

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН**

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЭКОЛОГИЯ ДРЕВНИХ И ТРАДИЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

**МАТЕРИАЛЫ
VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

ВЫПУСК 6

Тюмень, 2–6 ноября 2020 г.



**Тюмень
ТюмНЦ СО РАН
2020**

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION
UNIVERSITY OF TYUMEN
TYUMEN SCIENTIFIC CENTRE SB RAS
RUSSIAN FOUNDATION FOR BASIC RESEARCH

VI INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
**ECOLOGY OF ANCIENT
AND TRADITIONAL SOCIETIES**
PROCEEDINGS OF CONFERENCE

ISSUE 6

Tyumen, November 2–6, 2020



Tyumen
Tyumen Scientific Centre SB RAS
2020

- Э40 **Экология** древних и традиционных обществ: Материалы VI Международной научной конференции, Тюмень, 2–6 ноября 2020 г. / Отв. ред. Н.П. Матвеева, Н.Е. Рябогина. Тюмень: Изд-во ТюмНЦ СО РАН, 2020. Вып. 6. 438 с.
ISBN 978-5-89181-072-3

Сборник содержит материалы выступлений участников VI международной научной конференции «Экология древних и традиционных обществ», состоявшейся в Тюмени 2–6 ноября 2020 г. Конференция фокусируется на результатах междисциплинарных исследований, раскрывающих процессы взаимоотношений человека, природы и общества в широких хронологических и территориальных рамках. Материалы освещают новые результаты исследований изменения окружающей среды в связи с историческими процессами как локального, так и регионального уровня, обсуждаются вариации адаптационных стратегий, культурной составляющей антропогенного воздействия на среду обитания, исторической экологии человека, практики преобразования ландшафтов в разные эпохи. Представленные доклады освещают как следы человеческой истории, скрытые в природных комплексах, так и природные события, отраженные в антропологических, археологических, этнологических и исторических материалах.

Редакционная коллегия:

Н.П. Матвеева, д.и.н.; Н.Е. Рябогина, к.г.-м.н. (отв. редакторы)
В.Н. Адаев, к.и.н.; А.В. Борисов, к.б.н.; А.П. Бужилова, д.и.н., акад. РАН;
Л.А. Вязов, к.и.н.; П.А. Косинцев, к.б.н.; Л.А. Орландо, PhD (Франция);
Е.В. Пономаренко, PhD (Канада); С.М. Слепченко, к.б.н.;
Л.В. Татаурова, к.и.н.; А.А. Тишкин, д.и.н.; Д.В. Шарапов, PhD

**Организация конференции
«Экология древних и традиционных обществ»
и издание материалов осуществлены при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
(РФФИ, проект № 20-09-22028)**

ББК 26.820.4

Э40

<https://doi.org/10.20874/978-5-89181-072-3>

E40 **Ecology** of ancient and traditional societies: Proceedings of VI International scientific conference, Tyumen, November 2–6, 2020 / Eds. N.P. Matveeva, N.E. Ryabogina. Tyumen: Tyumen Scientific Centre SB RAS, 2020. Iss.6. 438 p.

ISBN 978-5-89181-072-3

Proceedings of conference contain short articles by the participants of the 6th International Scientific Conference "Ecology of Ancient and Traditional Societies", held in Tyumen on November 2–6, 2020. The conference focuses on the results of interdisciplinary research revealing the relationships between people, ancient or traditional communities and the environment in a wide spatial-chronological context. The materials highlight new results of studies of environmental changes in connection with historical processes at both local and regional levels, discuss variations in adaptation strategies, the cultural component of anthropogenic impact on the environment, historical human ecology, the practice of transforming landscapes in different chronological scales. The papers cover both traces of human history hidden in a natural environment, as well as natural events reflected in anthropological, archaeological, ethnological and historical materials.

Editors:

N.P. Matveeva, Doctor of History, Professor, University of Tyumen;

N.E. Ryabogina, PhD, Tyumen Scientific Centre SB RAS

Editorial Board:

V.N. Adaev, PhD, Tyumen; A.V. Borisov, PhD, Pushchino;

Buzhilova A.P., Doctor of History, Acad. RAS, Moscow; Vyazov L.A., PhD, Kazan;

P.A. Kosintsev, PhD, Yekaterinburg; Orlando L.A., PhD, Toulouse (France);

E.V. Ponomarenko, PhD, Ottawa (Canada); Slepchenko S.M., PhD, Tyumen;

L.V. Tataurova, PhD, Omsk; Tishkin A.A., Doctor of History, Professor, Barnaul;

Sharapov D.V., PhD, Tyumen

**The publication, organization and holding of the conference
supported by the RFBR grant 20-09-22028**

СЕКЦИЯ 4. ЛОШАДЬ В ДРЕВНИХ И ТРАДИЦИОННЫХ ОБЩЕСТВАХ (МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)	
Кураторы: А.А. Тишкин, П.А. Косинцев, Л.А.А. Орландо	154
Б.Б. Бесетаев. РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ЛОШАДЕЙ В ДРЕВНИХ И ТРАДИЦИОННЫХ ОБЩЕСТВАХ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСКОГО СНАРЯЖЕНИЯ СКИФО-САКСКОГО ВРЕМЕНИ	154
А.В. Варенов. ДРЕВНЕКИТАЙСКИЕ УДИЛА И ПСАЛИИ ПЕРИОДА ПОЗДНЕЙ БРОНЗЫ	159
С.М. Киреев. ПОГРЕБЕНИЕ ЛОШАДЕЙ НА МОГИЛЬНИКЕ БЫСТРЯНСКОЙ КУЛЬТУРЫ МАЙМА-VII	163
С.А. Ковалевский. К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНСКОЙ УЗДЫ ИРМЕНСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ	168
И.В. Ковтун, С.С. Онищенко, П.Г. Соколов. КОНЬ В РИТУАЛЬНЫХ ПРАКТИКАХ «ИРМЕНЦЕВ»... ..	172
Б.А. Конинов. РОЛЬ ЛОШАДИ В ЖИЗНИ ЮЖНО-ТАЕЖНОГО НАСЕЛЕНИЯ ПРИИРТЫШЬЯ РАННЕГО И РАЗВИТОГО СРЕДНЕВЕКОВЬЯ	176
П.А. Косинцев, А.З. Бейсенов. ЛОШАДЬ ИЗ ПОСЕЛЕНИЯ РАННЕГО ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА АБЪЛАЙ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ	179
М.А. Куслий, А.А. Тишкин, Н. Хан, Л. Тонассо-Кальвьер, С. Скьявинатто, С. Лю, А. Фаж, С. Вагнер, А.Ю. Березин, Н.С. Березина, Н.А. Боковенко, С.К. Васильев, М.Ш. Галимова, С.П. Грушин, П.К. Дашковский, Т.-О. Идрэхангай, К.Ю. Кирушин, А.А. Ковалев, П.А. Косинцев, С.С. Миняев, В.И. Молодин, Л.Н. Мыльникова, Д.А. Ненахов, Н.А. Пластеева, Н.Н. Серегин, Н.К. Стефанова, М.П. Тиунов, Т.Г. Филимонова, К.В. Чугунов, Д. Эрдэнэбаатар, А.С. Графодатский, Л. Орландо.	
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДРЕВНЕЙ ДНК 170 ОСТЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ ОТ ЛОШАДЕЙ, ОБИТАВШИХ В АЗИИ	182
М.А. Куслий, А.А. Тишкин, А. Фаж, П. Либрадо, Н. Хан, Н.А. Боковенко, Т.-О. Идрэхангай, К.В. Чугунов, А.С. Графодатский, Л. Орландо. ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ ЛОШАДЕЙ В АРЖАНО-МАЙЭМИРСКОЕ ВРЕМЯ НА АЛТАЕ, В ТУВЕ И МОНГОЛИИ	188
Н.П. Матвеева. ЗАХОРОНЕНИЯ С КОНЕМ КАК ПРИЗНАК МИГРАЦИИ НОМАДОВ В ЛЕСОСТЕПЬ ЗАУРАЛЬЯ	193
К.В. Моряхина. КОСТИ ЖИВОТНЫХ В СРЕДНЕВЕКОВЫХ ПОГРЕБЕНИЯХ ПЕРМСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ	197
Г.К. Омаров, Б.Б. Бесетаев. РЕКОНСТРУКЦИЯ КОНСКОГО СНАРЯЖЕНИЯ СРЕДНЕВЕКОВЫХ КОЧЕВНИКОВ КАЗАХСКОГО АЛТАЯ	200
С.С. Онищенко, А.М. Илюшин. РОЛЬ ЛОШАДИ В ЭКОНОМИКЕ СРЕДНЕВЕКОВОГО НАСЕЛЕНИЯ КУЗНЕЦКОЙ КОТЛОВИНЫ (ПО МАТЕРИАЛАМ РАСКОПОК НА ПОСЕЛЕНИИ ТОРОПОВО-7)	205
С.С. Онищенко, А.Н. Сидельникова, А.М. Илюшин. ЛОШАДИ ИЗ СОПРОВОДИТЕЛЬНЫХ ЗАХОРОНЕНИЙ СРЕДНЕВЕКОВОГО МОГИЛЬНИКА КОНЕВО (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	208
Н.А. Пластеева, А.А. Тишкин, М.В. Саблин. НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АРХЕОЗООЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛОШАДЕЙ ИЗ ДВУХ КУРГАНОВ НА ПАМЯТНИКЕ ПАЗЫРЫКСКОЙ КУЛЬТУРЫ ТУЭКТА (ПО МАТЕРИАЛАМ РАСКОПОК С.И. РУДЕНКО)	211
Н.Н. Серегин, С.С. Матренин. ЛОШАДЬ В ОБРЯДОВОЙ ПРАКТИКЕ НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЯ ХУННУСКО-СЯНЬБИЙСКО-ЖУЖАНСКОГО И ТЮРКСКОГО ВРЕМЕНИ	214
О.С. Советова, О.О. Шишкина, А.А. Мальцева. СЮЖЕТЫ С КОНЬЯМИ В РЕПЕРТУАРЕ НАСКАЛЬНОГО ИСКУССТВА МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ (ПО МАТЕРИАЛАМ ТЕПСЕЙСКОГО АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНА)	217
С.В. Сотникова. К ВОПРОСУ О ПАРНЫХ ЗАХОРОНЕНИЯХ ЛОШАДЕЙ В ПОГРЕБАЛЬНЫХ КАМЕРАХ СИНТАШТИНСКОГО НАСЕЛЕНИЯ	222
А.А. Тишкин. ЛОШАДИ В ПОГРЕБАЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ НОСИТЕЛЕЙ БИЙКЕНСКОЙ КУЛЬТУРЫ АЛТАЯ АРЖАНО-МАЙЭМИРСКОГО ВРЕМЕНИ	225
А.Д. Цыбиктаров. ЖЕРТВЕННИКИ-ПОМИНАЛЬНИКИ КУЛЬТУРЫ ХЕРЕКСУРОВ МОГИЛЬНИКА СТАРАЯ КАПЧЕРАНКА	228
Н.В. Воробьева, М.А. Куслий, А.С. Дружкова, А.И. Макунин, К.О. Попова, В.А. Трифонов, А.С. Графодатский, С.К. Васильев, Н.В. Полосьмак, В.И. Молодин. ФИЛОГЕОГРАФИЯ ДРЕВНИХ ЛОШАДЕЙ ИЗ КУРГАНОВ ПЛАТО УКОК	232
СЕКЦИЯ 5. ВОПРОСЫ КРИЗИСНОЙ И ПОВСЕДНЕВНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ТРАДИЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ	
Кураторы: В.Н. Адаев, Г.В. Любимова	236
А.М. Аблажей, К. Кэмпбелл. ЛОКАЛЬНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРАКТИКИ ОСВОЕНИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	236
И.В. Абрамов. ПРАКТИКИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДОЕМОВ КОНДЫ И ЗАБОЛОТЬЯ	239
В.Н. Адаев. ФЕНОМЕН ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ В ПОЛЕ ИЗУЧЕНИЯ ЭТНИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ	243
Л.И. Винокурова. ОХОТНИЧИЙ ПРОМЫСЕЛ В СЕЛЬСКИХ ОБЩИНАХ ЯКУТИИ: УСТОЙЧИВОСТЬ И ГИБКОСТЬ ТРАДИЦИЙ	245
Е.А. Волжанина. ЗАЧЕМ В ТУНДРЕ АВТОМОБИЛЬ: ОЛЕНЕВОДЫ ВЫНГАПУРОВСКОЙ ТУНДРЫ (ПО МАТЕРИАЛАМ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПУРОВСКОМ РАЙОНЕ В 2018 Г.)	247
Н.И. Григулевич. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ В МАЛЫХ РУССКИХ ГОРОДАХ В НАЧАЛЕ XXI В.	250

M. Pereskokov, L. Shumilovskikh, P. Sannikov, V. Mingalev, M. Mingaleva, P. Kozyakova. ADAPTATION, MIGRATION AND CULTURAL TRANSFORMATION IN THE CHANGING ENVIRONMENT OF THE PRE-URALS IN THE EARLY IRON AGE AND THE MIGRATION PERIOD: FIRST RESULTS AND PROSPECTS OF RESEARCH.....	84
N.E. Ryabogina, E.D. Yuzhanina. PALEOECOLOGICAL DYNAMICS AND FEATURES OF THE INHABITED LANDSCAPE: COORDINATION OF POLLEN DATA FROM PEATLANDS AND CULTURAL LAYERS OF THE FOREST-STEPPE TOBOL-ISHIM REGION	87
V.O. Saibert. RECONSTRUCTION OF THE NATURAL ENVIRONMENT OF THE UPPER OB REGION IN THE 1 ST MILLENNIUM AD (TO THE PROBLEM'S STATEMENT).....	89
R.M. Sataev, L.V. Sataeva, N.A. Dubova. FORMS OF HUMAN RELATIONS WITH PLANTS AND ANIMALS IN THE PRACTICE OF TRADITIONAL SOCIETIES RESEARCH.....	92
A.A. Strelkovsky. NATURAL FACTOR IN THE ADAPTATION AND TRANSFORMATION OF THE ECONOMIES OF THE NEOLITHIC CULTURES OF THE SOUTH-EAST BALTIC	94
S.V. Ushakov. ANCIENT CITY OF TAURIC CHERSONESE AND SOUTH-WEST CRIMEA AT THE GRAND MIGRATION PERIOD: HISTORICAL AND ECOLOGICAL ASPECTS	99
A.A. Yurtaev, A.L. Aleksandrovsky, S.N. Sedov. DARK-COLORED CHERNOZEM-LIKE SOILS OF OLD SETTLEMENTS IN THE SOUTHERN TAIGA OF WESTERN SIBERIA AS A RESULT OF AGRICULTURE ADAPTATION TO THE CONDITIONS OF THE LITTLE ICE AGE	102
SECTION 3. AGRICULTURAL DEVELOPMENT OF THE SURROUNDINGS OF ANCIENT AND MEDIEVAL SETTLEMENTS	
Curators: L.A. Vyazov, E.G. Ershova, E.V. Ponomarenko	104
A.V. Plekhanov. ANALYSIS OF LIPID BIOMARKERS FOR SETTLEMENT YARTE 6, PENINSULA YAMAL.....	104
E.G. Lapteva, A.N. Sarapulov. RECONSTRUCTION OF THE HABITAT AND ECONOMY OF THE MEDIEVAL POPULATION OF RODANOVO SETTLEMENT (PERM REGION)	106
N.V. Leshchenko, Yu.G. Nikitin. TREATMENT OF BONE IN THE SETTLEMENT CHERNYATINO 2 IN PRIMORYE	108
E.G. Ershova, V.O. Bakumenko. SOIL POLLEN INDICATORS OF LAND USE TYPES	111
N.G. Lavrenov, E.G. Ershova, M.M. Zhuravkova, N.A. Krenke. HUMAN IMPACT ON LANDSCAPE IN SMOLENSK REGION IN LAST 2 MILLENNIA	115
M.B. Nosova. FOUR STAGES OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE TEMPERATE VEGETATION ZONE OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA.....	117
I.V. Zhurbin, A.V. Borisov. ECONOMIC PERIPHERY OF A MEDIEVAL SETTLEMENT ACCORDING TO GEOPHYSICAL AND MICROBIOLOGICAL RESEARCH.....	119
I.G. Krivokorin, E.G. Ershova. PALEOECOLOGICAL STUDIES OF MEDIEVAL PONDS OF MSU ZVENIGOROD BIOLOGICAL STATION (MOSCOW REGION).....	120
N.A. Krenke, E.G. Ershova, E.V. Ponomarenko. THE STUDY OF TRACES OF IRON AGE AGRICULTURE IN THE MOSKVA RIVER BASIN	123
M.M. Devjashin, I.G. Ragimkhanova. PRELIMINARY RESULTS OF THE STUDY OF THE MOUND BURIAL GROUND SHELOMOK 1 BARROW	126
E.D. Yuzhanina, N.E. Ryabogina. PROSPECTS FOR THE STUDY OF ASH-HEAPS AS SOURCES OF COMPLEX INFORMATION ABOUT THE NATURAL ENVIRONMENT AND THE ECONOMY OF THE ANCIENT POPULATION	130
D.A. Kupriyanov, A.L. Smirnov, M.V. Bobrovsky, M.V. Dobrovolskaya. CHARCOAL IN THE CULTURAL LAYER OF EARLY IRON AGE HILLFORTS IN THE UPPER VOLGA BASIN	132
V.V. Mingalev. THE DISCOVERY OF MEGAFLOOD OF THE SYLVA HIGH FLOODPLAIN IN THE MIDDLE 1 ST MILLENNIUM AD	135
A.A. Adamov. AGRICULTURE IN THE FOREST-STEPPE AND SOUTH TAIGA IRTYSH AND TOBOL AREAS IN THE MIDDLE FGES – NEW TIME (OVERVIEW OF SOURCES)	137
A.A. Golyeva, N.I. Vinokurov. LANDSCAPES OF THE NORTHEASTERN PART OF THE CRIMEAN PENINSULA IN THE ANCIENT ERA ACCORDING TO ANTHRACOLOGICAL ANALYSIS (ON THE EXAMPLE OF THE TOWN OF ARTESIAN).....	139
I.A. Faizullin. ECONOMY OF THE STEPPE POPULATION IN THE LATE BRONZE AGE ON THE TERRITORY OF THE ORENBURG REGION.....	140
L.A. Vyazov, E.V. Ponomarenko, E.G. Ershova, J.A. Salova. BETWEEN SWIDDENS AND PLOUGHLANDS: RIPPING IMPLEMENTS IN HISTORICAL LAND USE SYSTEMS OF EASTERN EUROPE AND THEIR TRACES IN SOIL	143
E.V. Ponomarenko, E.G. Ershova, L.A. Vyazov, M.S. Blinnikov. SLASH-AND-BURN CULTIVATION, FROM SIBERIA TO CANADA	149
SECTION 4. HORSE IN ANCIENT AND TRADITIONAL SOCIETIES (INTERDISCIPLINARY RESEARCH)	
Curators: A.A. Tishkin, P.A. Kosintsev, L.A.A. Orlando	154
B.B. Besetayev. HORSE HARNESS OF THE SCYTHIAN-SAKA TIME OF EAST KAZAKHSTAN (HISTORY)	154

A.V. Varenov. ANCIENT CHINESE HORSE BITS AND CHEEK PIECES OF THE LATE BRONZE AGE	159
S.M. Kireev. HORSE BURIALS AT THE NECROPOLIS OF THE BYSTRYANSKAYA CULTURE MAIMA-VII	163
S.A. Kovalevsky. TO THE QUESTION OF THE USE OF HORSE BRIDLE BY THE IRMEN POPULATION	168
I.V. Kovtun, S.S. Onishchenko, P.G. Sokolov. THE HORSE IN THE RITUAL PRACTICES OF IRMENS ...	172
B.A. Konikov. THE ROLE OF THE HORSE IN THE LIFE OF THE SOUTHERN TAIGA POPULATION OF THE IRTYSH REGION OF THE EARLY AND DEVELOPED MIDDLE AGES	176
P.A. Kosintsev, A.Z. Beisenov. A HORSE FROM THE IRON AGE SETTLEMENT OF ABYLAI IN CENTRAL KAZAKHSTAN	179
M.A. Kusliy, A.A. Tishkin, N. Khan, L. Tonasso-Calvière, S. Schiavinato, X. Liu, A. Fages, S. Wagner, A.Y. Berezin, N.S. Berezina, N.A. Bokovenko, S.K. Vasiliev, M.S. Galimova, S.P. Grushin, P.K. Dashkovskiy, T.-O. Iderkhangai, K.Y. Kiryushin, A.A. Kovalev, P.A. Kosintsev, S.S. Minyaev, V.I. Molodin, L.N. Mylnikova, D.A. Nenakhov, N.A. Plasteeva, N.N. Seregin, N.K. Stefanova, M.P. Tiunov, T.G. Filimonova, K.V. Chugunov, D. Erdenebaatar, A.S. Graphodatsky, L. Orlando. PRELIMINARY ANCIENT DNA ANALYSIS OF 170 HORSE OSTEOLOGICAL REMAINS FROM ASIA	182
M.A. Kusliy, A.A. Tishkin, A. Fages, P. Librado, N. Khan, N.A. Bokovenko, T.-O. Iderkhangai, K.V. Chugunov, A.S. Graphodatsky, L. Orlando. FEATURES OF HORSE BREEDING IN ARZHAN-MAYEMIR TIME IN ALTAI, TUVA AND MONGOLIA	188
N.P. Matveeva. THE BURIALS WITH HORSES AS MARKER OF NOMAD'S MIGRATION TO THE FOREST-STEPPE OF TRANS-URALS	193
K.V. Moriakhina. ANIMAL BONES IN THE MEDIEVAL BURIALS OF THE PERM CIS-URALS	197
G.K. Omarov, B.B. Besetayev. RECONSTRUCTION OF THE HORSE HARNESS OF THE MEDIEVAL NOMADS OF THE KAZAKH ALTAI	200
S.S. Onishchenko, A.M. Ilyushin. THE ROLE OF THE HORSE IN THE ECONOMY OF THE MEDIEVAL POPULATION OF THE KUZNETSK DEPRESSION (BASED ON EXCAVATIONS IN THE SETTLEMENT OF TOROPOVO-7)	205
S.S. Onishchenko, A.H. Sidelnikova, A.M. Ilyushin. HORSES FROM THE ACCOMPANYING GRAVES OF THE MEDIEVAL BURIAL GROUND KONEVO (KEMEROVO REGION)	208
N.A. Plasteeva, A.A. Tishkin, M.V. Sablin. NEW RESULTS OF ARCHAEOZOOLOGICAL RESEARCH OF HORSES FROM TWO MOUNDS ON THE SITE OF PAZYRYK CULTURE TUEKTA (BASED ON THE MATERIALS EXCAVATED BY S. I. RUDENKO)	211
N.N. Seregin, S.S. Matrenin. HORSE IN THE RITUAL PRACTICE OF THE ALTAI POPULATION AT XIUNGNU-SYANBI-ROURAN AND TURKIC PERIODS	214
O.S. Sovetova, O.O. Shishkina, A.A. Maltceva. PLOTS WITH HORSES IN THE REPERTOIRE OF ROCK ART OF THE MINUSINSK BASIN (BASED ON MATERIALS FROM THE TEPSEY ARCHAEOLOGICAL MICRODISTRICT)	217
S.V. Sotnikova. ON THE ISSUE BURIALS OF PAIRS OF HORSES IN THE GRAVES OF THE SINTASHTA POPULATION	222
A.A. Tishkin. HORSES IN THE FUNERAL PRACTICE OF THE CARRIERS OF THE BIYKENSAYA CULTURE OF ALTAI ARZHAN-MAYEMIR TIME	225
A.D. Tsybiktarov. ALTAR-MENTION OF THE CULTURE OF KHEREXUR OF THE BURIAL GROUNDS STARAYA KAPCHERANKA	228
N.V. Vorobyeva, M.A. Kusliy, A.S. Druzhkova, A.I. Makunin, K.O. Popova, V.A. Trifonov, A.S. Grafodatsky, S.K. Vasiliev, N.V. Polosmak, V.I. Molodin. THE PHYLOGEOGRAPHY OF THE ANCIENT HORSES FROM THE BURIAL MOUNDS OF THE UKOK PLATEAU	232

SECTION 5. EVERYDAY AND CRISIS ENVIRONMENTAL ADAPTATION OF TRADITIONAL SOCIETIES

Curators: V.N. Adaev, G.V. Lyubimova	236
A.M. Ablazhey, C. Campbell. LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE AND MODERN INDUSTRIAL DEVELOPMENT IN THE SIBERIAN NORTH	236
I.V. Abramov. WEIR FISHERY AND TECHNIC REGULATION OF KONDA LOWLAND RIVERS	239
V.N. Adaev. THE PHENOMENON OF EXTREME ADAPTATION IN THE RESEARCH FIELD OF CULTURAL ECOLOGY	243
L.I. Vinokurova. HUNTING IN RURAL COMMUNITIES OF YAKUTIA: RESILIENCE AND FLEXIBILITY OF TRADITIONS	245
E.A. Volzhanina. WHY DOES A REINDEER HERDER NEED A CAR: MODERN TRANSPORT IN THE VYNGAPUR TUNDRA (BASED ON MATERIALS OF FIELD WORK IN THE PUR DISTRICT IN 2018)	247
N.I. Grigulevich. ENVIRONMENTAL CHALLENGES IN SMALL RUSSIAN TOWNS AT THE BEGINNING OF THE 21 ST CENTURY	250
T.A. Isaeva. MODERNIZATION OF TRADITIONAL NATURE MANAGEMENT OF THE TROM-AGAN KHANTY	253
A.V. Kenig, A.V. Schmidt. KALDAN FISHING: BASED ON THE MATERIALS OF SHERKALY 1	255
G.V. Lyubimova. RESOURCE CONFLICTS IN THE LIFE SUPPORT SYSTEM OF LOCAL COMMUNITIES (BASED ON MATERIALS FROM RURAL AREAS OF SOUTH SIBERIA)	259

Gamba C. et al. Comparing the performance of three ancient DNA extraction methods for high - throughput sequencing // *Molecular Ecology Resources*. 2016. T. 16. №2. C. 459–469.

Gaunitz C. et al. Ancient genomes revisit the ancestry of domestic and Przewalski's horses // *Science*. 2018. T. 360. №6384. C. 111–114.

Kalbfleisch T.S. et al. Improved reference genome for the domestic horse increases assembly contiguity and composition // *Communications biology*. 2018. T. 1. №1. C. 1–8.

Librado P. et al. Tracking the origins of Yakutian horses and the genetic basis for their fast adaptation to subarctic environments // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2015. T. 112. №50. C. E6889–E6897.

Librado P. et al. Ancient genomic changes associated with domestication of the horse // *Science*. 2017. T. 356. №6336. C. 442–445.

Louvel G. et al. meta BIT, an integrative and automated metagenomic pipeline for analysing microbial profiles from high - throughput sequencing shotgun data // *Molecular ecology resources*. 2016. T. 16. №6. C. 1415–1427.

Molodin V.I., Mylnikova L.N., and Nesterova M.S. The Vengerovo-2A Neolithic Cemetery, Southwestern Siberia: Results of a Multidisciplinary Study // *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*. 44 (2). 2016. P. 30–46. DOI: 10.17746/1563-0102.2016.44.2.030-046

Orlando L. Ancient Genomes Reveal Unexpected Horse Domestication and Management Dynamics // *BioEssays*. 2020. T. 42. №1. C. 1900164.

Rohland N. et al. Partial uracil–DNA–glycosylase treatment for screening of ancient DNA // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2015. T. 370. №1660. C. 20130624.

Schubert M. et al. Improving ancient DNA read mapping against modern reference genomes // *BMC genomics*. 2012. T. 13. № 1. C. 178.

Schubert M. et al. Characterization of ancient and modern genomes by SNP detection and phylogenomic and metagenomic analysis using PALEOMIX // *Nature protocols*. 2014a. T. 9. № 5. C. 1056.

Schubert M. et al. Prehistoric genomes reveal the genetic foundation and cost of horse domestication // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2014b. T. 111. №52. C. E5661–E5669.

Schubert M. et al. Zonkey: A simple, accurate and sensitive pipeline to genetically identify equine F1-hybrids in archaeological assemblages // *Journal of Archaeological Science*. 2017. T. 78. C. 147–157.

М.А. Куслий^{1,2,3}, А.А. Тишкин², А. Фаж¹, П. Либрадо¹, Н. Хан¹, Н.А. Боковенко⁴, Т.-О. Идэрхангай⁵, К.В. Чугунов⁶, А.С. Графодатский³, Л. Орlando¹

¹Университет Тулузы III, Тулуза, Франция

²Алтайский государственный университет, Барнаул

³Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, Новосибирск

⁴Институт истории материальной культуры РАН, Санкт-Петербург

⁵Улаанбаатарский государственный университет, Улаанбаатар, Монголия

⁶Государственный Эрмитаж, Санкт-Петербург

kusliy.maria@mcb.nsc.ru, tishkin210@mail.ru, antoine.a.fages@gmail.com, plibradosanz@gmail.com, naveedkhan@snm.ku.dk, nibo25@yandex.ru, iderkhangai83@gmail.com, chugunovk@mail.ru, graf@mcb.nsc.ru, orlando.ludovic@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ ЛОШАДЕЙ В АРЖАНО-МАЙЭМИРСКОЕ ВРЕМЯ НА АЛТАЕ, В ТУВЕ И МОНГОЛИИ FEATURES OF HORSE BREEDING IN ARZHAN-MAYEMIR TIME IN ALTAI, TUVA AND MONGOLIA

М.А. Kusliy^{1,2,3}, А.А. Tishkin², А. Fages¹, P. Librado¹, N. Khan¹, N.A. Bokovenko⁴, Т.-О. Iderkhangai⁵, К.V. Chugunov⁶, А.S. Graphodatsky³, L. Orlando¹

¹University of Toulouse III, Toulouse, France

²Altai State University, Barnaul

³Institute of molecular and cellular biology SB RAS, Novosibirsk,

⁴Institute of History of Material Culture RAS, St. Petersburg

⁵Ulaanbaatar State University, Ulaanbaatar, Mongolia

⁶State Hermitage Museum, St. Petersburg

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект №19-59-15001) и Initiative d'Excellence Chaires d'attractivité, Университет Тулузы III (OURASI), в ходе реализации исследовательских проектов Villum Fonden miGENEPI и CNRS PRC; тема также получила

финансирование от Европейского исследовательского совета (the European Research Council (ERC)) в рамках программы Horizon 2020 Европейского Союза (грантовое соглашение 681605) и выполняется the ERC PEGASUS consortium.

This article provides preliminary results of the phenotypic composition study of populations of ancient horses osteological remains of which were obtained during excavations of archaeological sites of the arzhan-mayemir time Kuyum in the Altai Republic (Russia), Chinge-Tey-I and Arzhan-I in the Tyva Republic (Russia), Monostoy-Nuga in the Bulgan aimag (Mongolia). Ancient DNA analysis of horse bone samples was carried out, which resulted in the obtaining of horse complete genomes with an average depth of coverage ranging between 2X and 11X (times). Targeted enrichment of the genome regions associated with various horse phenotypic traits helped us identify the key traits by which horses from the investigated funeral-memorial complexes were selected in the studied archaeological cultures. Wither height alleles in the homozygous state were found in the ancient horse populations of all studied archaeological sites. Alleles of short distance racing performance and body height in the homozygous state were distributed in populations of the sites Kuyum, Arzhan-I and Monostoy-Nuga. Homozygous carriers of larger body size allele were present in horse populations of the sites Arzhan-I and Monostoy-Nuga. One individual from the Monostoy-Nuga site had racing performance allele in the homozygous state, the horse of the Arzhan-I site turned out to be a homozygous carrier of the polycystic kidney disease. Dwarfism allele was present in the populations of the sites Arzhan-I and Kuyum in the heterozygous state. It is concluded that the main features by which the artificial selection of horses was carried out in the studied archaeological cultures were short and long distance racing performance, wither height, larger body size and body height. It seems strange that in the studied populations there is no diversity in horse coat colors, since other studies show that domesticated horse populations of this time are characterized by a variety of coat colors. Further ancient DNA analysis of bone samples of more horses from these and other archaeological sites is needed to confirm the preliminary conclusions.

При изучении ботайской археологической культуры, памятники которой исследованы в степях Северного Казахстана и датируются около 5500 лет тому назад, были зафиксированы пока самые ранние свидетельства обуздания, содержания в загонах и доения лошадей [Outram et al., 2009]. Однако ботайские кони являлись прямыми предками лошадей Пржевальского, а не современных одомашненных животных [Gaunitz et al., 2018]. В настоящее время центр домостикации лошадей до сих пор не определен. Исследователи предполагают, что это могло произойти на территории Понтийско-Каспийской степи, Малой Азии или Пиренейского полуострова [Fages et al., 2019].

Известно, что геном лошади значительно изменился за последние примерно 2300 лет, это в основном было связано с искусственным отбором лошадей [Librado et al., 2017]. В отличие от своих диких предков, одомашненные кони часто характеризуются огромной аллельной изменчивостью генов, ассоциированных с цветом шерсти, которая также является результатом искусственного отбора [Cieslak et al., 2011]. Дикие лошади были преимущественно гнедыми и саврасыми. В раннем голоцене появились кони вороной окраски, что, скорее всего, было вызвано расширением территории лесов. Быстрое и существенное увеличение количества различных мастей у лошадей, появление рыжей окраски, осветленных и пятнистых фенотипов отмечается как в Сибири, так и в Восточной Европе начиная с V тыс. до н.э. Это, очевидно, связано с началом процесса домостикации [Ludwig et al., 2009]. Закрепление в популяциях одомашненных лошадей некоторых заболеваний также происходило благодаря искусственному отбору (например, мутация, ассоциированная с леопардовой мастью, вызывает врожденную ночную слепоту) [Bellone et al., 2013]. Дупликация, связанная с фенотипом преждевременного поседения шерсти, наблюдаемого у коней серой масти, является причиной высокой вероятности появления меланомы [Pielberg et al., 2008]. Было определено, что в процессе одомашнивания лошадей проводился отбор по генам, участвующим в локомоции, физиологии, развитии и поведении [Librado et al., 2016]. В недавно осуществленном исследовании уже выявлены фенотипические черты древних лошадей, обнаруженных в археологических памятниках раннего же-

лезного века Аржан-1 (Россия) и Берель (Казахстан), по которым проводилась их селекция. Отмечено, что отбор проходил по аллельным вариантам генов, которые ассоциированы с увеличением возможностей ассоциативного обучения, доения и уменьшением потерь воды [Librado et al., 2017].

Эти полученные результаты будут сравниваться с данными нового исследования. Целью такого эксперимента стало определение предварительного фенотипического состава древних популяций лошадей из археологических памятников аржано-майэмирского времени Куюм (Усть-Куюм) в Республике Алтай (Россия), Моностой-Нуга в Булганском аймаке (Монголия), Аржан-1 и Чинге-Тэй-1 в Республике Тыва (Россия) [Сосновский, 1941; Грязнов, 1980; Марсадалов, 1981; Чугунов, 2011, 2018; и др.]. Для определения соотношения аллелей генов, ассоциированных с разными фенотипами лошадей, в исследуемых популяциях был проведен анализ ДНК в Лаборатории молекулярной антропобиологии и визуализации синтеза AMIS (CNRS UMR 5288, Тулуза, Франция), которая оснащена самым современным оборудованием и имеет все степени защиты от возможных контаминаций. Выделение древней ДНК проводилось по оптимизированному и измененному методу Янга [Gamba et al., 2017]. Выделенная ДНК подвергалась мягкой ферментативной обработке смесью урацил-ДНК-гликозилазы и ДНК гликозилазы-лиазы для частичного устранения влияния посмертного повреждения ДНК на последующие анализы [Rohland et al., 2015]. Были приготовлены библиотеки ДНК с тремя индексами, их парноконцевое неглубокое секвенирование (1000000 прочтений / образец) осуществлялось на секвенаторах Illumina. Последовательности ДНК выравнивали на референсный геном лошади EquCab3 [Kalbfleisch et al., 2018], используя программу Paleomix [Schubert et al., 2014] и оптимальные условия картирования [Schubert et al., 2012]. Фракция последовательностей ДНК, которая может быть уверенно каптирована на референсный геном лошади, предоставила возможность оценить содержание эндогенной ДНК, которая является показателем общего уровня сохранности ДНК. Содержание эндогенной ДНК в пирамидальных частях височной кости лошади из захоронения на Куюме, двух лошадей из кургана Аржан-1, трех лошадей из комплекса Моностой-Нуга оказалось больше 60%, а в зубе лошади из памятника Чинге-Тэй-1 – приблизительно 35%. Информация о последовательностях древней ДНК с малой глубиной покрытия была дополнена результатами конвейерной обработки последовательностей через Zonkey [Schubert et al., 2017], которая подтвердила, что все проанализированные образцы принадлежат лошадям, исключая *Equus ovoidovi* в качестве возможной линии. Дальнейшее секвенирование генома методом дробовика или случайного фрагментирования проводилось для того, чтобы охарактеризовать полногеномные вариации ДНК у всех исследуемых образцов, поскольку они имеют высокое содержание эндогенной ДНК (больше 20%). Полученных данных секвенирования было достаточно, чтобы собрать полные геномы лошадей со средней глубиной покрытия (приблизительно от 2X до 11X раз). Целевое обогащение участков генома, ассоциированных с разными мастями, размерами корпуса, выносливостью и скоростью бега [Cruz-Davalos et al., 2017], помогло определить ключевые фенотипические признаки, по которым проводилась селекция лошадей в изучаемых древних обществах кочевников. Предварительный фенотипический состав исследуемых популяций лошадей продемонстрирован на рисунке.

Аллели в гомозиготном состоянии популяции лошадей из Куюма ассоциированы с высотой корпуса и холки, эффективностью бега на короткие дистанции. В гетерозиготном состоянии у них встречались аллели карликовости и эффективности бега на длинные дистанции. Аллели карликовости в гомозиготном состоянии ранее определены в популяции лошадей из пазырыкского памятника Берель в Казахстане [Librado et al., 2017]. У коня из погребально-поминального комплекса Чинге-Тэй-1 был выявлен только аллель в гомозиготном состоянии, связанный с увеличением высоты холки. Предыдущие результаты генетического анализа древних лошадей из кургана Аржан-1 [Librado et al., 2017] дополнены новыми исследованиями. Так, выявлено, что

в изучаемой популяции встречались аллели карликовости в гетерозиготном состоянии, а одна из лошадей являлась гетерозиготным носителем аллеля, ассоциированного с генетическим заболеванием (поликистозом почек). Подтвердились предыдущие выводы о том, что кони Аржана-1 отличались высотой корпуса и холки, большими размерами тела, эффективностью бега на длинные и короткие дистанции.

		Лошади памятника Аржан-1		Лошади памятника Чинге-Тэй-1	Лошади памятника Куум	Лошади памятника Моностой-Нуга		
		Arz1-12	Arz1-13	Chin1-1	Куум-2	Mon-2	Mon-4	Mon-7
<i>Заболевание</i>	Поликистоз почек PKHD1							
<i>Выносливость и скорость бега</i>	Эффективность бега на короткие дистанции GSN							
	Эффективность бега на короткие дистанции ADHFE1							
	Эффективность бега у жеребцов PTGS1 (chr25:26007699)							
	Эффективность бега у жеребцов PTGS1 (chr25:25991437)							
	Эффективность бега COX4/2							
	Эффективность бега COX4/1							
	Эффективность бега СКМ							
	Эффективность бега ACTN2							
<i>Размеры</i>	Высота холки ZFAT (chr9:74798143)							
	Высота холки ZFAT (chr9:74795236)							
	Высота холки ZFAT (chr9:74795013)							
	Большие размеры корпуса LASP1							
	Большие размеры корпуса HMG A2							
	Высота корпуса LCORL/ECA3							
	Карликовость PROP1 (chr14:3761355)							
	Карликовость PROP1 (chr14:3761254)							

Рис. Присутствие аллелей, ассоциированных с различными Менделевскими признаками, в популяциях древних лошадей из памятников Куум, Аржан-1, Чинге-Тэй-1 и Моностой-Нуга. Отсутствие ключевого аллеля показано белым цветом; присутствие ключевого аллеля в гетерозиготном или гомозиготном состоянии отражено светло-серым и темно-серым цветами соответственно. Arz1-12, Arz1-13 – лошади из памятника Аржан-1; Chin1-1 – лошадь из комплекса Чинге-Тэй-1; Куум-2 – лошадь из захоронения Куум; Mon-2, Mon-4, Mon-7 – лошади из жервенников херексура Моностой-Нуга.

Популяция лошадей из памятника Моностой-Нуга характеризуется отсутствием аллелей карликовости, присутствием аллелей в гомозиготном состоянии, ассоциированных с высотой корпуса и холки, большими размерами тела, эффективностью бега на длинные и короткие дистанции. Отличает исследуемые популяции от популяции лошадей из памятников Берель и Аржан-1 [Librado et al., 2017] и Аржан-2 [Чугунов и др., 2017] отсутствие аллелей, ассоциированных с различными мастями.

В заключение необходимо отметить, что полученные результаты являются предварительными. Очень важно провести дальнейший анализ древней ДНК существенного числа лошадей из каждой исследуемой древней популяции Алтая и сопредельных территорий, чтобы сделать окончательные выводы о фенотипических чертах, по которым проводилась селекция лошадей в рамках известных археологических культур, а также подтвердить заключение о том, что популяции не отличались разнообразием мастей.

Список литературы

- Грязнов М. П. Аржан. Царский курган раннескифского времени. Л.: Наука. 64 с.
- Марсадолов Л.С. Памятники ранних кочевников в Усть-Куюме на Алтае (по раскопкам Г.П. Сосновского и Г.П. Сергеева) // Археологический сборник Государственного Эрмитажа. 1981. Вып. 22. С. 11–22.
- Сосновский Г.П. Ойротская автономная область, 1936 г. // Археологические исследования в РСФСР 1934–1936 гг. Краткие отчеты и сведения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. С. 304–306.
- Чугунов К.В. Дискретность постройки «царских» мемориалов Тувы и хронология раннескифского времени // *Terra Scythica*. Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии СО РАН, 2011. С. 358–369.
- Чугунов К.В., Парцингер Г., Наглер А. Царский курган скифского времени Аржан-2 в Туве. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2017. 500 с.
- Чугунов К.В. Продолжение раскопок погребально-поминального комплекса Чинге-Тэй-I // Археологические открытия. М.: ИА РАН, 2018. С. 444–446.
- Bellone R.R. et al. Evidence for a retroviral insertion in TRPM1 as the cause of congenital stationary night blindness and leopard complex spotting in the horse // *PloS one*. 2013. №10 (8). P. e78280
- Cieslak M. et al. Colours of domestication // *Biological Reviews*. 2011. №4 (86). P. 885–899.
- Cruz - Dávalos D.I. et al. Experimental conditions improving in - solution target enrichment for ancient DNA // *Molecular ecology resources*. 2017. № 3(17). P. 508–522.
- Fages A. et al. Tracking five millennia of horse management with extensive ancient genome time series // *Cell*. 2019. № 6(177). P. 1419–1435. e31.
- Gamba C. et al. Comparing the performance of three ancient DNA extraction methods for high - throughput sequencing // *Molecular Ecology Resources*. 2016. №2 (16). P. 459–469.
- Gaunitz C. et al. Ancient genomes revisit the ancestry of domestic and Przewalski's horses // *Science*. 2018. №6384 (360). С. 111–114.
- Kalbfleisch T.S. et al. Improved reference genome for the domestic horse increases assembly contiguity and composition // *Communications biology*. 2018. №1 (1). P. 1–8.
- Librado P. et al. The evolutionary origin and genetic makeup of domestic horses // *Genetics*. 2016. №2 (204). P. 423–434.
- Librado P. et al. Ancient genomic changes associated with domestication of the horse // *Science*. 2017. №6336 (356). P. 442–445.
- Ludwig A. et al. Coat color variation at the beginning of horse domestication // *Science*. 2009. №5926 (324). P. 485–485.
- Outram A. K. et al. The earliest horse harnessing and milking // *Science*. 2009. №5919 (323). P. 1332–1335.
- Pielberg G. R. et al. A cis-acting regulatory mutation causes premature hair graying and susceptibility to melanoma in the horse // *Nature genetics*. 2008. №8 (40). P. 1004
- Rohland N. et al. Partial uracil-DNA-glycosylase treatment for screening of ancient DNA // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2015. №1660 (370). P. 20130624.
- Schubert M. et al. Improving ancient DNA read mapping against modern reference genomes // *BMC genomics*. 2012. №1 (13). P. 178.
- Schubert M. et al. Characterization of ancient and modern genomes by SNP detection and phylogenomic and metagenomic analysis using PALEOMIX // *Nature protocols*. 2014. №5 (9). P. 1056.
- Schubert M. et al. Zonkey: A simple, accurate and sensitive pipeline to genetically identify equine F1-hybrids in archaeological assemblages // *Journal of Archaeological Science*. 2017. T. 78. P. 147–157.

Научное издание

ЭКОЛОГИЯ ДРЕВНИХ И ТРАДИЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

МАТЕРИАЛЫ VI Международной научной конференции

ВЫПУСК 6

Тюмень, 2-6 ноября 2020 г.

Редактор Е.М. Зах
Верстка М.В. Крашенинина, С.А. Иларионова
Художник С.А. Иларионова

ЛР ИД № 03056 от 18.10.2000. Подписано в печать 15.10.2020. Печать офсетная.
Бумага офсетная № 1. Усл. п. л. 35,5. Уч.-изд. л. 42,9. Формат 70×100 1/16.
Гарнитура «Times New Roman». Тираж 250 экз.
Заказ № 1713

Издательство ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН.
625026, Тюмень, ул. Малыгина, 86.

Отпечатано ЗАО «Полиграфмаркет».
625026, Тюмень, ул. Мельникайте, 106.

ISBN 978-5-89181-072-3

