годы с использованием открытой платформы GEE.

В настоящей работе нами были построены некоторые распространённые вегетационные индексы по (для) территории Тувы за период с 2000 по 2020 гг. Данный период был выбран для изучения взаимосвязей и сопоставления с некоторыми наземными данными полевых измерений за тот же период. Были выбраны следующие вегетационные индексы, значения которых чувствительны к изменениям состояния почв и растительности: NDVI, SAVI, ARVI, EVI, GCI, NBR, SIPI.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Для построения карт вегетационных индексов в среде GEE предварительно были загружены в каталог ASSET платформы GEE файлы границы Тувы в формате шейп-файлов полигонов. Далее были созданы скрипты на языке JavaScript платформы GEE. Источником данных явились обработанные и преобразованные данные миссии Landsat размещённые в каталоге Google Earth Engine под названием LANDSAT/LE07/C01/T1_TOA. Эти данные отфильтровывали по времени (напр., 2005–2010 гг.) и по пространству (внутри границы Тувы) встроенными функциями среды. Для вычислений индексов были созданы пользовательские функции в скрипте. Для индексов использовались общеизвестные формулы со следующими значениями параметров:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red}),$$

$$\text{SAVI} = (1 + L) \times (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red} + L), L = 0.2,$$

$$\text{ARVI} = (\text{NIR} - (2 \times \text{Red}) + \text{Blue}) / (\text{NIR} + (2 \times \text{Red}) + \text{Blue}),$$

$$\text{EVI} = 2.5 \times ((\text{NIR} - \text{Red}) / ((\text{NIR} + (C1 \times \text{Red}) - (C2 \times \text{Blue}) + L))), C1 = 6, C2 = 7.5, L = 1,$$

$$\text{GCI} = (\text{NIR}) / (\text{Green}) - 1,$$

$$\text{NBR} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR}),$$

$$\text{SIPI} = (\text{NIR} - \text{Blue}) / (\text{NIR} - \text{Red}),$$

где NIR, Red, Blue, Green — названия каналов Landsat 7, C1, C2; L — устанавливаемые параметры. Программа в дальнейшем из сформированного набора изображений вычисляла среднее значение индекса по каждому пикселу, максимальное и минимальное значения по всему массиву для построения шкалы легенды карты и дополнительной верификации.

Далее функциями создания и построения вычисленных карт, изображения выводились в браузер. Скриншот экрана с полученным изображением сохраняли на диске. Таким образом были получены файлы карт семи индексов осреднённые за пятилетия: 2000–2005, 2005–2010, 2010–2015, 2015–2020 гг. Дополнительно были построены карты индексов GCI, ARVI, соответствующие осреднённым показателям за май–июнь, июнь–июль, июль–август, август–сентябрь на пятилетия 2000–2005, 2005–2010 гг. Применяемые процедуры усреднения и выбор перекрывания интервалов дат связаны с тем, что снимки участков космической аппаратуры происходят всего два раза в месяц и в разные дни месяцев в различные годы, соответственно получаемые одиночные картины участков недостаточны для корректного сравнения и сопоставления.

Следует отметить, что если построение одной такой карты для территории Тувы производить на обычном персональном компьютере, понадобилось бы приблизительно несколько недель, а на платформе GEE отлаженный скрипт выполняется несколько секунд, и то только на возврат браузеру изображения! Затраты времени определяются в основном временем разработки программных скриптов. Ещё одним преимуществом API GEE является наличие большого количества готовых библиотек алгоритмов и методов по работе с геопривязанными изображениями, матрицами и коллекциями разнообразных данных, а также возможность свободного прозрачного обмена текстами программных скриптов через разнообразные форумы пользователей в облачном сервисе GEE. Для конкретного разработчика дополнительно предоставляется система

контроля версий, которая даёт возможность восстановления своих действий и данных с момента регистрации пользователя в облачной среде.

Недостатком данной платформы в настоящее время, как нам кажется, является ограничение по размеру файла скачиваемого растрового изображения полученного результата в формате GeoTiff, для возможной в дальнейшем обработки в других настольных программах ГИС. Этот недостаток частично можно преодолеть сегментацией большого изображения на малые и их раздельного скачивания.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. На *рисунках 1–3* в качестве примера представлены некоторые из карт средних вегетационных индексов, полученных осреднением в разные периоды.

EVI (Enhanced Vegetation Index) — это усовершенствованный улучшенный индекс биомассы растений, представляющий собой модификацию индекса NDVI. Этот индекс при оценке состояния растений имеет преимущества, поскольку влияние почвы и атмосферы в значениях данного индекса минимизировано (Лобанов и др., 2020). EVI позволяет оценивать состояние растений, как в условиях густого растительного покрова, так и в условиях разреженной растительности. Значения лежат в пределах от -1 до +1. *Рисунок 1* качественно иллюстрирует и отчётливо выделяет области, которые были покрыты растительностью в летнее время и где шёл интенсивный набор биомассы (жёлтый цвет). Более тонкое изучение вариаций значений этого показателя в разное время может позволить исследователям оценивать состояние растительности (Малинников, Хатиб, 2021).

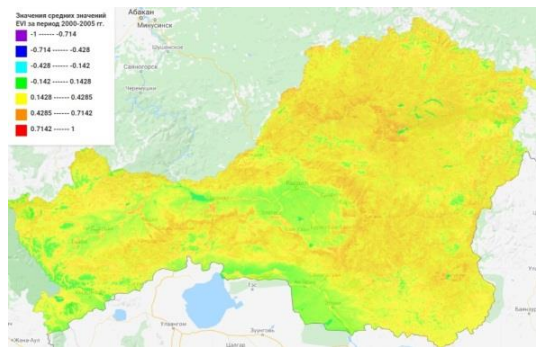


Рисунок 1. Карта среднего вегетационного индекса EVI за период 2000–2005 гг.

Вегетационный индекс SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index) (см. *рис. 2*) часто используется для уточнения границ в случае преобладания травянистой растительности (Huete, 1988).

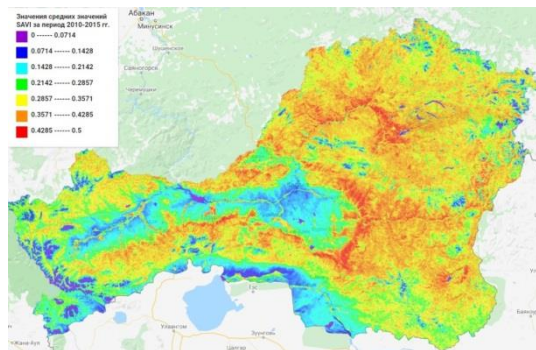


Рисунок 2. Карта среднего вегетационного индекса SAVI за период 2000–2005 гг.

Рисунок 2 иллюстрирует чётко выделенные границы разного типа растительности по Республике Тыва.

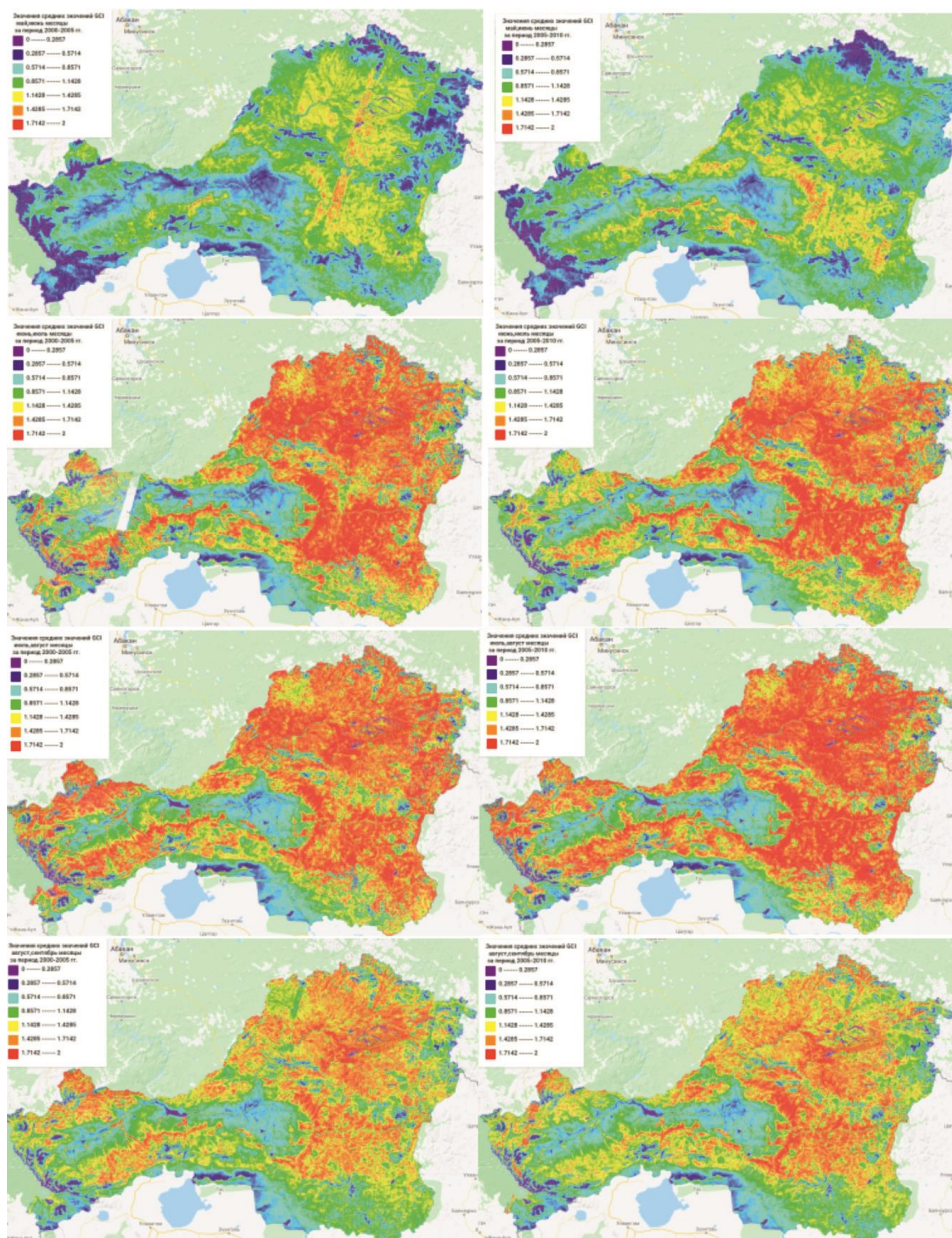


Рисунок 3. Карта среднего вегетационного индекса GCI за периоды 2000–2005 гг. и 2005–2010 гг. (пояснение в тексте статьи)

На *рисунке 3* представлены последовательные, осреднённые по скользящему двухмесячному периоду карты значения индекса GCI. По вертикали сверху вниз соответственно: май – июнь, июнь – июль, июль – август, август – сентябрь.

Левая половина рисунка соответствует периоду 2000–2005 гг., правая — 2000–2005 гг. Индекс GCI (Green Chlorophyll Index) чувствителен к содержанию хлорофилла в листьях у различных видов растений и отражает физиологическое состояние растительности. Показатель снижается у растений, подвергшихся стрессу, и поэтому может использоваться в качестве измерения здоровья растений. По *рисунку 3* можно

проследить как от весны (верхняя часть рисунка) к осени (нижние части рисунка) возрастают и убывают значения этого индекса для растительного покрова. По едва заметным изменениям левой половины соответствующей 2000–2005 годам от правой половины, соответствующей 2005–2010 годам, можно качественно оценить изменения состояния растительного покрова за пятилетие. Так, на *рисунке 3* видны отдельные участки внутри областей лесного массива, подвергавшихся пожарам в это пятилетие. Верификация и уточнение границ пожаров также возможна, напр., по результатам (Куулар и др., 2021). Линейные артефакты на рисунке объясняются происшедшими время от времени смещениями спутников от орбиты. Более детальное изучение значений показателей индексов в будущем позволит более детально изучить состояние почв и растительности по построенным картам ВИ для различных участков местности. В частности, наличие на платформе готовых алгоритмов автоматической кластеризации позволяет легко провести намного лучшую процедуру кластеризации чем, напр., в (Чульдум, 2019).

Использование временной динамики этих показателей открывает широкие возможности для моделирования состояния биосферы (Кустов и др., 2018).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, платформа GEE является удобной средой для тех, кто имеет дело с геоинформатикой и даёт следующие преимущества:

1. Нет необходимости искать, загружать и хранить большое количество данных дистанционного зондирования земли из космоса в дисках персонального компьютера — все они будут под рукой в каталогах облачных хранилищ.
2. Не требуется отдельно вычислять индексы для нескольких сотен и тысяч снимков и строить результирующую мозаику из блоков (по причине недостатка оперативной памяти для персональных компьютеров, требуется сотни гигабайт) — на серверах они распараллеливаются, вычисляются независимо и объединяются в одно результирующее изображение мгновенно.
3. Для большинства типичных задач обработки космических изображений отпадает необходимость покупки дорогостоящих программных продуктов ГИС.
4. Наличие большого количества серверов Google с суперкомпьютерами с параллельной обработкой можно решать сложные многоэтапные задачи вплоть до планетарного масштаба за минимальное время.
5. Наличие среды разработки с системой контроля версий даёт разработчикам удобный сервис для создания библиотеки собственных скриптов для решения разнообразных задач геоинформатики.

К недостаткам следует отнести ограничение размера загружаемых с сервера промежуточных результатов геообработки изображений ДЗЗ в формате GeoTiff и обязательное наличие интернет связи для разработчика.

Построенные электронные карты вегетационных индексов: NDVI, SAVI, ARVI, EVI, GCI, NBR, SIPI для Республики Тыва могут найти применение при изучении состояния почв и растительности для биологов, экологов, географов и других специалистов областей наук о земле.

ЛИТЕРАТУРА

- Госсен И.Н., Кулижский С.П., Данилова Е.Б., Соколов Д.А. Бонитировочный подход к оценке почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов Сибири (на примере отвалов антрацитовых, каменноугольных и буроугольных месторождений) // Вестн. Новосибирского гос. аграрного ун-та. – 2016. – № 2. – С. 71–82.
- Зеньков И.В., Баркова В.И., Нефедов Б.Н., Логинова Е.В., Ямских И.Е. Результаты полевых исследований и дистанционного мониторинга формирования экосистем на территории горно-промышленного ландшафта угольного разреза «Изыхский» // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – № 1. – С. 36–41.

- Кустов М.В., Зарубин О.А., Саулин В.А., Авдюшкина Ю.Н., Токарев А.А. Пространственно-временной анализ изменения состояния растительности по данным дистанционного зондирования земли (на примере зоны строительства юго-западного шоссе в г. Саранск) // Современные проблемы территориального развития. – 2018. – № 3. – С. 9.
- Куулар Х.Б., Чульдум А.Ф., Хертек С.Б., Намзын Ш.А. Пространственно-временное распределение весенней горимости растительного покрова республики Тыва в 2000–2020 гг. // Природные ресурсы, среда и общество: Электрон. науч. журн. [Электрон. ресурс]. – 2021. – № 2 (10). – С. 18–22. – Режим доступа: <http://tikopr-journal.ru/images/2021/02/ART/02.pdf>, свободный.
- Лобанов Г.В., Чарочкина А.Ю., Авраменко М.В., Дроздов Н.Н. Ландшафтная интерпретация различий сезонной динамики вегетационного индекса EVI поверхности пахотных земель Брянской области // Вестн. северо-восточного федерального ун-та им. М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле. – 2020. – № 3 (19). – С. 25–35.
- Малинников В.А., Хатиб А. Анализ информативности зональных и индексных спутниковых изображений в детектировании деградации средиземноморских лесов // Мониторинг. Наука и технологии. – 2021. – № 2 (48). – С. 47–52.
- Сутырина Е.Н. Дистанционное зондирование Земли: Учеб. пособие. – Иркутск: ИГУ, 2013. – 165 с.
- Чульдум А.Ф. Мягкая кластеризация методом с-средних особенностей растительности и почвы участков Тувы по многозональным космоснимкам // Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура: Материалы III-й Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 25-летию ТувИКОПР СО РАН и 45-летию академической науки в Туве (23–25.10.2019, Кызыл, Россия) / Под общ. ред. Г.Ф. Балакиной; отв. ред. В.О. Ооржак [Электрон. ресурс: март 2020]. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2019. – С. 393–397. – Режим доступа: <http://www.tikopr.sbras.ru/>, свободный.
- Huete A.R. A Soil — Adjusted Vegetation Index (SAVI) // Remote Sensing of Environment. – 1988. – Vol. 25. – № 3. – P. 295–309.
- Kurbanov R.K., Zakharova N.I. Application of vegetation indexes to assess the condition of crops // Agricultural Machinery and Technologies. – 2020. – Т. 14. – № 4. – С. 4–11. – DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-4-11.
- Welcome to Google Earth Engine. – Available at: <https://developers.google.com/earth-engine>.

REFERENCES

- Chul'dum A.F. Myagkaya klasterizatsiya metodom s-srednikh osobennostey rastitel'nosti i pochvy uchastkov Tuvy po mnogo-zonal'nym kosmosnimkam [Soft clustering by the method of c-average characteristics of vegetation and soil in Tuva areas based on multispectral satellite images]. Regional'naya ekonomika: tekhnologii, ekonomika, ekologiya i infrastruktura [Regional economy: technologies, economics, ecology and infrastructure]: Proceedings of the III International scientific-practical conference, dedicated 25th anniversary of TuvIENR SB RAS and 45th anniversary of academic science in Tuva (23–25.10.2019, Kyzyl, Russia) / ed by G.F. Balakina; V.O. Oorzhak. Kyzyl, TuvIENR SB RAS, 2019, pp. 393–397. Available at: <http://www.tikopr.sbras.ru/>. (In Russ.)
- Gossen I.N., Kulizhskiy S.P., Danilova Ye.B., Sokolov D.A. Bonitirovochnyy podkhod k otsenke pochvenno-ekologicheskogo sostoyaniya tekhnogennykh landshaftov Sibiri (na primere otvalov antratsitovykh, kamennougol'nykh i burougol'nykh mestorozhdeniy) [A grading approach to assessing the soil-ecological state of technogenic landscapes in Siberia (on the example of dumps of anthracite, coal and brown coal deposits)]. Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University, 2016, no. 2, pp. 71–82. (In Russ.)
- Kustov M.V., Zarubin O.A., Saulin V.A., Avdyushkina Yu.N., Tokarev A.A. Prostranstvenno-vremennoy analiz izmeneniya sostoyaniya rastitel'nosti po dannym distantsionnogo zondirovaniya zemli (na primere zony stroitel'stva yugo-zapadnogo shosse v g. Saransk) [Spatial and time analysis of changing in the vegetation condition by earth remote sensing data (on the example of the building zone along the south-west highway in Saransk)]. Sovremennyye problemy territorial'nogo razvitiya = Modern problems of territorial development, 2018, no. 3, pp. 9. (In Russ.)
- Kuular Kh.B., Chul'dum A.F., Khertek S.B., Namzyn Sh.A. Prostranstvenno-vremennoye raspredeleniye vesenney gorimosti rastitel'nogo pokrova respubliky Tyva v 2000–2020 gg. [Spatial-

- temporal distribution of spring wildfire danger in Tyva Republic within 2000–2020 years]. *Prirodnyye resursy, sreda i obshchestvo = Natural resources, environment and society*, 2021, no. 2 (10). pp. 18–22. Available at: <http://tikopr-journal.ru/images/2021/02/ART/02.pdf>. (In Russ.)
- Lobanov G.V., Charochkina A.Yu., Avramenko M.V., Drozdov N.N. Landshaftnaya interpretatsiya razlichiy sezonnoy dinamiki vegetatsionnogo indeksa EVI poverkhnosti pakhotnykh zemel' Bryanskoy oblasti [Landscape interpretation of differences in the seasonal dynamics of the vegetation index EVI of the surface of arable land in the Bryansk region]. *Vestnik severo-vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya: Nauki o Zemle = Bulletin of the North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov. Series: Earth Sciences*, 2020, no. 3 (19), pp. 25–35. (In Russ.)
- Malinnikov V.A., Khatib A. Analiz informativnosti zonal'nykh i indeksnykh sputnikovykh izobrazheniy v detektirovaniy degradatsii sredizemnomorskikh lesov [Analysis of the information content of zonal and index satellite images in detecting the degradation of Mediterranean forests]. *Monitoring. Nauka i tekhnologii = Monitoring. Science and technology*, 2021, no. 2 (48), pp. 47–52. (In Russ.)
- Neverova O.A., Yeremeyeva N.I. *Opyt ispol'zovaniya bioindikatorov v otsenke zagryazneniya okruzhayushchey sredy. Analiticheskiy obzor [Experience of using bioindicators in assessing environmental pollution. Analytical review]*. – Novosibirsk, GPNTB, 2006, 88 p. (In Russ.)
- Sutyryna Ye.N. *Distantsionnoye zondirovaniye Zemli [Remote sensing of the Earth]: allowance*. Irkutsk, Irkutsk State University, 2013, 165 p. (In Russ.)
- Zen'kov I.V., Barkova V.I., Nefedov B.N., Loginova Ye.V., Yamskikh I.Ye. Rezul'taty polevykh issledovaniy i distantsionnogo monitoringa formirovaniya ekosistem na territorii gornopromyshlennogo landshafta ugol'nogo razreza «Izykhskiy» [Results of field research and remote monitoring of the formation of ecosystems on the territory of the mining landscape of the Izykhsky coal mine]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii = Ecology and Industry of Russia*, 2017, vol. 21, no. 1, pp 36–41. (In Russ.)
- Huete A.R. A Soil — Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*. – 1988, vol. 25, no. 3, pp. 295–309.
- Kurbanov R.K., Zakharova N.I. Application of vegetation indexes to assess the condition of crops // *Agricultural Machinery and Technologies*, 2020, vol. 14, no. 4, pp. 4–11, doi 10.22314/2073-7599-2020-14-4-4-11.
- Welcome to Google Earth Engine. Available at: <https://developers.google.com/earth-engine>.

РАЗДЕЛ V

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

[AGRICULTURE: THEORY AND PRACTICE]

УДК: 63.05.37.012.7

DOI: 10.24412/2658-4441-2021-4-59-62

Л.М. КОКОЛОВА

Якутский научный центр СО РАН, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова (Якутск, Россия)

ПРОФЕССОР МИХАИЛ ГРИГОРЬЕВИЧ САФРОНОВ — РУКОВОДИТЕЛЬ, ОБЩЕСТВЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ, УЧЁНЫЙ И ОРГАНИЗАТОР СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

*105-летию Михаила Григорьевича Сафронова,
профессора, доктора ветеринарных наук
посвящается*

В статье представлены материалы о профессоре Михаиле Григорьевиче Сафронове, известном учёном, организаторе сельскохозяйственной науки в Якутии, более 28 лет руководившем Якутским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства. Трудовой путь он начал в 1956 г. заведующим отделом ветеринарии, заместителем директора института по науке, в 1961 г. назначен директором. За годы его руководства научно-исследовательский институт был укомплектован высококвалифицированными научными кадрами. Михаилу Григорьевичу удалось объединить научные исследования самых разных направлений, институт начал проводить совершенно новый комплексный метод исследований и стал одним из ведущих научных учреждений в аграрной науке на северо-востоке страны.

Ключевые слова: Михаил Григорьевич Сафронов, юбилей, руководитель, учёный, гельминтология, лаборатория гельминтологии, исследования.

Фото 1. Библ. 3 назв. С. 59–62.

L.M. KOKOLOVA

Yakut Scientific Research Institute of Agriculture (Yakutsk, Russia)

PROFESSOR MIKHAIL G. SAFRONOV — LEADER, PUBLIC FIGURE, SCIENTIST AND ORGANIZER OF AGRICULTURAL SCIENCE IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

*Dedicated to 105th anniversary of
Mikhail Grigorievich Safronov,
professor, doctor of veterinary sciences*

The article presents materials about Professor Mikhail G. Safronov, a well-known scientist, organizer of agricultural science in Yakutia. Mikhail Grigoryevich headed the Yakutsk Research Institute of Agriculture for more than 28 years, began his work in 1956 as head of the Veterinary Department, Deputy director of the Institute for Sci-

ence, in 1961 became director of the Institute and over the years of his work the research institute was staffed with highly qualified scientific personnel. During his work as director of the institute, Mikhail Grigoryevich managed to combine scientific research in various directions, began to carry out a completely new comprehensive research method, the institute became one of the leading scientific institutions in the north-east of the country in agricultural science.

Keywords: Mikhail Grigoryevich Safronov, anniversary, head, scientist, helminthology, laboratory of helminthology, research.

References 3. P. 59–62.

Хочется начать воспоминание к 105-летию учёного Михаила Григорьевича Сафронова словами академика К.И. Скрябина «Я считаю себя счастливым тогда, когда я способен полноценно, запоем, научно работать, думать, созидать, когда творческая мысль бьёт ключом, волнуется, рождает новые идеи, касающиеся моей красивой, многогранной гельминтологии...».

Михаил Григорьевич родился 24 ноября 1916 года в Мальжагарском наслеге Нюрбинского улуса. В 1934 г. он закончил школу в с. Мальжагар, в 1938 г. успешно закончил сельскохозяйственный рабфак г. Якутска. Как отличник он был направлен на учёбу в Московскую сельскохозяйственную академию им. К.А. Тимирязева. Учёба была прервана началом Великой Отечественной войны. В сентябре 1942 года был призван в Красную армию и был направлен на 3-й курс Военно-ветеринарной академии РККА (ныне Военно-ветеринарный институт МО России) (Неустроев, 2007). Участник Великой Отечественной и Советско-японской войн, ему присвоено звание майора ветеринарной службы (Коколова, 2017). После войны служил до 1950 года в Военно-ветеринарной академии, во время службы в армии закончил заочно зоотехнический факультет Новосибирского сельскохозяйственного института (ныне Новосибирский государственный аграрный университет).



Идея создания опытной станции родилась ещё во второй половине XIX века, но осуществлена была лишь 8 апреля 1927 г. В Якутии без создания сети стационарных научных учреждений, развития аграрной науки, развития сельское хозяйство было невозможно. Работники опытной станции понимали, что сельскохозяйственная наука должна быть тесно связана с землёй. В 1939 г. на базе опытной станции были организованы Государственная селекционная станция и Республиканская животноводческая опытная станция, на основе которой в 1956 году был организован Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

Михаил Григорьевич в 1950–1958 гг. работал директором научно-исследовательской ветеринарной станции. В 1955 году защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата ветеринарных наук, был назначен заведующим ветеринарным отделом Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства (ЯНИИСХ), в 1960 году — заместителем директора ЯНИИСХ, а в 1961 году — директором. В этом же году стал первым заместителем министра сельского хозяйства Якутской АССР. Михаил Григорьевич совмещал руководство крупным институтом и научную работу с государственной и общественной деятельностью. Избирался депутатом VI, VII и VIII созывов Верховного Совета Якутской АССР, где являлся членом Президиума и председателем постоянной комиссии по сельскому хозяйству. Был членом ревизионной комиссии Якутского областного комитета КПСС, председателем республиканского комитета защиты мира, заместителем председателя Якутского об-

щества «Знание», членом Совета по проблемам Севера при Президиуме ВАСХНИЛ, проблемного Совета СО ВАСХНИЛ по сельскому программному освоению Крайнего Севера, членом редколлегии научно-популярных журналов «Земля Сибирская, Дальневосточная», «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», «Энциклопедия Якутии». В 1972 году защитил докторскую диссертацию на тему «Научно-теоретические обоснования противогельминтозных мероприятий в животноводстве Якутии» (Сафронов, 1972).

М.Г. Сафронов удостоен многих государственных наград: двух орденов «Знак почёта» (1966, 1971), ордена «Отечественной войны II степени» (1985), медалей «За победу над Японией», «За доблестный труд», «В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», «За строительство Байкало-Амурской магистрали», «30 лет Советской Армии и Флота», многих юбилейных медалей за победу в Великой Отечественной войне, а также золотых медалей ВДНХ, почётных грамот Якутского обкома КПСС, Верховного Совета ЯАССР. Имя Михаила Григорьевича занесено в «Книгу Почёта» Госагропрома ЯАССР.

Он исполнял обязанности не только заместителя министра сельского хозяйства и заготовок, но и заместителя председателя Госагропрома ЯАССР по науке, был членом коллегии МСХ ЯАССР. В 1986–1988 годах, когда институт был переименован в НПО «Якутское», был его генеральным директором, директором Якутского НИИСХ до 1989 года, а затем, до 1993 года — научным консультантом и главным научным сотрудником отдела ветеринарии. За годы работы директором Михаил Григорьевич укомплектовал институт высококвалифицированными научными кадрами, ему удалось объединить самые разные направления исследований, институт стал одним из ведущих научных учреждений северо-востока страны.

Основным научным направлением М.Г. Сафронова была ветеринарная гельминтология, он возглавлял исследования по паразитологии, под его руководством изучали паразитофауну крупного рогатого скота, якутских табунных лошадей, домашних северных оленей, овец и плотоядных животных. Были изучены самые актуальные вопросы краевой эпизоотологии, вопросы профилактики и борьбы с диктиокаулёзом и тениаринхозом крупного рогатого скота, параскаридозом лошадей табунного содержания, особо опасными зоонозами эхинококкозом и альвеококкозом. Под руководством Михаила Григорьевича были разработаны научно-теоретические обоснования противогельминтозных мероприятий в животноводстве Якутии. Михаилом Григорьевичем опубликовано более 180 научных работ по гельминтологии и вопросам сельскохозяйственной науки в Якутии, он соавтор раздела «Сельское хозяйство» в «Энциклопедии Якутии» (2007). Михаил Григорьевич преподавал на сельскохозяйственном факультете Якутского государственного университета, в Якутском сельскохозяйственном институте. В 1999 году организована Малая сельскохозяйственная академия ЯНИИСХ, и с 2001 года проводится научно-практическая конференция «Сафроновские чтения», она является результатом взаимодействия научных и образовательных учреждений, учёных, педагогов, аспирантов, студентов и учащихся Республики Саха (Якутия) и других регионов России.

В лаборатории гельминтологии ЯНИИСХ его ученики продолжают работу, развивая заложенные профессором М.Г. Сафроновым направления научных исследований. В настоящее время изыскания лаборатории направлены на получение новых знаний в области паразитологии, гельминтологии, экологии и биологии, биотехнологии. Изучаются закономерности формирования фауны паразитов у домашних и диких животных, выявляются механизмы циркуляции инвазионного процесса в условиях вечной мерзлоты и экстремально низких температур Якутии. Ведётся много исследований для обеспечения устойчивого ветеринарного благополучия сельскохозяйственных животных, повышения продуктивности и улучшения качества продукции животноводства, охраны здоровья населения и защиты окружающей среды от загрязнения возбудителями особо опасных паразитозов.

По истечении времени я понимаю, с каким талантливым организатором, руководителем и учёным начала свою научную деятельность, столько достойных советов, касающихся исследовательской работы и житейских вопросов подарил мне Михаил Григорьевич. Он помог достичь первых успехов, я осталась преданной научной школе гельминтологии, и надеюсь, что оправдала его доверие.

Сейчас со мной работают мои ученики, наш коллектив вписан в Золотую кафедру России. Научные исследования, выполненные сотрудниками лаборатории, признаны Европейским научным и индустриальным консорциумом как лучшие научные разработки. Кроме того, коллектив лаборатории неоднократно удостоивался чести быть победителем региональных и международных грантов, совместно с коллегами из Польши, Германии, Финляндии и Японии проводятся международные исследования по инвазионным болезням сельскохозяйственных животных. Уверена, что научная школа М.Г. Сафронова находится в надёжных руках его учеников и последователей, передающих его идеи и свои знания подрастающему поколению гельминтологов, что является достойным вкладом и доказывает жизнестойкость и созидательную силу его научных идей. И это самое главное!

ЛИТЕРАТУРА

- Неустроев М.П. Организатор сельскохозяйственной науки в Якутии // Наука и техника Якутии. – 2007. – № 1 (12). – С. 86–89.
- Кокколова Л.М. Сафронов Михаил Григорьевич, к 100 летнему юбилею // Российский паразитологический журн. – 2017. – № 1. – С. 90–91.
- Сафронов М.Г. Научно-теоретические обоснования противогельминтозных мероприятий в животноводстве Якутии: Автореф. ... докт. вет. наук. – Якутск, 1972. – 36 с.

REFERENCES

- Neustroyev M.P. Organizator sel'skokhozyaystvennoy nauki v Yakutii [Organizer of agricultural science in Yakuti]. *Nauka i tekhnika Yakutii = Science and technology of Yakutia*, 2007, no. 1 (12), pp. 86–89. (In Russ.)
- Kokolova L.M. Safronov Mikhail Grigor'yevich, k 100 letnemu yubileyu [Safronov Mikhail Grigorievich, to the 100th anniversary]. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurn. = Russian parasitological journal*, 2017, no. 1, pp. 90–91. (In Russ.)
- Safronov M.G. *Nauchno-teoreticheskiye obosnovaniya protivogel'mintoznykh meropriyatiy v zhivotnovodstve Yakutii* [Scientific and theoretical substantiation of anthelmintic measures in animal husbandry in Yakutia]: Abstract of Dis. ... Doctor of Veterinary Science. Yakutsk, 1972, 36 p.

Л.М. КОКОЛОВА, Л.Ю. ГАВРИЛЬЕВА, С.С. СЛЕПЦОВА

Якутский научный центр СО РАН; Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова (Якутск, Россия)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ ЛОШАДЕЙ ТАБУННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПРИ КРУГЛОГОДИЧНОМ ПАСТБИЩНОМ СОДЕРЖАНИИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

Территория Якутии располагает обширными земельными и пастбищными угодьями, используемыми в отраслях земледелия и животноводства, достаточным потенциалом развития продуктивного табунного коневодства. Особое внимание в статье уделено качествам якутской лошади, приспособленной к суровым климатическим, экстремальным условиям Якутии, возможности получения достаточно высоких показателей производства продукции в табунном коневодстве. Также авторы указывают, что состояние лошадей и их благополучная зимовка при круглогодичном пастбищном содержании зависит не только от погодных и климатических условий, но и от своевременного проведения профилактики и лечения распространенных паразитарных болезней. Авторами статьи предлагается ранняя диагностика паразитарных заболеваний лошадей, проведение своевременных и эффективных лечебных мероприятий и улучшение ветеринарно-зоотехнического обслуживания в коневодческих хозяйствах республики. Республика Саха (Якутия) с её экстремальными условиями считается одним из сложных регионов для ведения сельского хозяйства.

Ключевые слова: экология, лошади, Якутия, экстремальные условия, пастбищное содержание, паразитарные болезни.

Фото 3. Библ. 11 назв. С. 63–69.

L.M. KOKOLOVA, L.Yu. GAVRILIEVA, S.S. SLEPTSOVA

*Yakut Scientific Research; Institute of Agriculture named after M.G. Safronov
(Yakutsk, Russia)*

ORGANIZATION OF ECOLOGICAL WELFARE OF HERD HORSES WITH YEAR-ROUND PASTURE KEEPING IN EXTREME CONDITIONS OF YAKUTIA

The territory of Yakutia has extensive land and pasture lands used in agriculture and animal husbandry, the republic also has sufficient potential for the development of productive herd horse breeding. Special attention is paid to the qualities of the Yakut horse adapted to the harsh climatic, extreme conditions of Yakutia, the possibility of obtaining sufficiently high production rates in herd horse breeding, the author also points out that the condition of horses and their safe wintering depends not only on weather and climatic conditions, but also the prevention and treatment of common parasitic diseases. Ecological well-being with year-round pasture maintenance of Yakut horses in extreme conditions depends on the timely implementation of preventive and therapeutic measures. The author of the article suggests earlier diagnostics of parasitic horses, carrying out timely and effective therapeutic measures and improving veterinary and zootechnical services in horse breeding farms of the republic. The Republic of Sakha (Yakutia) with its extreme conditions is considered as one of the most difficult regions for farming.

Keywords: ecology, horses, Yakutia, extreme conditions, pasture maintenance, parasitic diseases.

Photos 3. References 11. P. 63–69.

ВВЕДЕНИЕ. Якутия по поголовью табунных лошадей занимает первое место в Российской Федерации. На протяжении столетий лошадь занимает одно из самых главных мест в жизни и быту якутов, использующих её как рабочее, мясное и молочное животное. Здесь выращиваются лошади якутских пород, выносливые и устойчивые к суровым, экстремальным условиям окружающей среды. Лошади, находясь под постоянным воздействием неблагоприятных климатических факторов, в процессе своего развития на протяжении тысячелетий выработали высокие адаптационные качества: способность к тебенёвке, высокую выносливость и неприхотливость к кормам. Они обладают высокой нагульной и нажировочной способностью, за короткий летний сезон накапливают большое количество жира, который служит энергетическим запасом в критические периоды тебенёвки. Табунное коневодство является высокорентабельной отраслью животноводства. Влияние низких температур (до -50°C) на организм лошадей в зимнее время, недостаток подножных кормов, их низкое качество вызывают стресс, неблагоприятно отражающийся на ключевые хозяйственно полезные признаки, в частности, снижают продуктивность и деловой выход жеребят (Абрамов, 1977, 2000; Винокуров, 2001; Степанов, 2006). К марту у лошадей потеря живой массы может составлять до 20–22 %. Такие существенные потери характеризуются как стадия истощения, наносящая ущерб организму животных, особенно жеребых кобыл, и влекущая аборты или рождение слабого потомства (Иванов, 1993, 2004; Винокуров, 2002) (фото 1).



Фото 1. Лошади якутской породы на зимних пастбищах (на фото зафиксировано образование ледяного нароста на губах, который затрудняет добычу корма) (фото Л.М. Коколовой)

Здоровье лошади при круглогодичном пастбищном содержании зависит от погодных и климатических условий. Заболевания, вызываемые гельминтами, широко распространёнными на территории Якутии, являются одним из сдерживающих факторов увеличения поголовья лошадей и продуктивности коневодства, и причиняют значительный экономический ущерб. В настоящее время в республике деловой выход жеребят составляет в среднем 53 %, потери от низкого выхода исчисляются миллионами рублей (Пермякова, 2012).

Также установлено, что в организме животного чаще всего паразитирует не один гельминт, а несколько возбудителей, которые находятся в сложных взаимоотношениях как друг с другом, так и с организмом хозяина. На сегодняшний день заражённость лошадей Якутии гельминтами составляет 100 %, видовой состав представлен 49-ю видами гельминтов (Коколова и др., 2000).

По данным ветеринарной отчётности за 2019 г. в регионе установлено 103 неблагополучных пункта по паразитарным болезням лошадей, выявлено

381 голова больных животных, в 2020 г. отмечено снижение неблагополучных пунктов на 4,85 %, что составило соответственно 98 %, где были выявлены больные лошади.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Для проведения исследований были использованы разновозрастные лошади, разводимые в районах Центральной (Намский, Мегино-Кангасасский и Амгинский районы) и Западной зон (Сунтарский и Ньюрбинский районы) Республики Саха (Якутия). Исследованы свежевыделенные пробы фекалий лошадей флотационным методом в насыщенном растворе хлористого натрия по Фюллёборну (Метод, 1923) в количестве 590 шт. Интенсивность стронгилятозной, параскаридозной инвазии условно определяли по количеству яиц в поле зрения микроскопа, мазки рассматривали под малым увеличением: при этом, нахождение 10-ти яиц соответствовало слабой степени инвазии, 10–30 — средней и более 30-ти яиц — высокой. Для изучения наиболее распространённых гельминтозов лошадей проведено вскрытие 26-ти голов лошадей в возрасте старше 7-ми лет, 35 жеребят текущего года рождения и 12 голов молодняка в возрасте до 3-х лет. Матрикссы из содержимого кишечника получали путём промывания содержимого кишечника в специальном коническом цилиндре с ситами уменьшающегося диаметра, начиная с 0,5 см до 0,1 мм (Двойнос, 1973).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. В результате было определено 47 видов гельминтов, из них 3 вида цестод и 44 вида нематод, паразитирующих у лошадей табунного содержания. При определении видового состава гельминтов в Центральной и Западной зонах Якутии наиболее распространёнными и основными видами оказались: *Alfortia edentates*, *Delafondia vulgaris*, *Strongylus equinus* и многочисленные виды Trichonematidae. При вскрытии установлено: в Центральной и Западной зонах Якутии у 43-х особей паразитировали *Alfortia edentatus* (Looss, 1900; Skrjabini, 1933), что составило 58,9 %, при средней интенсивности инвазии $1314 \pm 35,2$ экз.; у 36-ти голов — *Delafondia vulgaris* (Looss, 1902), экстенсивность инвазии — 49,3 %, при среднем количестве до $1295 \pm 8,2$ экз.; у 68-ми голов — *Strongylus equinus* (Muller, 1784) — 87,7 %, при средней интенсивности инвазии $1161 \pm 31,4$ экз. на 1 особь.

Показатель экстенсивности стронгилятозной инвазии за май–июнь у молодняка в возрасте 3–6 мес. составил 100 %, у молодняка в возрасте 9–12 мес. в летнее время — 98,4 %, осенью — 95,2 %, в зимнее время года — 100 %; у молодняка до 2-х лет наблюдалось незначительное уменьшение инвазии в летнее время года — 81,2 %, осенью — 68,8 %, зимой — 62,5 %. У молодняка в возрасте 3-х лет фиксировался равный уровень инвазированности стронгилятами летом и осенью — 66,6 %, зимой инвазированность уменьшилась до 33,3 %. Заражённость жеребят *Parascaris equorum* составляет 63,8 % при интенсивности инвазии $13,2 \pm 1,1$ экз. В некоторых хозяйствах заражённость лошадей *P. equorum* достигает 100 %. Максимальная яйцепродукция *P. equorum* отмечена летом и осенью и составляет соответственно 11,7 и 11,2 тыс. экз. /сут. Пик инвазии отмечен в октябре–декабре, зимой заражённость лошадей *P. equorum* снижается.

Заражённость лошадей *Anoplocephala perfoliata* составляет в октябре 70 %, жеребят — 80 %. По результатам копроовоскопических исследований можно установить, что во всех коневодческих хозяйствах заражённость лошадей гельминтами встречается от 96,8 до 100 %. Регистрируемые особенно у жеребых кобыл и молодняка паразитарные заболевания достаточно часто вызывают побочный эффект, в частности, эндотоксикозы, повышение уровня предимплантационной смертности плода, замедление прироста массы тела жеребят (фото 2).



Фото 2. *Parascaris equorum* от заражённых жеребят
(фото Л.М. Коколовой)

В результате проведённых микробиологических исследований фекалий жеребят обнаружили интенсивный рост бифидобактерий, лактобактерий — $4,3 \pm 0,2 \times 10^4$ КОЕ/г, количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ) — $1,5 \pm 0,1 \times 10^5$ КОЕ/г, непатогенных стафилококков — $5,7 \pm 0,2 \times 10^4$ КОЕ/г, лактозоотрицательных эшерихий — $1,7 \pm 0,1 \times 10^3$ КОЕ/г. Отмечен высокий уровень содержания патогенных стафилококков — $1,04 \pm 0,1 \times 10^6$ КОЕ/г, отсутствие лактозоположительных эшерихий и интенсивный рост плесневых грибов рода *Mucor ramosissimus*.

У молодняка до 2-х лет в составе кишечной микрофлоры было обнаружено: низкий уровень бифидо- и лактобактерий — $4,8 \pm 0,3 \times 10^3$ КОЕ/г, МАФАНМ — $2,08 \pm 0,2 \times 10^5$ КОЕ/г, патогенных стафилококков — $4,8 \pm 0,3 \times 10^4$ КОЕ/г, лактозоотрицательных кишечных палочек — $2,4 \pm 0,3 \times 10^2$ КОЕ/г; отсутствие лактозоположительных кишечных палочек, интенсивный рост грибов рода *Mucor ramosissimus* и *Fusarium dimerum*. При исследовании на состав кишечной микрофлоры у молодняка до 3-х лет обнаружено: низкий уровень бифидо- и лактобактерий — $7,8 \pm 0,3 \times 10^3$ КОЕ/г, МАФАНМ — $3,08 \pm 0,2 \times 10^5$ КОЕ/г, патогенных стафилококков — $6,8 \pm 0,3 \times 10^4$ КОЕ/г, лактозоотрицательных кишечных палочек — $5,4 \pm 0,3 \times 10^2$ КОЕ/г; отсутствие лактозоположительных кишечных палочек, интенсивный рост грибов рода *Mucor ramosissimus* и *Fusarium dimerum*. В связи с этим большое значение имеет оценка пастбищ. При повышении урожайности посевных кормовых трав в зависимости от метеорологических условий, особенно в дождливые годы, при высокой влажности, повышается степень испорченности заготавливаемого сена и (или) отавы, как добываемого под снегом корма во время тебенёвки. В таких случаях показатели кишечной микрофлоры ухудшаются в разы, усугубляется паразитирование в желудочно-кишечном тракте многочисленных видов гельминтов.

В результате исследований было установлено, что заболеваемость стронгилятозом лошадей табунного содержания составляет 100 % при интенсивности инвазии до $939,8 \pm 60,7$ экз. на одно животное. При изучении инвазированности половозрелых групп лошадей установлена заражённость стронгилятами всех возрастных групп лошадей, но в большей степени заражены молодняк и основное поголовье лошадей — кобылы и жеребцы старше 5-ти лет. В этой связи вновь поступающих в хозяйство животных подвергают профилактическому карантину в специально отведённых карантинных загонах. В загоне предварительно проводят механическую очистку с последующей дезинфекцией и обязательным лабораторным исследованием территории загона на наличие источника инвазии. В случае обнаружения яиц и личинок гельмин-

тов у животных в период проведения профилактического карантина проводят дегельминтизацию.

В коневодческих хозяйствах не реже двух раз в год необходимо проводить обязательные противопаразитарные лечебные мероприятия: осенью — при переводе табунов на зимнее содержание и весной — после выжеребки кобыл. Следует соблюдать научно-обоснованные рекомендации, направленные на освобождение организма лошадей от паразитов, а также проводить восстановительную коррекцию нормального микробиоценоза желудочно-кишечного тракта животных. Профилактические и лечебные мероприятия включают в себя: клиническое обследование молодняка и основного поголовья лошадей, проведение в лабораторных условиях анализов крови, фекалий, кормов, оценку условий кормления и содержания. Полученные данные нужно сравнивать с нормальными показателями и показателями обязательных ветеринарных мероприятий, чтобы определить состояние поголовья. По окончании исследований оформляются акты по всем полученным данным, рекомендуется проводить дегельминтизацию лошадей один раз в три месяца, чередуя препараты из групп бензимидазол-карбаматов, авермектинов, имидазотиазолов, рафоксанидов с целью предупреждения появления резистентных форм и субпопуляций гельминтов, а также паразитических членистоногих. В табунном коневодстве в экстремальных условиях необходимо внедрять новые технологии содержания лошадей, в т. ч. организацию подкормки в самые морозные зимние дни и проведение противопаразитарных профилактических и лечебных мероприятий. Организация в хозяйствах подкормки лошадей с применением богатой витаминами и минеральными веществами кормовых и лекарственных смесей местного происхождения, обеспечивает благополучную зимовку лошадей в экстремальных условиях региона. Предложенные нами комплексные профилактические и лечебные мероприятия против паразитарных болезней должны охватить всё поголовье лошадей в Республике Саха (Якутия) (фото 3).



Фото 3. Молодняк до 1 года после отъёма в загонах для проведения подкормки и дегельминтизации (ноябрь) (фото Л.М. Коколовой)

Необходимо отметить, что для развития табунного коневодства и увеличения поголовья лошадей, для сохранения традиционного уклада жизни и занятости населения, для эффективного использования кормов, ресурсов коневодческих пастбищ и поддержки местного производства Правительством Республики Саха (Якутия) и Парламентом Ил Тумэн принят ряд документов: закон «О табунном коневодстве» (1998); постановление № 206–II от 17 мая 2000 г. «О ходе исполнения закона Республики Саха (Якутия) «О табунном коневодстве»; Указ Президента Республики Саха (Якутия) «О развитии табунного коневодства» от 19 сентября 2001 г.; Указ Главы Республики Саха (Якутия) «О мерах по развитию табунного коневодства в Республике Саха (Якутия)» от 22 августа 2016 г.; постановление Правительства Российской

Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». Успешно действуют подпрограммы «Развитие подотрасли животноводства, переработки и реализации продукции животноводства» и «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы». В соответствии с этими документами выплачивается компенсация за экстремальную работу табунщиков, налажено строительство коневодческих баз, создающих условия для отгона лошадей от 50 до 100 км от населённых пунктов; ожидается введение статьи об улучшении пастбищ и восстановлении сельскохозяйственных угодий для табунного содержания лошадей.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамов А.Ф. Воспроизводство и кормление якутских лошадей. – Якутск: Якутское кн. изд-во, 1977. – 96 с.
- Абрамов А.Ф. Эколого-биохимические основы производства кормов и рационального использования пастбищ в Якутии. – Новосибирск, 2000. – 206 с.
- Винокуров И.Н. Северные типы лошадей якутской породы. – Якутск: Сахаполиграфиздат, 2001. – 160 с.
- Винокуров И.Н. Зоотехнические основы продуктивного коневодства в субарктической зоне Республики Саха (Якутия): Автореф. дис. ... докт. сельхоз. наук по спец. 06.02.04. – Якутск, 2002. – 40 с.
- Двойнос Г.М. Приборы для получения матрикса из кишечника при гельминтологических вскрытиях // Вестник зоологии. – 1973. – № 1. – С. 76.
- Иванов Р.В. Потребность в энергии молодняка лошадей якутской породы при тебеневке // Проблемы развития сельского хозяйства в условиях вечной мерзлоты: Сб. материалов науч. экспедиции (15–28.07.1991, Якутск–Олекминск–Тикси–Якутск). В 2 т. – Новосибирск, 1993. – Т. 1. – С. 184.
- Иванов Р.В. Научные основы совершенствования технологии кормления и содержания лошадей якутской породы. – Новосибирск, 2004. – Ч. 1. – 200 с.
- Метод Фюллёборна [Электрон. ресурс]. – 1923. – Режим доступа: <http://www.pasteur-nii.spb.ru/entsiklopediya/gel-mintokoproskopiya/metod-fulleborna.html>, свободный.
- Коколова Л.М., Исаков С.И., Верховцева Л.А., Григорьев В.П. Применение антгельминтных препаратов против гельминтозов и оводовых инвазий у табунных лошадей в Якутии // Достижение науки в производстве: Сб. науч. тр. / Отв. ред. М.П. Неустров. – Якутск, 2000. – С.1 22–125.
- Пермякова П.Ф. Усовершенствование технологических приёмов повышения производства мяса лошадей якутской породы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 06.02.10. – Якутск, 2012. – 18 с.
- Степанов Н.П. Зоотехническая характеристика, продуктивные и биологические качества межежеского внутривидового типа лошадей якутской породы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 06.02.10. – Якутск, 2006. – 25 с.

REFERENCES

- Abramov A.F. *Vosproizvodstvo i kormleniye yakutskikh loshadey* [Reproduction and feeding of Yakut horses]. Yakutsk, Yakutsk book publishing house, 1977, pp. 96 c. – Yakutsk: Yakutskoye kn. izd-vo, 1977. – 96 c. (In Russ.)
- Abramov A.F. *Ekologo-biokhimicheskiye osnovy proizvodstva kormov i ratsional'nogo ispol'zovaniya pastbishch v Yakutii* [Ecological-biochemical foundations of fodder production and rational use of pastures in Yakutia]. Novosibirsk, 2000, 206 p. (In Russ.)
- Dvoynos G.M. *Pribory dlya polucheniya matriksa iz kishechnika pri gel'mintologicheskikh vskrytiyakh* [Devices for obtaining matrix from the intestine during helminthological dissections]. *Vestnik zoologii* = Bulletin of Zoology, 1973, no. 1, pp. 76. (In Russ.)
- Metod Fyulloborna [Fulleborn's method]. 1923. Available at: <http://www.pasteur-nii.spb.ru/entsiklopediya/gel-mintokoproskopiya/metod-fulleborna.html>

- Vinokurov I.N. *Severnyye tipy loshadey yakutskoy porody* [Northern types of horses of the Yakut breed]. Yakutsk, Sakhapoligrafizdat, 2001, 160 p. (In Russ.)
- Vinokurov I.N. *Zootehnicheskiye osnovy produktivnogo konevodstva v subarkticheskoy zone Respubliki Sakha (Yakutiya)* [Zootechnical foundations of productive horse breeding in the subarctic zone of the Republic of Sakha (Yakutia)]: Abstract of dis. ... Doctors of agricultural sciences, specialty 06.02.04. Yakutsk, 1972, 36 p. (In Russ.)
- Ivanov R.V. *Potrebnost' v energii molodnyaka loshadey yakutskoy porody pri tebenevke* [The energy demand of young horses of the Yakut breed at wintering]. *Problemy razvitiya sel'skogo khozyaystva v usloviyakh vechnoy merzloty* [Problems of agricultural development in permafrost conditions]: Collection of materials of a scientific expedition (15–28.07.1991, Yakutsk–Olekminsk–Tiksi–Yakutsk). In 2 vol., Novosibirsk, 1993, vol. 1, pp. 184. (In Russ.)
- Ivanov R.V. *Nauchnyye osnovy sovershenstvovaniya tekhnologii kormleniya i sodержaniya loshadey yakutskoy porody* [Scientific basis for improving the technology of feeding and keeping horses of the Yakut breed]. In 2 parts. Novosibirsk, 2004, part 1, 200 p. (In Russ.)
- Kokolova L.M., Isakov S.I., Verkhovtseva L.A., Grigor'yev V.P. *Primeneniye antgel'mintnykh preparatov protiv gel'mintozov i ovodovykh invaziy u tabunnykh loshadey v Yakutii* [The use of anthelmintic drugs against helminthiasis and gadfly infestations in herd horses in Yakutia]. *Dostizheniye nauki v proizvodstve = Achievement of science in production: Collection of scientific papers* / ed. by M.P. Neustroyev. Yakutsk, 2000, pp. 122–125. (In Russ.)
- Permyakova P.F. *Usovershenstvovaniye tekhnologicheskikh priyemov povysheniya proizvodstva myasa loshadey yakutskoy porody* [Improvement of technological methods for increasing the production of meat of horses of the Yakut breed]: Abstract of dis. ... candidate of agricultural sciences, specialty 06.02.10. Yakutsk, 2012, 18 p. (In Russ.)
- Stepanov N.P. *Zootehnicheskaya kharakteristika, produktivnyye i biologicheskiye kachestva megezhekskogo vnutriporodnogo tipa loshadey yakutskoy porody* [Zootechnical characteristics, productive and biological qualities of the Megezhek intra-breed type of horses of the Yakut breed]: Abstract of dis. ... candidate of agricultural sciences, specialty 06.02.04. Yakutsk, 2006, 25 p. (In Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ [ABOUT THE AUTHORS]

Гаврильева Любовь Юрьевна — канд. вет. наук, Якутский научный центр СО РАН Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск, Россия; lubov.gavrilieva86@mail.ru

[*Gavrilieva Lubov Yurievna* — candidate of veterinary sciences, Yakut Scientific Research Institute of Agriculture, Yakutsk, Russia]

Дабиев Давид Фёдорович — канд. экон. наук, Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; daviddabiev@yahoo.com

[*Dabiev David Fyodorovich* — candidate of economic sciences, Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]

Заика Валентин Викторович — докт. биол. наук, Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; odonta@mail.ru

[*Zaika Valentin Viktorovich* — doctor of biological sciences, Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]

Ковалева Ольга Витальевна — канд. ист. наук, Хакасский научно-исследовательский институт языка, литературы и истории, Абакан, Россия; kovalevahmk@mail.ru

[*Kovaleva Olga Vitalyevna* — candidate of history sciences, Khakass Scientific Research Institute of Language, Literature and History, Abakan, Russia]

Коколова Людмила Михайловна — докт. вет. наук, Якутский научный центр СО РАН Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск, Россия; kokolova_lm@mail.ru

[*Kokolova Luidmila Michailovna* — doctor of veterinary sciences, Yakut Scientific Research Institute of Agriculture, Yakutsk, Russia]

Куулар Хулермаа Болат-ооловна — канд. биол. наук, Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; k-k-188@list.ru

[*Kuular Khulermaa Bolat-oolovna* — candidate of biological sciences, Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]

Прудников Сергей Григорьевич — канд. геол.-мин. наук, Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; prudnikov_s@inbox.ru

[*Prudnikov Sergey Grigoryevich* — candidate of geological-mineralogical sciences, Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]

Прудникова Татьяна Николаевна — канд. геогр. наук, Тувинский научный центр, Кызыл, Россия; prudnikova@inbox.ru

[*Prudnikova Tatyana Nikolaevna* — candidate of geographic sciences, Tuvan Scientific Center, Kyzyl, Russia]

Слепцова Светлана Степановна — Якутский научный центр СО РАН Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск, Россия; ya.svetlana.94@mail.ru

[*Sleptsova Svetlana Stepanovna* — Yakut Scientific Research Institute of Agriculture, Yakutsk, Russia]

Чулдум Анатолий Фёдорович — Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН; Тувинский государственный университет, Кызыл, Россия; tajkinol@gmail.com

[*Chuldum Anatoly Fyodorovich* — Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]

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

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, СРЕДА И ОБЩЕСТВО: ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ.
Выпуск 4 (12) / 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*
(река *Могай* около села *Кочетово*)

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 30.12.2021
Журнал вышел в свет 25.01.2022

Формат 70×108/16

Гарнитура «Times New Roman»

Усл. печ. л. 6,2. Уч.-изд. л. 5,8

[Электрон. ресурс]

Заказ 163