

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВЕСТНИК АРХЕОЛОГИИ, АНТРОПОЛОГИИ И ЭТНОГРАФИИ

Сетевое издание

**№ 1 (68)
2025**

ISSN 2071-0437 (online)

Выходит 4 раза в год

Главный редактор:

Зах В.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН

Редакционный совет:

Молодин В.И., председатель совета, академик РАН, д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Добровольская М.В., чл.-корр. РАН, д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Бауло А.В., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Бороффа Н., PhD, Германский археологический ин-т, Берлин (Германия);
Епимахов А.В., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН;
Кокшаров С.Ф., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН; Кузнецов В.Д., д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Лакельма А., PhD, ун-т Хельсинки (Финляндия); Матвеева Н.П., д.и.н., ТюмГУ;
Медникова М.Б., д.и.н., Ин-т археологии РАН; Томилов Н.А., д.и.н., Омский ун-т;
Хлахула И., Dr. hab., ун-т им. Адама Мицкевича в Познани (Польша); Хэнкс Б., PhD, ун-т Питтсбурга (США);
Чикишева Т.А., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН

Редакционная коллегия:

Дегтярева А.Д., зам. гл. ред., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Костомарова Ю.В., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН;
Пошехонова О.Е., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН; Лискевич Н.А., отв. секретарь, к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Агапов М.Г., д.и.н., ТюмГУ; Адаев В.Н., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Бейсенов А.З., к.и.н., НИЦИА Бегазы-Тасмола (Казахстан); Валь Й., PhD, О-во охраны памятников
Штутгарта (Германия); Зимина О.Ю., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Клюева В.П., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Крийска А., PhD, ун-т Тарту (Эстония); Крубези Э., PhD, проф., ун-т Тулузы (Франция);
Кузьминых С.В., к.и.н., Ин-т археологии РАН; Перерва Е.В., к.и.н., Волгоградский ун-т;
Печенкина К., PhD, ун-т Нью-Йорка (США); Пинхаси Р., PhD, ун-т Дублина (Ирландия);
Рябогина Н.Е., к.г.-м.н., ун-т Гетеборга; Слепченко С.М., к.б.н., ТюмНЦ СО РАН;
Ткачев А.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Хартанович В.И., к.и.н., МАЭ (Кунсткамера) РАН

Утвержден к печати Ученым советом ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН

Сетевое издание «Вестник археологии, антропологии и этнографии»
зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций; регистрационный номер: серия Эл № ФС77-82071 от 05 октября 2021 г.

Адрес: 625008, Червишевский тракт, д. 13, e-mail: vestnik.ipos@inbox.ru

Адрес страницы сайта: <http://www.ipdn.ru>

© ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, 2025

**FEDERAL STATE INSTITUTION
FEDERAL RESEARCH CENTRE
TYUMEN SCIENTIFIC CENTRE
OF SIBERIAN BRANCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

VESTNIK ARHEOLOGII, ANTROPOLOGII I ETNOGRAFII

ONLINE MEDIA

**№ 1 (68)
2025**

ISSN 2071-0437 (online)

There are 4 numbers a year

Editor-in-Chief

Zakh V.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Editorial Council:

Molodin V.I. (Chairman of the Editorial Council), member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Dobrovolskaya M.V., Corresponding member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Baulo A.V., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Boroffka N., PhD, Professor, Deutsches Archäologisches Institut (German Archaeological Institute) (Berlin, Germany)

Chikisheva T.A., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Chlachula J., Doctor hab., Professor, Adam Mickiewicz University in Poznan (Poland)

Epimakhov A.V., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)

Koksharov S.F., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)

Kuznetsov V.D., Doctor of History, Institute of Archeology of the RAS (Moscow, Russia)

Hanks B., PhD, Professor, University of Pittsburgh (Pittsburgh, USA)

Lahelma A., PhD, Professor, University of Helsinki (Helsinki, Finland)

Matveeva N.P., Doctor of History, Professor, University of Tyumen (Tyumen, Russia)

Mednikova M.B., Doctor of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Tomilov N.A., Doctor of History, Professor, University of Omsk

Editorial Board:

Degtyareva A.D., Vice Editor-in-Chief, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Kostomarova Yu.V., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Poshekhonova O.E., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Liskevich N.A., Assistant Editor, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Agapov M.G., Doctor of History, University of Tyumen (Tyumen, Russia)

Adaev V.N., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Beisenov A.Z., Candidate of History, NITSIA Begazy-Tasmola (Almaty, Kazakhstan),

Crubezy E., PhD, Professor, University of Toulouse (Toulouse, France)

Kluyeva V.P., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Kriiska A., PhD, Professor, University of Tartu (Tartu, Estonia)

Kuzminykh S.V., Candidate of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Khartanovich V.I., Candidate of History, Museum of Anthropology and Ethnography RAS Kunstkamera
(Saint Petersburg, Russia)

Pechenkina K., PhD, Professor, City University of New York (New York, USA)

Pererva E.V., Candidate of History, University of Volgograd (Volgograd, Russia)

Pinhasi R., PhD, Professor, University College Dublin (Dublin, Ireland)

Ryabogina N.Ye., Candidate of Geology, Göteborgs Universitet (Göteborg, Sweden)

Slepchenko S.M., Candidate of Biology, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Tkachev A.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Wahl J., PhD, Regierungspräsidium Stuttgart Landesamt für Denkmalpflege

(State Office for Cultural Heritage Management) (Stuttgart, Germany)

Zimina O.Yu., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Address: Chervishevskiy trakt, 13, Tyumen, 625008, Russian Federation; mail: vestnik.ipos@inbox.ru

URL: <http://www.ipdn.ru>

АНТРОПОЛОГИЯ

<https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-68-1-10>

УДК 572.02

Моисеев В.Г., Зубова А.В. *

Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН
Университетская наб., 3, Санкт-Петербург, 199034
Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН
ул. Портовая, 16, Магадан, 685000
E-mail: vmoiseyev@mail.ru (Моисеев В.Г.); zubova_al@mail.ru (Зубова А.В.)

КРАНИОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ К ПРОБЛЕМЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ПОПУЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ АЙНОВ САХАЛИНА

Обсуждается проблема формирования антропологического состава близких к современности айнов Сахалина, которая остается дискуссионной уже более 70 лет. Не вызывает сомнения тот факт, что сахалинские айны формировались на основе мигрантов с о. Хоккайдо, однако антропологами неоднократно фиксировались значительные различия краниологических характеристик хоккайдских и сахалинских серий. М.Г. Левин предполагал, что это связано с нивхской примесью. Нами ранее высказывалось мнение, что причиной может являться вхождение в состав сахалинских айнов компонента, связанного с носителями охотской культуры, А.Г. Козинцев по краниоскопическим данным предполагал смешение сахалинских айнов с ульчами. Влияние курильско-камчатского направления связей на состав айнов Сахалина ранее не рассматривалось. Проведен анализ индивидуальных характеристик айнов Сахалина и Хоккайдо методами многомерной статистики (дискриминантный канонический анализ с последующей кластеризацией координат по основным векторам методом k-средних). Его результаты показали высокий уровень внутригруппового разнообразия выборки сахалинских айнов и подтвердили, что формирование сахалинских айнов происходило из нескольких источников. Помимо выявленных ранее связей с нивхами, ульчами и носителями охотской культуры на состав сахалинских айнов повлияли также связи с ительменами Камчатки, которые, по данным нашего исследования, могут быть потомками носителей древнеберингоморской культуры.

Ключевые слова: Сахалин, айны, нивхи, ороки, дзокудземон, краниометрия, многомерный статистический анализ.

Ссылка на публикацию: Моисеев В.Г., Зубова А.В. Краниометрические данные к проблеме происхождения и популяционных связей айнов Сахалина // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2025. 1. С. 129–137. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-68-1-10>

Японский архипелаг и Сахалин представляют собой самые крупные островные территории Дальнего Востока. Географически это части некогда единого Сахалин-Хоккайдо-Курильского полуострова [Buvit et al., 2016], который соединялся с материком в районе устья Амура. После окончания последнего ледникового максимума подъем уровня Мирового океана отрезал Хоккайдо и Сахалин от материка и друг от друга. Разделение Сахалина и Хоккайдо произошло 12–11 тыс. л.н., от материковой части Азии Сахалин окончательно отделился примерно 7 тыс. л.н. [Богатов и др., 2006]. Климато-географическая дифференциация привела к различиям в моделях формирования состава населения и направлениях его культурных и биологических связей.

Хоккайдо в позднем плейстоцене заселяют носители дземонских культурных традиций, и в дальнейшем здесь фиксируется практически непрерывная линия популяционной преемственности между носителями культур дземон — дзокудземон (эпидземон) — сацумон, ведущая к современным айнам [Zgusta, 2015, p. 49–59]. На Сахалине культурные и популяционные процессы как минимум с эпохи неолита определяются динамикой взаимного влияния автохтонных, хоккайдских и амурских групп (см., напр.: [Василевский и др., 2010]), которое формирует сложную этнокультурную ситуацию.

В историческое время территорию Сахалина населяли племена нивхов, ороков, нанайцев и эвенков, но однозначно реконструировать линии популяционной преемственности между каким-

* Corresponding author.

либо из этих этносов и древними культурами Сахалина невозможно. Айны появляются в регионе довольно поздно. По археологическим данным палеоайнской считается созданная мигрантами с Хоккайдо анивская культура (8–3 вв. до н.э.), синхронная финальному дземону. Однако она просуществовала относительно недолго. Ее носители были вытеснены или ассимилированы носителями сусуйских традиций [Василевский, Грищенко, 2012, с. 30]. и в дальнейшем по территории Сахалина распространяются мохэско-охотские группы. Их связь с айнскими выглядит весьма неоднозначной. Предполагается, что на рубеже I и II тыс. н.э. они были вытеснены с территории Сахалина протоайнскими племенами, известными по летописным источникам под названием «кувэй» или «гувэй» [Василевский, 2018]. С этого периода начинается широкая экспансия протоайнского населения на Сахалин и Курильские острова, и как минимум к XVII в. айны распространяются вплоть до юга Камчатки, куда попадают через север Курильской гряды [Дикова, 1983].

Основной проблемой, возникающей при изучении популяционной истории населения Сахалина, является практически полное отсутствие палеоантропологических материалов с этой территории. Самая ранняя здесь находка человеческого скелета, из захоронения на поселении Кашкалебагш 5, относящегося к поздненеолитической кашкалебагшской культуре, датируется I тыс. до н.э. [Грищенко, 2015] и имеет сохранность, исключающую ее использование для популяционных исследований. Следующие по времени краниологические материалы относятся к сусуйской культуре эпохи палеометалла. Они хранятся преимущественно в музеях Японии, где были обследованы авторами. Сусуйские черепа крайне немногочисленны, менее 10, и, так же как и кашкалебагшская находка, они имеют очень плохую сохранность. Серийные краниологические материалы с Сахалина относятся уже к этнографическому времени и представляют собой небольшие выборки нивхов, ороков и айнов, собранные во второй половине XIX в. [Дебеч, 1951, с. 251–252; Васильев и др., 2018]. На них было построено фундаментальное исследование М.Г. Левина [1958], заложившее современную основу краниологического изучения населения региона, и несколько более поздних работ, посвященных вопросам формирования антропологического состава айнов и нивхов [Васильев и др., 2018; Веселовская и др., 2019; Моисеев и др., 2019; Kozintsev, 1990, 1992, 2017].

Несмотря на то что история изучения сахалинских популяций насчитывает уже более 70 лет, большая часть вопросов, связанных с происхождением и популяционными связями автохтонного и айнского населения, остается дискуссионной. Применительно к айнам Сахалина больше всего вопросов вызывают причины их морфологических отличий от айнов Хоккайдо [Левин, 1958; Козинцев, 2017; Моисеев и др., 2019]. М.Г. Левин предполагал, что наблюдаемые различия связаны с нивхской примесью в составе айнской серии [Левин, 1958, с. 252], нами ранее высказывалось мнение, что причиной может являться вхождение в состав сахалинских айнов компонента, связанного с носителями охотской культуры [Моисеев и др., 2019, с. 143]. А.Г. Козинцев по краниоскопическим данным предполагал включение в состав сахалинских айнов ощутимой примеси ульчей [Kozintsev, 1990, р. 261]. Учитывая широкий ареал распространения айнских групп и интенсивность контактов между ними и сопредельными народами, считаем, что каждое из этих мнений имеет право на существование. Однако исследовательский фокус концентрировался преимущественно на взаимодействии между мигрантами с Хоккайдо и автохтонным населением амурсахалинского региона, что подразумевало формирование айнов Сахалина из двух источников, тогда как северное — курильско-камчатское направление связей оставалось без внимания.

Основными задачами данного исследования стали анализ краниологического состава айнов Сахалина и Хоккайдо методами многомерной статистики и проверка предположения о том, что двухкомпонентная модель формирования антропологического состава айнов Сахалина, объясняющая их своеобразие исключительно смешением автохтонного сахалинского населения с мигрантами с Хоккайдо, может быть не абсолютной и объяснять не весь спектр их краниологической вариативности. Для этого мы собрали максимально возможную базу индивидуальных измерений краниологических находок с территории Сахалина и сравнили их не только с айнами Хоккайдо, автохтонными японскими группами и населением Амурского региона, как это обычно делалось, но и с более отдаленным населением Северо-Востока Азии.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили индивидуальные характеристики обследованных авторами мужских черепов сахалинских и хоккайдских айнов. Айны Сахалина представлены коллекциями Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН (Кунсткамеры) №№5103, 5106, собранными преимущественно во второй половине XIX в. у поселков Поро-ан-

Краниометрические данные к проблеме происхождения и популяционных связей айнов Сахалина

Томари, Мануэ, Чиписани, у оз. Тарайка, Корсаковского поста и на берегу залива Анива [Дебец, 1951, с. 252]. Общая численность мужской серии составляет 24 ед., но поскольку были взяты только черепа полной сохранности, она сократилась до 19 индивидов. К ним были добавлены опубликованные измерения пяти айнских черепов с Сахалина, хранящихся в Музее Человека в Париже [Васильев и др., 2018], соответственно суммарная серия составила 24 черепа. Айны Хоккайдо обследовались авторами в Медицинском университете Саппоро. Общая численность изученных материалов составила 69 черепов, но, так же как и с сахалинскими айнами, для анализа были отобраны только черепа, у которых можно было измерить все необходимые признаки, соответственно итоговая численность выборки составила 15 индивидов.

Таблица 1

Индивидуальные характеристики мужских черепов айнов и ороков

Table 1

Ainu and Orok individual cranial characteristics. Male skulls

Коллекционный номер	Культурная принадлежность	1. Продольный диаметр	8. Поперечный диаметр	17. Высотный диаметр от ba	9. Наименьшая ширина лба	45. Скуловой диаметр	48. Верхняя высота лица	55. Высота носа	54. Ширина носа	51. Ширина орбиты от mf	52. Высота орбиты	77. Назо-малярийный угол	Zm. Зигмаксиллярный угол	SS:SC. Симметрический указатель
5103-11	Айн	185	140	133	94	136	70	51,7	26,2	43	38	142,78	138,29	33,71
5103-8	Айн	183	140	136	89	135	75	52,9	27,3	40,7	35,5	144,56	140,21	51,55
5103-9	Айн	199	135	135	99	144	80	53,6	25,8	47	35,6	140,56	135,44	33,33
5103-21	Айн	185	132	135	95	140	74	50,5	25,6	41,9	35,5	140,40	143,46	66,25
5103-26	Айн	193	138	137	100	136	75,5	54,6	25,1	42,8	35	138,04	133,74	55,00
5103-30	Айн	183	140	128	90	135	67,5	49,6	26,7	38	31,9	153,05	140,40	54,05
5103-33	Айн	177	138	130	95	136	72	53,4	25,6	39,3	36,1	150,21	147,40	56,02
5103-36	Айн	186	130	130	91	129	75,3	48,6	24	42	35,3	145,63	144,89	46,68
5103-38	Айн	183	137	128	87	134	70,3	52,14	27,1	41,9	34,15	143,50	144,79	28,57
5103-37	Айн	190	138	141	96	134	74,5	52,8	24,5	43	34,5	138,00	-	66,67
5103-18	Айн	190	139	138	99	137	-	51	25	42	33	144,10	135,20	34,48
5103-10	Айн	187,5	140	136	98	133	73	53	23	41,5	38	141,60	137,60	53,20
5103-6	Айн	176	130	132	88	132	-	51	24	43	29	140,80	-	36,40
5106-20	Айн	190	143	130	95	136	69	48	26	45	36	144,50	137,40	42,86
5106-17	Айн	192	147	145	94	142	79	59	28,5	42	36	143,50	133,30	48,00
5106-11	Айн	179	130	134	92	133	69	50	28	43	30	145,80	132,10	43,80
5106-?	Айн	190	147	139	98	144	-	50	29	45	35	154,10	132,90	36,00
5106-10	Айн	190	140	139	102	142	80	56	29	44	37	141,40	133,50	32,00
5106-21	Айн	200	150	137	105	148	81	56	27	47,5	34	146,20	131,60	43,50
5103-5	Орок	169	145	125	91	141	81	60	29	42	38	150,20	128,70	68,40
5103-3	Орок	181	147	134	90	145	80	59	26	44	35	150,20	140,80	50,00

В качестве сравнительного материала использовались индивидуальные измерения черепов нивхов (коллекции ВМА №№ 837, 840, 842, 843; МАЭ №№ 3926-1, 5103-1, 5106-2, 4, 5) [Дебец, 1951, с. 251], ороков (МАЭ №5103-3, 5), ульчей (МАЭ №4772) [Дебец, 1951, с. 252], носителей культурных традиций эпохи дземон, дзокудземон, сацумон Японского архипелага, хранящихся в различных музеях Токио, Саппоро, Киото и Фукуоки, носителей охотской культуры с территории Хоккайдо (коллекции Медицинского университета Саппоро, Университета Хоккайдо), древнеберингоморской культуры Чукотки (Эквен, Уэлен, коллекции ИА РАН и НИИ и МА МГУ) и представителей населения южной Камчатки второй половины I тыс. до н.э., вероятнее всего относящихся к древнеителъменской культуре (неопубликованные данные авторов). Суммарные данные по нивхам и ульчам были ранее опубликованы Г.Ф. Дебецем [1951], однако, поскольку для нашего анализа были необходимы индивидуальные измерения, все сравнительные материалы, кроме серии из Эквена и Уэлена, для которых данные опубликованы [Дебец, 1975], были измерены авторами. Географическое распределение сравнительного материала обусловлено этнографическими данными, на основании которых в качестве основных направлений связей айнских групп выделяют амуро-сахалинское, северное (камчатское) и хоккайдское.

Для сравнительного анализа было взято 13 ключевых признаков (табл. 1). На их основании был выполнен дискриминантный канонический анализ в программе Statistica for Windows v. 8.0, по результатам которого определено положение суммарных серий относительно друг друга. Поскольку при публикации мужских айнских черепов из Музея Человека не были указаны размеры зигмаксиллярных углов, использована встроенная опция программы Statistica for Windows по подстановке средних значений по группе, принадлежность к которой определялась значениями группирующей переменной канонического анализа. Как было показано в работе Keryhercz, Passalacqua [2016, p. 193], применение данной опции не искажает результаты анализа даже при отсутствии 50 % измерений.

Затем координаты индивидуальных находок по первым трем каноническим векторам были использованы в качестве исходных признаков для кластеризации методом *k*-средних с исполь-

зованием модуля Generalized EM and K-means clustering analysis программы Statistica for Windows. Данный метод предназначен для проверки гипотез о наличии в составе генеральной совокупности внутренних подразделений — кластеров и определения их количества. Алгоритм *k*-средних делит набор данных на *k* кластеров и повторяет процесс до тех пор, пока не найдет их оптимальную группировку. Особенность использованного генерализованного метода состоит в реализации автоматического алгоритма выявления оптимального количества кластеров с применением техники *v*-кратных перекрестных проверок (*v*-fold cross validation). В классическом методе *k*-средних число кластеров определяется пользователем исходя из общих соображений.

Результаты

По итогам дискриминантного канонического анализа выделилось два основных канонических вектора. Суммарно они описывают 75 % общей изменчивости. Первый канонический вектор (I KB), на который приходится почти 50 % изменчивости, противопоставляет древние серии с территории Японского архипелага и айнов Хоккайдо (отрицательные значения координат) древнеберингоморскому населению из Уэлена и Эквена и древнеительменским черепам (рис. 1). Японские находки в большинстве своем характеризуются широкой и не длинной черепной коробкой, малой высотой лица и носа при широком носовом отверстии, тогда как для древнеберингоморцев и черепов с юга Камчатки характерно обратное сочетание признаков (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции значений канонических векторов с краниометрическими признаками

Table 2

Correlation coefficients of canonical scores with cranial metric traits

	I KB	II KB	III KB
1. Продольный диаметр	0,53	-0,58	0,09
8. Поперечный диаметр	-0,54	0,61	0,18
17. Высотный диаметр от ba	0,29	-0,35	0,38
9. Наименьшая ширина лба	0,10	-0,47	0,40
45. Скуловой диаметр	0,13	0,02	0,69
48. Верхняя высота лица	0,52	0,43	0,28
55. Высота носа	0,48	0,43	0,12
54. Ширина носа	-0,55	0,37	-0,24
51. Ширина орбиты от mf	0,33	-0,21	0,06
52. Высота орбиты	0,32	0,19	0,24
77. Назомалярный угол	0,22	0,38	0,13
Zm. Зигмаксиллярный угол	0,29	0,31	-0,17
SS:SC. Симотический указатель	-0,12	-0,06	-0,17

Сахалинские айны, нивхи, ульчи, ороки и все охотские серии характеризуются промежуточными значениями координат по I KB. От японских и чукотско-камчатских групп их дифференцирует II KB, который помещает сахалинские серии в поле положительных значений, а все остальные — в отрицательную область графика. При этом набор наиболее значимых признаков во многом сходен с таковым для I KB, самое существенное отличие заключается в появлении нагрузки на наименьшую ширину лба (табл. 2).

Как видно из рис. 1, в пространстве двух первых KB достаточно четко выделяются три группы серий, соответствующие крупным географическим регионам. В первую группу входят все японские серии, во вторую — древнеберингоморцы из Уэлена и Эквена, к которым присоединяются древние ительмены; в третью — нивхи, ульчи, ороки и все охотцы. Ороки Сахалина, краниология которых никогда ранее не изучалась, демонстрируют максимальный уровень своеобразия по II KB, наиболее близкой к ним группой являются нивхи.

Что касается айнов Сахалина и Хоккайдо, то их положение в пространстве двух первых KB значительно отличается. Серия с о. Хоккайдо демонстрирует высокий уровень сходства с более древними хоккайдскими сериями периодов Дземон и Дзокудземон, в то время как айны Сахалина по I KB заметно сдвинуты в сторону амуро-сахалинских серий.

Хотя приведенные выше результаты канонического анализа, отображенные на графике, достаточно хорошо отражают основные направления популяционной дифференциации изучаемого населения, они не позволяют в полной мере оценить внутригрупповой состав сравниваемых серий. Данное обстоятельство важно, поскольку повышенная внутригрупповая вариабельность может являться следствием механического смешения морфологически различающихся популяций. В нашем случае, когда в качестве сравнительных используются серии, собранные

Краниометрические данные к проблеме происхождения и популяционных связей айнов Сахалина

еще в XIX в., нельзя исключать также возможности неправильного определения этнической принадлежности находок, которая может повлиять на результаты анализа. Как минимум сомнение в правильном определении ранее высказывалось Г.Ф. Дебецем [1951] и М.Г. Левиным [1958] в отношении некоторых черепов нивхов и айнов Сахалина.

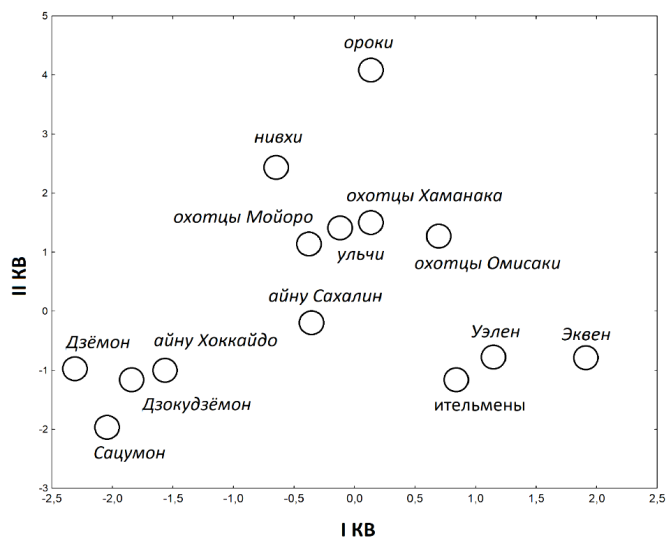


Рис. Положение дальневосточных краниологических серий в пространстве первых двух канонических векторов
Fig. The distribution of the Far East cranial series on the bi-plot of the first two canonical vectors.

С целью более детального определения степени вероятности принадлежности анализируемых индивидов к той или иной совокупности и для проверки важности выделяемых общих направлений популяционных связей для отдельных индивидов и серий мы кластеризовали координаты индивидуальных находок методом *k*-средних с группирующей переменной. В качестве такой переменной использовалась предполагаемая этническая или археологическая принадлежность каждого черепа. Минимальное число кластеров было задано как 3, в соответствии с тремя совокупностями серий, выделившимися по результатам канонического анализа; максимальное — как 6. В итоге в результате анализа автоматически было сформировано четыре кластера, каждый из которых имеет свою морфологическую основу. Ядром первого кластера (нивхского) являются нивхи и ороки, второго (древнеберингоморского) — серии из Уэлена и Эквена, третьего (охотского) — охотцы, четвертого (дземонского) — серии Дземона, Дзокудзёмона и Сацумона. Ни один индивид из вышеперечисленных серий не попадает в «чужой» кластер (табл. 3).

Таблица 3

Распределение индивидуальных находок по кластерам

Table 3

Cluster distribution of individual samples

	Дзёмон	Дзокудзёмон	Сацумон	айны Сахалина	Айны Хоккайдо	Нивхи	Ульчи	Ороки	Древнеберингоморская культура	Ительмены	Охотская культура
Кластер 1	0	0	0	5	1	11	4	2	0	0	0
Кластер 2	0	0	0	5	1	0	2	0	82	2	0
Кластер 3	0	0	0	3	0	0	4	0	0	0	33
Кластер 4	40	9	2	11	13	0	1	0	0	0	0
Всего	40	9	2	24	15	11	11	2	82	2	33

Практически все айны Хоккайдо попадают в четвертый кластер с древними японскими сериями, что еще раз демонстрирует популяционную преемственность населения Хоккайдо от неолита до близкого к современности времени. Две имеющиеся aberrации (табл. 3), даже если они имеют неслучайный характер и отражают реальные родственные связи этих индивидуумов, не отрицают высокий уровень гомогенности данной группы.

В противоположность айнам Хоккайдо, черепа айнов Сахалина демонстрируют достаточно высокую степень разнообразия, попадая сразу в четыре кластера. Примерно половина индивидов попадает в «дземонский» кластер к айнам Хоккайдо, около 20 % серии — в «нивхский», столько же — в «древнеберингоморский» и чуть менее 15 % — в «охотский». Какой-либо связи

между местом сбора айнских черепов и их принадлежностью к какому-либо кластеру не наблюдается. Такой результат говорит о гораздо более сложной истории сахалинской популяции айнов в сравнении с айнами Хоккайдо.

Заметим также, что, кроме айнов Сахалина, высокий уровень внутригрупповой дифференциации демонстрируют ульчи, которые в несколько ином удельном соотношении также распределяются между всеми четырьмя кластерами. Однако, в отличие от айнов Сахалина, основными для них являются «нивхский» и «охотский» кластеры (табл. 3).

Обсуждение

Результаты канонического дискриминантного анализа выделили три группы популяций, формирующих полюса популяционной изменчивости в изучаемом регионе. Первый из них сформирован древним и близким к современности населением Японского архипелага, второй — древнеберингоморским населением, третий — амуро-сахалинскими группами. Кластерный анализ подтвердил стабильность первых двух групп, но подразделил амуро-сахалинские популяции на два блока, в один из которых вошли близкие к современности серии, во второй — носители охотской культуры. Сама по себе эта картина не является чем-то новым и соответствует результатам многих более ранних исследований [Левин, 1958; Моисеев и др., 2019; Kozintsev, 1990, 1992, 2017], однако распределение индивидуальных находок в пределах этих групп позволяет более детально реконструировать картину популяционных контактов на территории Сахалина, которая оказалась значительно сложнее, чем предполагалось.

Прежде всего, это касается популяционной истории айнов Сахалина. Не вызывает сомнения широко известный факт, что их основу составляет айнское население Хоккайдо. Однако помимо него в состав сахалинских айнов вошло еще несколько компонентов. Один из них связан с нивхами и ульчами, как предполагали М.Г. Левин и А.Г. Козинцев. Но нужно заметить, что, судя по результатам анализа, ульчи не менее гетерогенны, чем сахалинские айны, и ульчские черепа попадают в те же кластеры, что и айнские. Они не обладают выраженной спецификой, поэтому дифференцировать отдельную «ульчскую» линию связей на данном этапе исследования представляется затруднительным.

Нивхи значительно более специфичны и менее гетерогенны, несмотря на то что состав нивхской серии несколько проблематичен и в нем могут быть индивиды смешанного нивхско-айнского и нивхско-ульчского происхождения. Еще сильнее данная линия морфологической специфики выражена на обоих орокских черепах, измерительные характеристики которых были изучены впервые. Они не проявляют сходства ни с одной группой кроме нивхов по результатам канонического анализа и попадают в «нивхский» кластер по результатам анализа *k*-средних.

Второй компонент в составе сахалинских айнов связан, как также предполагалось ранее, с носителями охотской культуры. В более ранней работе мы предлагали два возможных сценария появления у айнов охотской примеси. По первому сценарию айны Сахалина могли представлять собой потомков охотского населения, вернувшегося на Сахалин, по второму — сходство айнов Сахалина с носителями охотской культуры могла быть результатом позднего смешения постохотского населения южного Сахалина с айнами Хоккайдо, мигрировавшими на эту территорию [Моисеев и др., 2019]. Поскольку в сахалинской серии все же преобладает хоккайдский компонент, а у айнов Хоккайдо отсутствует хоть сколько-нибудь заметное сходство с охотцами, то более вероятным выглядит второй вариант, подразумевающий относительно поздние популяционные контакты, имевшие место не ранее появления протоайнов на Сахалине в X–XI вв. По всей видимости, охотское население было ими не просто вытеснено, но и частично ассимилировано.

Стоит также отметить ограниченность вклада носителей охотской культуры в состав амуро-сахалинского населения. Сходство с ними прослеживается только у айнов и ульчей, причем сходство с ульчами некоторых айнов не позволяет исключить предположение о том, что для ульчей некоторое сходство с охотцами вторично и появилось у них через контакты с айнами. Включение в состав ульчей также нивхского компонента может объяснять результаты анализа мтДНК, согласно которым изученные охотские образцы демонстрировали относительно близкую связь с ульчами и нивхами [Sato et al., 2007], тогда как краниологически нивхи и ороки не проявляют тенденции к сближению с охотцами.

Наиболее интересным результатом оказалось то, что примерно одинаковое число айнских черепов вошло не только в «нивхский» и «охотский» кластеры, но и в «древнеберингоморский». Данная линия связей ранее не прослеживалась по краниологическим данным, и ее появление было бы довольно сложно объяснить, если бы не положение находок, относящихся к древне-

ительменской культуре, которые оказались очень близки к древнеберингоморцам. В историческое время контакты с ительменами наблюдались у айнов севера Курильских островов и юга Камчатки. Одна из наших древнеительменских находок происходит из захоронения на м. Лопатка (данные готовятся к публикации). В этом же районе было раскопано несколько археологических памятников, на которых был обнаружен инвентарь, характерный для айнской культуры XVII в. [Дикова, 1983, с. 166–168]. Хотя нужно отметить, что в нашем распоряжении имеется всего два черепа, относящихся к древнеительменской культуре, характеристики которых могут не полностью отражать состав популяции; сходство этих находок с древнеберингоморскими позволяет говорить о том, что древнеберингоморский компонент мог войти в состав айнского населения опосредованно, через древнее население Южной Камчатки. Наличие его на Сахалине показывает более сложную географию биологического взаимодействия айнских групп между собой и с другими этническими группами, чем простой вариант контактов между Сахалином и Хоккайдо, с одной стороны, и Курильскими островами и Хоккайдо — с другой.

Заключение

Проведенный нами анализ краниологического состава айнов Сахалина и Хоккайдо показал, что популяционные процессы на Сахалине были сложнее, чем это предполагалось ранее. Он показал высокую степень внутрigrупповой гетерогенности айнов Сахалина и подтверждает, что формирование сахалинских айнов происходило из нескольких источников. Основным являлись айны Хоккайдо, а другими — древние носители охотской культуры, близкое к современности местное амуро-сахалинское население (нивхи и ульчи, как и предполагалось ранее) и население юга Камчатки, которое, по данным нашего исследования, может быть потомками носителей древнеберингоморской культуры. Также результаты нашего анализа демонстрируют высокую степень гетерогенности ульчского населения, ограниченность влияния охотского компонента на состав близкого к современности амуро-сахалинского населения и более тесную связь популяционной истории ороков с нивхами, чем с какими-либо другими дальневосточными группами.

Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность Х. Матсумуре (Медицинский университет Саппоро) и О.А. Шубиной (Сахалинский областной краеведческий музей) за предоставленную возможность работы с краниологическими коллекциями.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке РНФ, проект 22-18-00319 «Генезис древних культур крайнего Северо-Востока Азии».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Богатов В.В., Питч Т.У., Стороженко С.Ю., Баркалов В.Ю., Лелей А.С., Холин С.К., Крестов П.В., Костенко В.А., Макаренко Е.А., Прозорова Л.А., Шедько С.В.* Особенности формирования наземной и пресноводной биоты Сахалина // Вестник ДВО РАН. 2006. № 2. С. 32–47.
- Василевский А.А.* К концепции эпохи средневековья островного мира Дальнего Востока // Труды Института истории, археологии и этнографии ДВО РАН. 2018. Т. 20. С. 147–167
- Василевский А.А., Грищенко В.А.* Сахалин и Курильские острова в эпоху палеометалла (I тыс до н.э. — первая половина I тыс. н.э.) // Ученые записки Сахалинского государственного университета. 2012. Вып. IX. С. 29–41.
- Василевский А.А., Грищенко В.А., Орлова Л.А.* Периодизация, рубежи и контактные зоны эпохи неолита в островном мире дальневосточных морей (в свете радиоуглеродной хронологии памятников Сахалина и Курильских островов) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2010. № 1. С. 10–25
- Васильев С.В., Веселовская Е.В., Боруцкая С.Б., Григорьева О.М.* Антропологическая характеристика айнов с островов Сахалин и Хоккайдо // *Universum Humanitarium*. 2018. № 1. С. 82–100.
- Веселовская Е.В., Григорьева О.М., Пестряков А.П., Рассказова А.В.* Антропологическая реконструкция облика айнов и их положение в панойкуменной системе краниотипов мозгового черепа // Сибирские исторические исследования. 2019. № 3. С. 115–140.
- Грищенко В.А.* Кашкалебагшская культура финального неолита острова Сахалин: (К вопросу о сосуществовании традиций эпох камня и палеометалла в I тыс. до н.э. в островном мире Дальнего Востока // Ученые записки Сахалинского государственного университета. 2015. Вып. 11–12. С. 117–131.
- Дебец Г.Ф.* Антропологические исследования в Камчатской области. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 263 с. (ТИЭ. Н. С.; Т. XVII).
- Дебец Г.Ф.* Палеоантропологические материалы из древнеберингоморских могильников Уэлен и Эквен // Арутюнов С.А., Сергеев Д.А. Проблемы этнической истории Берингоморья: Эквенский могильник. М.: Наука, 1975. С. 198–240.
- Дикова Т.М.* Археология южной Камчатки в связи с проблемой расселения айнов. М.: Наука, 1983. 231 с.
- Козинцев А.Г.* Происхождение айнов в свете данных современной антропологии // Айнская проблема: (Вопросы этногенеза и этнической истории айнов). СПб.; Владивосток: Рубеж, 2017. С. 49–86.

Левин М.Г. Этническая антропология и проблемы этногенеза народов Дальнего Востока. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 359 с. (ТИЭ. Н. С.; Т. XXXVI).

Моисеев В.Г., Зубова А.В., де Ла Фуэнте К., Яншина О.В., Кишкурно М.С., Чикишева Т.А. Новые кра-ниологические и палеогенетические данные к проблеме происхождения коренного населения Хоккайдо и Сахалина // *Camera praehistorica*. 2019. № 2 (3). С. 137–146. <https://doi.org/10.31250/2658-3828-2023-2-116-129>

Buvit I., Izuho M., Terry K., Konstantinov M.V., Konstantinov A.V. Radiocarbon dates, microblades and Late Pleistocene human migrations in the Transbaikal, Russia and the Paleo-Sakhalin-Hokkaido-Kuril Peninsula // *Quaternary International*. 2016. Vol. 425. P. 100–119. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.02.050>

Kenyhercz M.W., Passalacqua N.V. Missing data imputation methods and their performance with biodistance analyses // *Biological Distance Analysis: Forensic and Bioarchaeological Perspectives*. L.: Academic Press, 2016. P. 181–194. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801966-5.00009-3>

Kozintsev A.G. Prehistoric and Recent Populations of Japan: Multivariate Analysis of Cranioscopic Data // *Arctic Anthropology*. 1992. Vol. 29. No. 1. P. 104–111.

Kozintsev A.G. Ainu, Japanese, their ancestors and neighbours: cranioscopic data // *Journal of the Anthropological Society of Nippon*. 1990. V. 98(3). P. 247–267.

Sato T., Amano T., Ono H., Ishida H., Kodera H., Matsumura H., Yoneda M., Masuda R. Origins and genetic features of the Okhotsk people, revealed by ancient mitochondrial DNA analysis // *Journal of Human Genetic*. 2007. № 52. P. 618–627. <https://doi.org/10.1007/s10038-007-0164-z>

Zgusta R. The Peoples of Northeast Asia through Time. Precolonial Ethnic and Cultural Processes along the Coast between Hokkaido and the Bering Strait. Leiden; Boston: Brill, 2015. 452 p.

Moiseyev V.G., Zubova A.V. *

Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography (Kunstkamera) RAS
Universitetskaya nab., 3, St. Petersburg, 199034, Russian Federation
North-Eastern Complex Research Institute, Far Eastern Branch of RAS
Portovaya st., 16, Magadan, 685000, Russian Federation
E-mail: vmoiseyev@mail.ru (Moiseyev V.G.); zubova_al@mail.ru (Zubova A.V.)

The Sakhalin Ainu: origin and population contacts according to cranial-metric data

The study is focused on recent population history of the Sakhalin Ainu people, which remains debated over the last 70 years. Albeit it is generally accepted that the Sakhalin Ainu are decedents of Ainu migrants from Hokkaido, significant cranial differences has been revealed between these two related populations. Thus, while M. Levin argued in favor of the Nivkh component in the Sakhalin Ainu population, A. Kozintsev, based on the analysis of cranial non-metric characteristics, assumed the admixture of the Ainu with the Ulchi people, and we in our earlier studies assumed that the Sakhalin Ainu included the descendants of the Okhotsk culture people. The influence of interregional contacts between the Sakhalin Ainu and Kuril-Kamchatka populations has not been previously considered. We analyzed individual cranial metric data on the Sakhalin Ainu, the Hokkaido Ainu, and several ancient and historical samples from the Far East region using canonical variate analysis with subsequent clustering of the CVs scores with K-means algorithm. The results revealed high level of morphological diversity of the Sakhalin Ainu sample. The analysis supports that the Sakhalin Ainu are decedents of the Hokkaido Ainu migrants, which admixed with a number of populations of different origin. In addition to the previously assumed Nivkh, Ulch and ancient Okhotsk components in the Sakhalin Ainu, we assume a rather strong influence of the Itelmens, who, according to the results of our study, may be descendants of the population of the Old Bering Sea culture people.

Keywords: Sakhalin, Ainu, Nivkh, Orok, Epi-jomon, cranial metrics, multivariate statistical analysis.

Acknowledgments. The authors express their deep gratitude to H. Matsumura (Sapporo Medical University) and O.A. Shubina (Sakhalin Regional Museum of Local Lore) for the opportunity to work with craniological collections.

Funding. The work was supported by the Russian Science Foundation, project 22-18-00319 “Genesis of ancient cultures of the extreme Northeast Asia”.

REFERENCES

Bogatov, V.V., Pitch, T.U., Storozhenko, S.Yu., Barkalov, V.Yu., Leley, A.S., Kholin, S.K., Krestov, P.V., Kostenko, V.A., Makarchenko, Ye.A., Prozorova, L.A., Shed'ko, S.V. (2006). Features of the formation of terrestrial and freshwater biota of Sakhalin. *Vestnik DVO RAN*, (2), 32–47. (Rus.)

Buvit, I., Izuho, M., Terry, K., Konstantinov, M.V., Konstantinov, A.V. (2016). Radiocarbon dates, microblades and Late Pleistocene human migrations in the Transbaikal, Russia and the Paleo-Sakhalin-Hokkaido-Kuril Peninsula. *Quaternary International*, (425), 100–119. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.02.050>

* Corresponding author.

Краниометрические данные к проблеме происхождения и популяционных связей айнов Сахалина

Grishchenko, V.A. (2015). Kashkalebagsh culture of the final Neolithic of Sakhalin Island (on the question of the coexistence of traditions of the eras of stone and paleometal in the 1st millennium BC in the island world of the Far East. *Uchenyye zapiski Sakhalinskogo gosudarstvennogo universiteta*, (11–12), 117–131. (Rus.).

Debets, G.F. (1951). *Anthropological research in the Kamchatka region*. Moscow: Izd-vo AN SSSR. (Rus.)

Debets, G.F. (1975). Paleoanthropological materials from the ancient Bering Sea burial grounds Uelen and Ekven. In: Arutyunov S.A., Sergeev D.A. *Problemy etnicheskoy istorii Beringomor'ya: Ekvenskiy mogil'nik*. Moscow: Nauka, 198–240. (Rus.).

Dikova, T.M. (1983). *Archeology of southern Kamchatka in connection with the problem of settlement of the Ainu*. Moscow: Nauka. (Rus.).

Kenyhercz, M.W., Passalacqua, N.V. (2016). Missing data imputation methods and their performance with biodiversity analyses. In: M.A. Pilloud and J.T. Hefner (Eds.). *Biological Distance Analysis: Forensic and Bioarchaeological Perspectives*. London: Academic Press, 181–194. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801966-5.00009-3>

Kozintsev, A.G. (1990). Ainu, Japanese, their ancestors and neighbours: cranioscopic data. *Journal of the Anthropological Society of Nippon*, (3), 247–267.

Kozintsev, A.G. (1992). Prehistoric and Recent Populations of Japan: Multivariate Analysis of Cranioscopic Data. *Arctic Anthropology*, (1), 104–111.

Kozintsev, A.G. (2017). The origin of the Ainu in the light of modern anthropological data. In: *Aynskaya problema: (K voprosy etnogeneza i etnicheskoy istorii aynov)*. St. Petersburg; Vladivostok: Rubezh, 49–86. (Rus.).

Levin, M.G. (1958). *Ethnic anthropology and problems of ethnogenesis of the peoples of the Far East*. Moscow: Izd-vo AN SSSR. (Rus.).

Sato, T., Amano, T., Ono, H., Ishida, H., Kodera, H., Matsumura, H., Yoneda, M., Masuda, R. (2007). Origins and genetic features of the Okhotsk people, revealed by ancient mitochondrial DNA analysis. *Journal of Human Genetic*, (52), 618–627. <https://doi.org/10.1007/s10038-007-0164-z>

Vasilevskiy, A.A. (2018). Towards the concept of the medieval era of the island world of the Far East. *Trudy Instituta istorii, arkheologii i etnografii DVO RAN*, (20), 147–167. (Rus.).

Vasilevskiy, A.A., Grishchenko, V.A. (2012). Sakhalin and the Kuril Islands in the paleometal era (I mill. BC — first half of the I mil. A.D.). *Uchenyye zapiski Sakhalinskogo gosudarstvennogo universiteta*, (IX), 29–41. (Rus.).

Vasilevskiy, A.A., Grishchenko, V.A., Orlova, L.A. (2010). Periodization, boundaries and contact zones of the Neolithic in the island world of the Far Eastern seas (in the light of radiocarbon chronology of the sites of Sakhalin and the Kuril Islands). *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, (1), 10–25. (Rus.).

Vasil'yev, S.V., Veselovskaya, E.V., Borutskaya, S.B., Grigor'yeva, O.M. (2018). Anthropological characteristics of the Sakhalin and Hokkaido Ainu. *Universum Humanitarium*, (1), 82–100. (Rus.).

Veselovskaya, E.V., Grigor'yeva, O.M., Pestryakov, A.P., Rasskazova, A.V. (2019). Anthropological reconstruction of the appearance of the Ainu and their position in the panocumene system of cranial types. *Sibirskiye istoricheskiye issledovaniya*, (3), 115–140. (Rus.).

Zgusta, R. (2015). *The Peoples of Northeast Asia through Time. Precolonial Ethnic and Cultural Processes along the Coast between Hokkaido and the Bering Strait*. Leiden; Boston: Brill.

Моисеев В.Г., <https://orcid.org/0000-0003-1748-2686>

Зубова А.В., <https://orcid.org/0000-0002-7981-161X>

Сведения об авторах:

Моисеев Вячеслав Григорьевич, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, Санкт-Петербург.

Зубова Алиса Владимировна, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, Санкт-Петербург.

About the authors:

Moiseyev, V.G., PhD, Senior Researcher, Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography (Kunstkamera) RAS, St. Petersburg.

Zubova, A.V., PhD, Senior Researcher, Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography (Kunstkamera) RAS, St. Petersburg.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Accepted: 15.11.2024

Article is published: 15.03.2025