



Роль климатических изменений и антропогенного фактора в развитии ландшафтов острова Русский

Надежда Глебовна РАЗЖИГАЕВА¹

доктор географических наук, главный научный сотрудник
nadyar@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7936-1797>

Лариса Анатольевна ГАНЗЕЙ¹

кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник
lganzey@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2538-6603>

Татьяна Афанасьевна ГРЕБЕННИКОВА¹

кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник
tagrebennikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5805-391X>

Кирилл Сергеевич ГАНЗЕЙ¹

кандидат географических наук, директор
geo2005.84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4697-5255>

Екатерина Петровна КУДРЯВЦЕВА¹

старший научный сотрудник
katya@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4135-8300>

Станислав Данилович ПРОКОПЕЦ²

кандидат исторических наук, старший научный сотрудник
stas842005@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8121-6625>

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

²Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН, Владивосток, Россия

Аннотация. Комплексное изучение отложений палеозера на берегу бух. Красная позволило определить ход развития ландшафтов о. Русский за 7500 кал. лет. Выделены фазы развития растительности горных склонов, долинных лесов и побережья с мозаичными биотопами. Определены временные рубежи, когда в составе широколиственных многопородных лесов было больше термофилов, чем в современных условиях. Кедр корейский в широколиственных лесах появился 6420–5750 кал. л.н. Дуб стал доминантом в последние 3800 кал. л.н., с этого времени увеличилось участие берез. На развитие ландшафтов большое влияние оказал малый ледниковый период. Пихта появилась ~630 кал. л.н. Роль кедра корейского увеличилась последние 360 кал. л. Выделено 8 стадий развития лагуны, которые контролировались в основном колебаниями уровня моря. Наибольшую соленость водоем имел на пике голоценовой трансгрессии, солоноватое озеро существовало с ~5090 кал. л.н., водоем стал пресным ~4090 кал. л.н. Скорости осадконакопления резко снизились

~3510 кал. л.н., что совпало с длительным сухим периодом. Смена терригенного осадконакопления на биогенное произошла ~700 кал. л.н. Озеро полностью заросло и превратилось в болото ~270 кал. л.н. Во время экстремальных штормов и цунами в лагуну-палеозеро был заплеск морской воды, определен возраст этих событий. Установлены признаки антропогенного изменения растительности при заселении острова в среднем–позднем неолите и при освоении территории в конце XIX–начале XX в. Воздействие человека на ландшафты было наиболее длительным, когда на берегу лагуны поселились ранние земледельцы. Частые пожары, проходившие ~5500–4920 кал. л.н., вероятно, имели антропогенную природу.

Ключевые слова: береговое озеро, диатомовые водоросли, палинология, голоцен, Дальний Восток

Для цитирования: Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Ганзей К.С., Кудрявцева Е.П., Прокопец С.Д. Роль климатических изменений и антропогенного фактора в развитии ландшафтов острова Русский // Тихоокеанская география. 2024. № 2. С. 90–106. https://doi.org/10.35735/26870509_2024_18_7.

Original article

Role of the climatic changes and anthropogenic factor on development of the landscapes of Russky Island

Nadezhda G. RAZJIGAEVA¹

Doctor of Geographical Sciences, Chief research associate
nadyar@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7936-1797>

Larisa A. GANZEY¹

Candidate of Geographical Sciences, Leading research associate
lganzev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2538-6603>

Tatiana A. GREBENNIKOVA¹

Candidate of Geographical Sciences, Leading research associate
tagrebennikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5805-391X>

Kirill S. GANZEI¹

Candidate of Geographical Sciences, Director
geo2005.84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4697-5255>

Ekaterina P. KUDRYAVTSEVA¹

Senior research associate
katya@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4135-8300>

Stanislav D. PROKOPETS²

Candidate of Historical Sciences, Senior research associate
stas842005@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8121-6625>

¹Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

²Institute of History, Archaeology and Ethnography FEB RAS, Vladivostok, Russia

Abstract. Multi-proxy study of paleo-lake deposits on the Krasnaya Bay coast, allowed us to identify the landscape development of the Russian Island since 7500 cal. yr BP. Phases of vegetation development of mountain slopes, valley forests and coasts with mosaic biotopes were identified. The periods when there were more thermophiles trees in the deciduous forests than in modern conditions were

determined. Korean pine in the forest vegetation appeared 6420-5750 cal. yr BP. Oak has become the dominant last 3800 cal. yr BP, from this time increased the participation of birch. The Little Ice Age greatly influenced to the landscapes development. Fir appeared in forests ~ 630 cal. yr BP. The role of Korean pine in the south of the island has increased the last 360 cal. yr. The 11 stages were recognized in the evolution of the lagoon, controlled mainly by sea level fluctuation. The salinity of lagoon waters was higher at the peak of the Holocene transgression, the brackish lake existed ~5090 cal. yr BP, fresh lake ~4090 cal. yr. The sedimentation rates sharply decreased ~3510 cal. yr, which coincided with a long period of aridization. A change of terrigenous sedimentation to biogenic occurred ~700 cal. yr BP. The lake is completely overgrown and turned into a swamp with a decrease in atmospheric moisture ~ 270 cal. yr BP. During extreme storms or tsunamis there were seawater invasions in the lagoon-paleo-lake, the age of these events was determined. Signs of anthropogenic changes in vegetation were established during the settlement of the island in the middle-late Neolithic and with the active development of the territory, starting with the fortress construction in the late XIX-early XX centuries. The human impact on landscapes was the longest when early farmers settled on the shore of the lagoon. Frequent fires, which took place ~5500-4920 cal. yr BP., had probably an anthropogenic nature.

Keywords: coastal lake, diatoms, palynology, Holocene, Far East

For citation: Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Ganzei K.S., Kudryavtseva E.P., Prokopets S.D. Role of the climatic changes and anthropogenic factor on development of the landscapes of Russky Island. *Pacific Geography*. 2024;(2):90-106. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2024_18_7.

Введение

Взаимодействие природных и антропогенных факторов на небольших островах имеет свою специфику, связанную с изоляцией островной суши, большей уязвимостью геосистем и меньшей способностью к самовосстановлению. На Дальнем Востоке наиболее освоенными являются острова залива Петра Великого, которые относятся к материковому типу и были отделены от континента в разные фазы голоценовой трансгрессии. На островах сохранились уникальные растительные сообщества, которые не встречаются на материковой части Приморья [1, 2]. Освоение островов началось со среднего неолита [3, 4]. Для понимания современного состояния островных ландшафтов и прогнозных оценок большое значение имеют данные о развитии в голоцене. Особое место занимает о. Русский, ландшафтная структура которого отличается большим разнообразием [5]. Антропогенная нагрузка на геосистемы острова усилилась со второй половины XIX в. и особенно со времени строительства крепости [6]. Саммит 2012 г. дал новый толчок к освоению территории, открывшиеся перспективы развития и хозяйственного освоения острова неизбежно приведут к дальнейшей трансформации ландшафтов [7]. Из природных факторов, влияющих на развитие ландшафтов, первостепенное значение имели климатические изменения и связанные с ними колебания уровня моря. Одним из аспектов изучения динамики береговых ландшафтов является реконструкция проявления сильных штормов и цунами [8]. Целью настоящей статьи является анализ реакции ландшафтов о. Русский на климатические изменения и колебания уровня моря в среднем–позднем голоцене; выявление следов проявления экстремальных гидрологических событий; оценка воздействия антропогенного фактора на развитие биотических компонентов.

Материалы и методы

Реконструкции проведены на основе изучения разреза отложений палеозера на побережье бух. Красная (рис. 1). Здесь за валунно-галечным штормовым валом (высотой 3.5 м) расположена заболоченная лагунная терраса (высота 2 м). В 35 м от уреза был заложен шурф и проведено ручное бурение (42°59.061' с.ш., 131°47.107' в.д.). Вскрыт

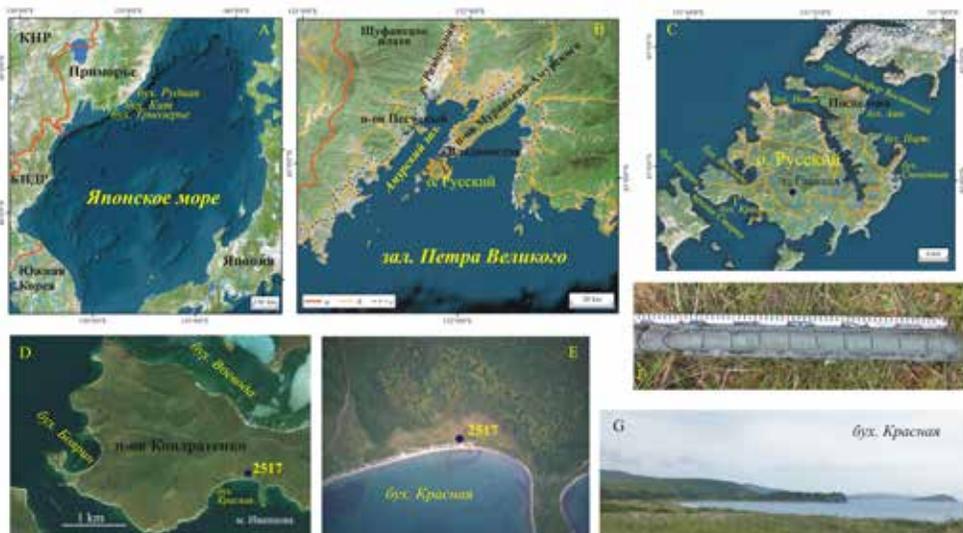


Рис. 1. Район работ и положение изученного разреза (А-Е, G), вскрытые отложения лагуны-палеозера (F) на побережье бух. Красная, о. Русский. а – государственные границы, б – автомобильные дороги, с – железные дороги

Fig. 1. Study area and position of studied section (A-E, G), exposed lagoon-paleolake sediments (F) on the Krasnaya Bay coast, Russky Island. a - state boundaries, b - roads, c - railways

разрез, сложенный торфом (0.40 м), лежащим на оторфованной глине (0.10 м) и алевропелитовых илах (2.4 м). Опробование проведено с шагом 5 см. Биостратиграфические исследования включают диатомовый и спорово-пыльцевой анализы, выполненные по стандартным методикам. Диаграмма построена по программе Tilia v. 2-0-41 [9]. В препаратах отмечалось присутствие мелких углей. Радиоуглеродное датирование проведено в Институте наук о Земле СПбГУ. Калибровка радиоуглеродных дат сделана в программе OxCal 4.3 [10]. Использованы также датировки, полученные путем интерполяции в интервале между двумя датированными прослоями. Возраст отложений в основании разреза рассматривается 7500 кал. л.н., когда уровень моря достиг современной отметки [11, 12]. Для контроля использовались данные по разрезу «Поспелово» [13], для которого построена модель «глубина-возраст» по программе Bacon 2 [14].

Результаты

Барьерные озера, распространенные на островах залива Петра Великого, являются завершающей стадией развития лагун, образованных в разные фазы голоценовой трансгрессии. Встречаются и палеозера, местоположение которых хорошо выражено в рельефе и занято болотными сообществами. Такое палеозеро было обнаружено на перешейке п-ова Кондратенко на берегу открытой бух. Красная, глубина до 9 м. Эта часть побережья относится к абразионно-бухтовому типу. За счет активной подачи материала в среднем голоцене в вершине бухты образовалась лагуна (протяженностью до 400 м), отделенная барьерной формой (шириной до 25 м). На поверхности лагунной террасы развито вейниковое сфагновое болото. Доминирует вейник узколистый (*Calamagrostis angustifolia* – 80 %) с участием тростника южного (*Phragmites australis*) и иван-чая узколистного (*Chamerion angustifolium*). Отмечены осока (20 %), *Parnassia palustris* (10 %), *Thelypteris thelypteroides* (менее 5 %), *Lycopus*, *Triadenum japonicum*, *Lobelia sessiliflora*, развит моховой покров из *Sphagnum squarosum* (50 %), отмечается спирея иволистная

(*Spiraea salicifolia*) и подрост ольхи японской (*Alnus japonica*). На береговом валу растут плотные куртины полыни Гмелина (*Artemisia gmelinii*), розы морщинистой (*Rosa rugosa*) с участием веерника сахароцветного (*Miscanthus sacchariflorum*). За валом болото окаймляется узкой полосой сырого луга, а на шлейфе склона развит сухой луг.

Стадии развития палеозера. В отложениях определено 259 таксонов пресноводных, 90 морских и солоноватоводных диатомей. Озеро прошло 8 стадий развития (рис. 2).

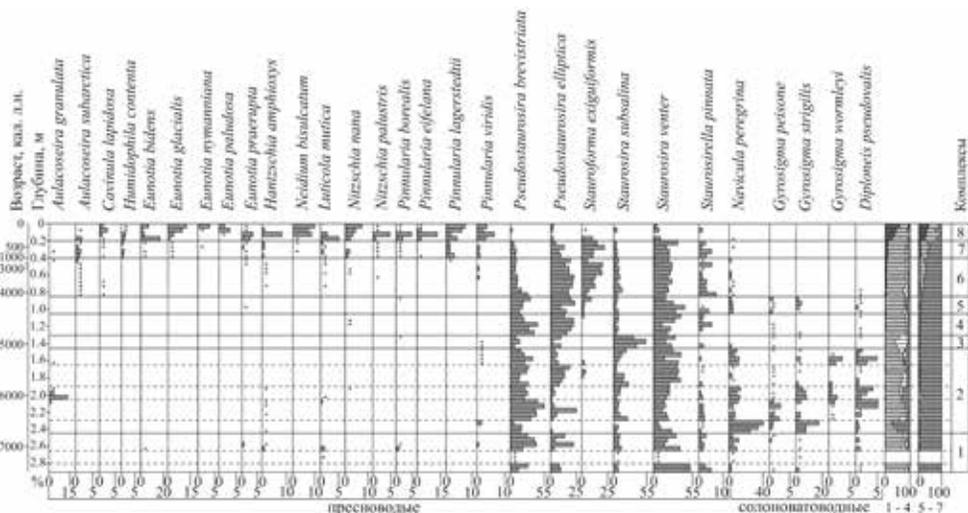


Рис. 2. Распределение диатомей в озерно-болотных отложениях на побережье бух. Красная. 1 – галофобы, 2 – индифференты, 3 – галофилы, 4 – морские и солоноватоводные, 5 – ацидофилы, 6 – циркумнейтральные, 7 – алкалифилы

Fig. 2. Distribution of diatoms in lacustrine-swamp sediments on the Krasnaya Bay coast. Study area and position. 1 - halophobes, 2 - indifferent, 3 - halophiles, 4 - marine and brackish-water species, 5 - acidophiles, 6 - circumneutral, 7 - alkaliphiles

7500–6750 кал. л.н. образовалось озеро лагунного типа. Преобладали пресноводные виды обрастаний (77–95 %), типичные для опресненных лагун [15], среди прибрежно-морских диатомей – бентосные солоноватоводные виды. Уменьшение содержания створок свидетельствует о сокращении размера водоема 7170–7090 кал. л.н. Появление бентосных видов, обитающих в заливах и бухтах, указывает на переход в лагунную стадию ~6836 кал. л.н. при повышении уровня моря.

6750–5090 кал. л.н. водоем отличался высоким богатством (66 таксонов) и содержанием прибрежно-морских диатомей (до 68 %). Увеличилась роль тепловодных видов. Выделено 3 фазы развития лагуны с более высокой соленостью воды (6750–6500; 6080–5750; 5340–5090 кал. л.н.) и 2 фазы, отвечающие существованию закрытого распресненного водоема (6500–6080; 5750–5340 кал. л.н.). Первые две «морские» фазы совпадают с малоамплитудными трансгрессиями [11]. Створки неритического *Thalassionema nitzschioides*, вероятно, заносились в водоем в сильные шторма (6750–6650; 6580–6500 кал. л.н.). Мощное поступление морской воды в лагуну произошло в начале третьей «морской» фазы: повысилось содержание прибрежно-морских видов, обнаружены фрагменты глубоководного *Thalassiosira* sp. и планктонный *Paralia sulcata*, характерный для заливов. Уровень моря в это время снижался [11, 12]. Возможно, водоем стал более соленым за счет размыва пересыпи в экстремальный шторм или цунами. Влияние моря на распресненный водоем усиливалось ~6330–6500; 6250–6080 кал. л.н. В отложениях найдены *Tryblionella granulata* и *Nitzschia lanceola*.

5090–4840 кал. л.н. лагуна стала слабо солоноватой. Линзы песка, включающие фрагменты океанических и неритических *Coscinodiscus marginatus*, *Thalassiosira eccentrica*, *Thalassionema nitzschioides*, вероятно, были оставлены палеоцунами ~5000–4920 кал. л.н.

4840–4340 кал. л.н. водоем стал еще более распресненным. Разнообразие реофильных диатомей родов *Achnanthes*, *Cymbella*, *Encyonema*, *Gomphonema* указывает на активизацию речного стока. Появление видов родов *Eunotia* и *Pinnularia* свидетельствует о заболачивании берегов. Заплеск морской воды ~4590–4510 кал. л.н. фиксируется находками морских планктонных *Odontella aurita* и *Paralia sulcata*.

4340–4090 кал. л.н. степень минерализации озера снижалась. Присутствие большого количества морских диатомей говорит о периодическом поступлении морских вод, что могло быть связано с усилением штормовой активности в малоамплитудную трансгрессию [11].

4090–700 кал. л.н. значения рН воды в озере менялись от слабо щелочных до нейтральных. Увеличивалось разнообразие видов, характерных для стоячих и текучих вод. Озеро начало заболачиваться после 3510 кал. л.н. Среди морских и солоноватоводных видов выделяются *Tryblionella plana*, *Cocconeis scutellum*, *Gyrosigma strigilis*, *Campylodiscus echemeis*, которые поступали со штормовыми заплесками. Появление неритического *Chaetoceros* sp. в илах, образованных 3270±150 л.н., 3510±90 кал. л.н., ЛУ-8851, может отвечать цунами. Наиболее сильный заплеск морской воды зафиксирован в кровле оторфованной глины. Здесь выявлено 17 морских и солоноватоводных диатомей (8.7 %), найдены фрагменты глубоководных *Coscinodiscus* sp., *Thalassiosira* sp., бентосные *Rhabdonema arcuatum* и колонии *R. adriaticum*, широко распространенного в теплых морях.

700–360 кал. л.н. в озере началось органогенное осадконакопление (¹⁴C-дата 750±90 л.н., 700±80 кал. л.н., ЛУ-8850). Увеличение богатства видов родов *Eunotia* и *Pinnularia* указывает на усиление заболоченности, в это время понижались значение рН и минерализация воды. Наиболее сильная инъекция морской воды ~560 кал. л.н., вероятно, связана с цунами: обнаружены фрагменты *Coscinodiscus marginatus*, *Thalassiosira* sp., колонии *Rhabdonema adriaticum* и *Odontella aurita*.

360–0 кал. л.н. увеличилась кислотность и снизилась минерализация болотных вод. Повышение доли почвенных диатомей указывает на сухой эпизод 200–170 кал. л.н. После этого возрастает число видов, населяющих мокрые мхи. Рост числа реофилов указывает на влияние речных вод. Возможно, на террасе существовало мелкое озерко. Прибрежно-морские и солоноватоводные диатомей поступали во время штормов. Фрагменты неритических и океанических видов *Coscinodiscus marginatus*, *Coscinodiscus* sp., *Thalassiosira leptopus* могли быть занесены цунами.

Развитие ландшафтов. Выделено 6 фаз развития растительности (рис. 3).

7500–6420 кал. л.н. юг острова занимали грабово-дубовые леса с участием ильма, ореха, ясеня, липы, бархага, калопанакса, берез и шелковицы. Растительность отвечает оптимуму голоцена – содержание пыльцы широколиственных максимальное для разреза (до 78 %), пыльцы граба – до 19.7 %. Наряду с дубом монгольским (*Quercus mongolica*) на острове рос дуб зубчатый (*Q. dentata*), который сейчас встречается на о. Фуругельма [2]. В подлеске было много лещины, жимолости, боярышника, в покрове – папоротников. Водные растения: уруть, рдест, рогоз, ежеголовник, водяной орех, растущие только в пресных водоемах, вероятно, развивались, когда пересыпь полностью блокировала водоем. На заболоченных участках рос восковник. Сейчас самой южной точкой его произрастания является побережье бух. Кит [16]. Были представлены осоковые, сфагновые мхи, около ручья – хвощ. На побережье были распространены гмелинополынные злаки, кровохлебкой и разнотравные луга. На скалах рос можжевельник, толстянковые, в трещинах скал – деннштедтия. Наличие пыльцы сурепки, подорожниковых и маревых может отвечать естественным сообществам на галечниках пересыпи, но нельзя исключать их связь со стоянками древнего человека. Обнаружена пыльца культурных злаков (>30 мкм).

Из непыльцевых палиноморф встречены споры грибов *Endophragmiella*, растущих на мертвой древесине, гниющих листьях и стеблях; *Astrosphaeriella*, паразитирующего на листьях; *Trichcladium*, почвообитающего аскомицета. Найдены споры миксомицетов рода *Licea*, обитающих на коре, отмершей древесине в смешанных широколиственных лесах.

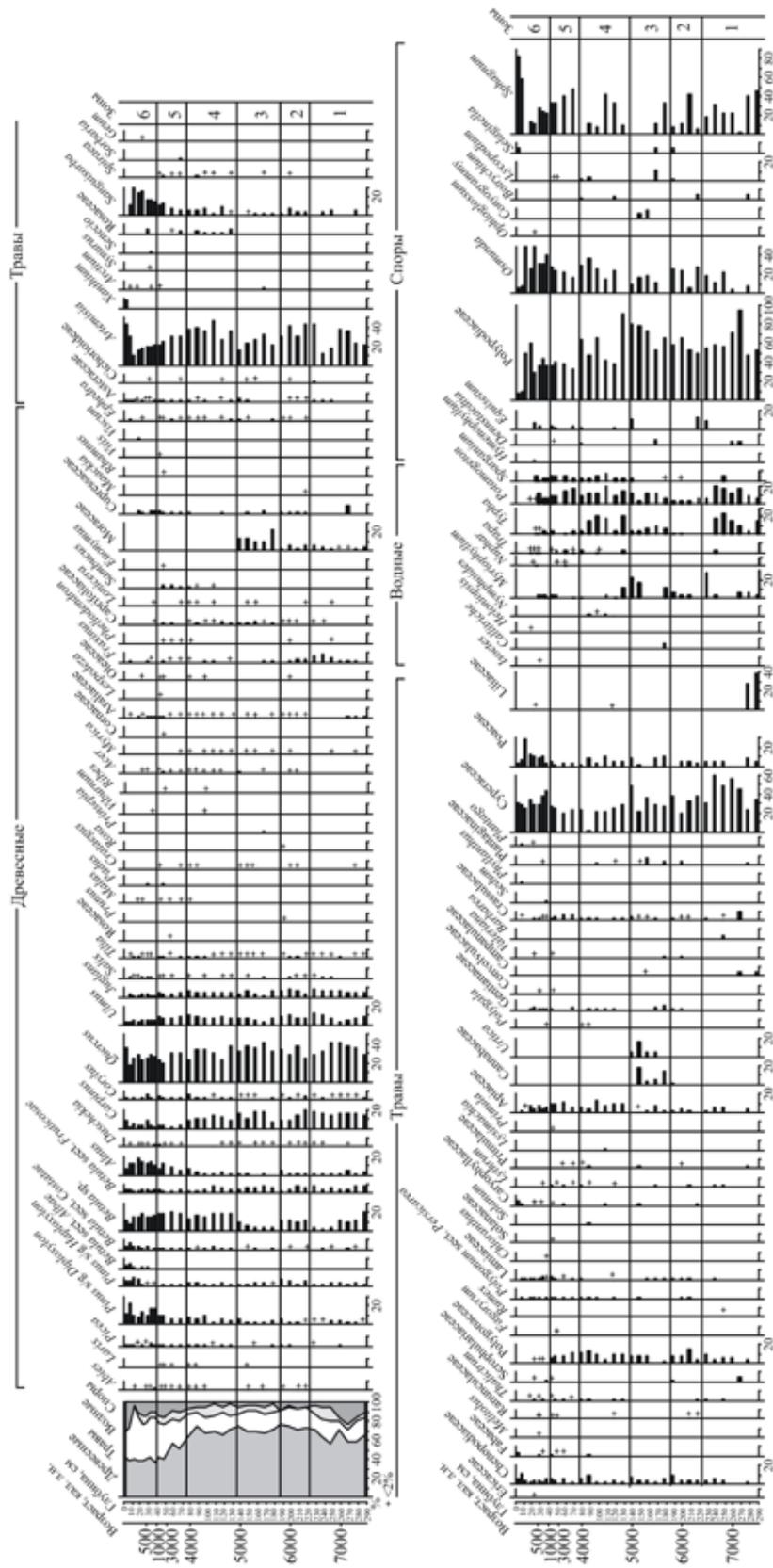


Рис. 3. Спорно-пыльцевая диаграмма для разреза озерно-болотных отложений на побережье бух. Красная. Палинолог Т.В. Корнощенко
 Fig. 3. Pollen diagram for lacustrine-swamp sediments on the Krasnaya Bay coast. Palynologist T. V. Kornushenko

Эти низшие растения в обилии появляются в лесах 6840–6580 кал. л.н. Причиной могли быть более влажные условия. Присутствуют сине-зеленые водоросли рода *Debarya*, характерные для пресных водоемов со стоячей водой.

6420–5750 кал. л.н. в составе лесов появился кедр корейский. Границы этой фазы близки к развитию кедрово-широколиственных лесов в северной части острова (по модели – 6460–5640 кал. л.н.) [13]. Климат стал чуть холоднее, но теплее, чем современный. Отмечена тенденция к снижению участия граба (до 8.3 %). В лесах стали распространены клены, маакия, ильм, береза, в покрове – чистоустник азиатский, появились плауны, экологически связанные с темнохвойными лесами. Найдены споры плаунка, который мог расти на каменистых субстратах. На береговых скалах стали более плотными сообщества можжевельника. В конце фазы на берегу появились заросли *Rosa rugosa*. На скалах и разнотравных лугах – гвоздичные, горечавковые. Возможно, вблизи были песчаные участки, где рос хвойник. Такие местообитания известны сейчас на дюнах в устьях рек Киевка, Маргаритовка, Милоградовка [17]. Влажные местообитания занимали больше площади. Количество пыльцы водных растений в лагуне уменьшилось, что связано с засолением. Преобладали рдест и рогаз, встречались ежеголовник и уруть. К признакам антропогенного воздействия можно отнести пыльцу культурных злаков, подорожниковых, маревых, появление пыльцы коноплевых, цикориевых. Найдена пыльца сливы. Встречены *Ascospore*, коловратки (*Rotatoria*), среди которых встречаются виды, переносящие осолонение. Восстановлен возраст пожаров ~6330–6250; 6000–5920 кал. л.н. После пожаров на берегу уменьшались заросли гмелинополынных.

5750–4920 кал. л.н. стали распространены дубово-грабовые леса. Роль кедра корейского снизилась. Около ручья на осветленных участках росла принсепия китайская (*Princepia sinensis*). В покрове появилась кониограмма (*Coniogramme*), вид, экологически связанный с хвойными лесами. На влажных лугах рос дербенник иволистный (*Lythrum saltcaria*). В береговых скалах было много деннштедтии. Резкое повышение содержания пыльцы тутовых (Moraceae – до 21.6 %) может рассматриваться как доказательство существования рощи шелковицы. Шелковица использовалась в хозяйстве с древнейших времен [18] и могла появиться вместе с человеком. Другими признаками антропогенных изменений растительности являются высокое содержание пыльцы коноплевых, наличие пыльцы культурных злаков и лопуха, а также апофитов (крапива, подорожниковые, цикориевые, маревые). Среди водных растений рос болотник обыкновенный (*Callitriche palustris*), обитающий в водоемах со стоячей водой (глубина до 30 см) [2]. Найдены споры грибов *Ascospores*, *Astrosphaeriella*. Частые пожары происходили 5500–4920 кал. л.н.

4920–3840 кал. л.н. вновь были распространены дубово-грабовые леса. Снижение содержания пыльцы граба (до 7.7 %) в илах, образованных 4840–4760 кал. л.н., отражает кратковременное похолодание. Далее его роль вновь возрастает (до 15 %), что сопоставляется с оптимумом суббореала, некоторое уменьшение после 4340 кал. л.н. отражает тенденцию к снижению температур. В лесах было много липы, ореха, кленов, калапанакса, ясеня, яблони. Возросла роль берез, среди кустарников – лещины, обычной стала таволга. В папоротниковом покрове стало больше чистоустника азиатского. Возможно, появилась сосна густоцветковая (*Pinus densiflora*). На берегу более широкое распространение получают гмелинополынные. Сокращается участие трав, предпочитающих влажные местообитания, прежде всего осоковых. Больше стало зонтичных, горечавок, появляется пыльца розоцветных. Найдена пыльца лапчатки, истода японского (*Polygala japonica*), предпочитающего сухие луга. Стало много бобовых. Найдена пыльца паслена – в современной флоре паслен крупноплодный (*Solanum megacarpum*) встречается только на о. Фуругельма [17]. В озере стало больше водных растений, особенно рдеста, рогаза, ежеголовника, появился водяной орех, болотноцветник.

Найдены споры *Entorrhiza*, паразитических микрогрибов, развивающихся на корнях осоковых и ситниковых [19]. Встречены *Puccinia*, род ржавчинных грибов, распространенных на зерновых культурах, их развитию способствуют частые туманы, обильные

росы [20]. Находки *Valsaria*, грибов-эпифитов, обитающих на гниющих бревнах с корой, свидетельствуют о теплых условиях, в том числе в зимний период [21]. Теплые влажные условия отражает и присутствие *Meliola*, патогенов, которые встречаются на листьях, стеблях и ветвях сосудистых растений. Обнаружены коловратки (*Rotifera*), обитавшие в сильно распресненном водоеме. Присутствие сине-зеленых водорослей рода *Debarya* подтверждает, что озеро было пресным. Встречены фрагменты бриевых мхов рода *Encalypta*, которые росли на береговых скалах. Угли фиксируют следы пожаров 4840–4760; 4670–4590; 4510–4420; 4170–4090 кал. л.н.

3840–700 кал. л.н. в лесах преобладал дуб. Содержание пыльцы широколиственных снижается (50–54 %), граба ≤ 3.5 %. Большую роль стали играть березы. Чаше стала встречаться яблоня, появилась черемуха, во влажных лесах и на каменистых склонах – смородина. В подлеске стали распространены бересклет, жимолость, боярышник, жостер даурский (*Rhamnus davurica*), рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia*), появились кизилловые. Среди травянистых стало много валерианы. На берегу озера и в долине ручья были развиты заросли ольхи, стало много бузины. Восстановились заросли можжевельника, в обилии росли толстянковые, были сообщества с хвойником. С 3510 кал. л.н. стало больше сосны густоцветковой, но нельзя исключать занос пыльцы из континентальных районов [13]. Среди водных растений появилась кубышка, стало меньше рогоза, урути. Отмечена тенденция к уменьшению доли пыльцы водных растений. На увлажненных местах в обилии рос хвощ.

Резкое снижение скоростей осадконакопления не позволило получить подробную летопись событий для 2100–700 кал. л.н. В отличие от внутренних частей острова [7], на юге хвойно-широколиственные леса не получили широкого развития. Последние 700 кал. л.н. в лесах преобладал дуб, причем два вида росло до 170 кал. л.н. Содержание пыльцы широколиственных уменьшается (31–43 %), небольшой пик (51 %) отмечен в торфе, образованном около 450–630 кал. л.н., вероятно, фиксирующий потепление XIV в. [22], и в кровле разреза. Количество пыльцы граба низкое и увеличивается только около поверхности (8.8 %), что отвечает современным лесным сообществам. В растительности появляется пихта цельнолистная (630 кал. л.н.). Роль кедра корейского увеличилась последние 360 кал. л., что отвечает холодному климату конца XVI–XVIII в. Найдена пыльца хлоранта японского (*Chloranthus japonicus*), распространившегося в лесном покрове в начале малого ледникового периода. В отличие от внутренней части острова, на юге участие берез не изменилось, но появилась береза плосколистная (*Betula platyphylla*), один из главных компонентов вторичных лесов. На месте заросшего озера начали развиваться болото и сырой луг. В палиноспектрах преобладает пыльца травянистых растений влажных обитаний. Появились вересковые кустарники. На момент существования озера (до 270 кал. л.н.) в торфе встречается разнообразная пыльца водных растений. Единично найдена пыльца *Heloniopsis* и *Isoetis*. Стало много ольхи. В обилии развивалась омела, находки пыльцы которой – большая редкость. На берегу в начале малого ледникового периода увеличилась площадь зарослей можжевельника, исчезнувших ~270 кал. л.н. В это время более широкое распространение получили злаки. Возможно, на берегу росла и сосна густоцветковая. Отмечена пыльца трав, указывающих на антропогенное воздействие. Периодически встречается пыльца лопуха, подорожника, в кровле повышается доля пыльцы полыни маревых, появляется пыльца дурнишника (*Xanthium*).

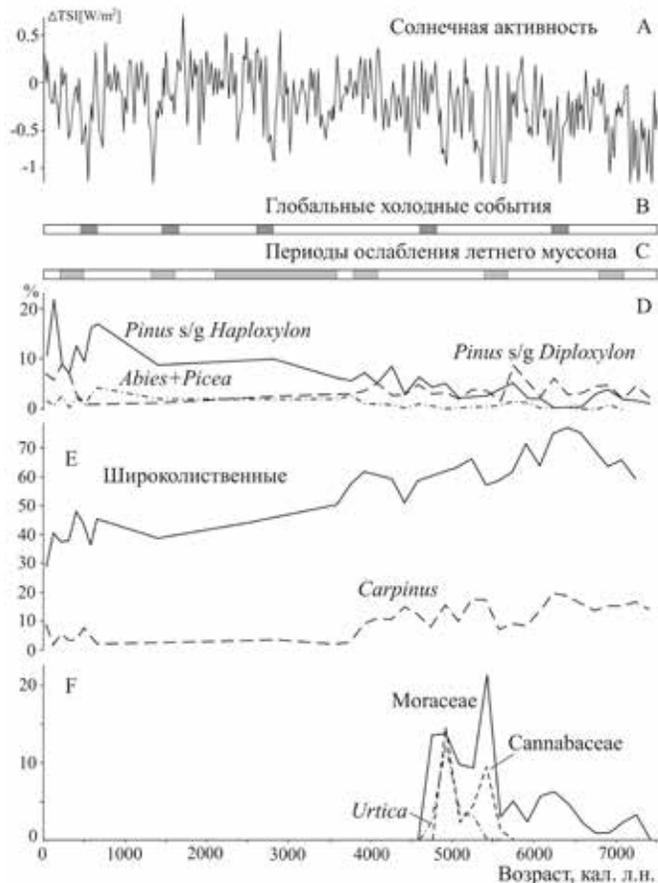
Обсуждение результатов

Роль природных факторов в развитии ландшафтов. Остров Русский является самым большим в заливе Петра Великого (площадь 97.6 км²), это во многом обусловило ход палеоландшафтных изменений в среднем–позднем голоцене. Фактором первого порядка в развитии ландшафтов являлись короткопериодные климатические изменения, которые были тесно связаны с изменением солнечной активности и интенсивности летнего

муссона [23, 24]. Изоляция острова не играла здесь такой роли, как на малых островах, где в условиях ограниченной суши сформировались специфические растительные ассоциации [25]. Суша на месте Муравьевского порога, расположенного сейчас на дне Амурского залива (с глубинами до 16 м), связывавшая о. Русский с п-овом Песчаный, была затоплена в начале среднего голоцена. К этому времени на острове были развиты широколиственные многопородные леса, которые оказались довольно устойчивыми за последние 7500 кал. лет (рис. 4). Есть данные, что широколиственные леса были распространены на территории будущих островов еще в конце позднего плейстоцена [25]. Леса с широким участием граба и других термофильных пород прошли без существенных изменений такие климатические рубежи, как похолодания внутри атлантического периода и глобальное похолодание 4800–4600 кал. л.н., связанное со снижением солнечной активности [23, 26]. Похолодание ~4840–4760 кал. л.н. фиксируется лишь снижением содержания пыльцы граба. Активизация пожаров ~4840–4760, 4670–4590 кал. л.н., возможно, отражает развитие длительных сухих условий в отдельные сезоны. Дубово-грабовые леса существовали на юге острова до 3800 кал. л.н. Затем в условиях снижения температур доминантом стал дуб. Сократилось участие граба и других термофильных пород (ясеня, ореха). На севере острова эта смена произошла раньше [13] – по модели ~4680 кал. л.н.

Рис. 4. Развитие отдельных компонентов ландшафтов о. Русский в среднем–позднем голоцене. А – изменение солнечной активности [23], В – глобальные холодные события [26], С – периоды ослабления летнего муссона [24], Д – распределение пыльцы хвойных, Е – широколиственных, F – индикаторы проявления антропогенного влияния на ландшафт на побережье бух. Красная в среднем голоцене

Fig. 4. Development of some landscape components on Russky Island in the Middle-Late Holocene. A - coniferous pollen distribution, B - broad-leaved pollen, C - indicators of human impact to landscape of the Krasnaya Bay coast in the Middle Holocene



Кедр корейский появился на острове 6460–6420 кал. л.н., в северной части его участие было более значительным [13]. Вероятно, современными аналогами таких лесов являются грабовые широколиственно-кедровые леса, редкие сообщества, сохранившиеся на юге Приморья [1], в горной части которого (Шуфанское плато) кедр корейский получил широ-

кое распространение с ~7630 кал. л.н., в условиях резкой дифференциации увлажнения по сезонам. В горах северо-востока Китая он начал распространяться ~6600 кал. л.н. и стал одной из основных лесообразующих пород ~5200 кал. л.н. [27]. На материковом побережье юга Приморья кедр корейский был более широко представлен, чем на островах. Так, на п-ове Муравьев-Амурский содержание пыльцы *Pinus s/g Haploxyylon* достигает 20 %, фаза развития кедрово-дубовых лесов выделяется 5950–5250 кал. л.н. [28]. В южной части о. Русский роль кедра корейского снизилась в потепление ~5750 кал. л.н., в северной части – 5640 кал. л.н., хвойно-широколиственные леса сохранились в горах и внутренних частях острова [7, 13]. Восстановление широколиственных лесов с участием кедра произошло только 360–300 кал. л.н.

Пихта цельнолистная появилась на севере и во внутренних частях о. Русский в похолодание 2600 кал. л.н. [7, 13]. На юге острова увеличение содержания пыльцы пихты фиксируется в первой половине малого ледникового периода, которая отличалась наиболее холодными условиями на юге Дальнего Востока [29].

Сосна густоцветковая сейчас отсутствует на острове [2]. Палинологические данные показывают, что она могла произрастать начиная с похолодания 4920 кал. л.н. до середины XIX в. и наибольшее распространение получила в малом ледниковом периоде (рис. 4А). Из рапорта командира корвета «Гридень» Г.Х. Егершельда (1860 г.) известно о постройке казарм для экипажа из соснового строевого леса в заливе Новик [30].

Отмечены изменения и в развитии долинных лесов. В среднем голоцене были более широко представлены орех маньчжурский и ильм, роль которых снизилась 3600–3800 кал. л.н. и в малом ледниковом периоде. Участие ясеня сократилось ~5670–5500 кал. л.н. Ольхи в долине ручья и на берегу озера стало больше с 3510 кал. л.н. и в малом ледниковом периоде. Ивняки не имели широкого распространения.

Геоконплексы побережья были более динамичными и мозаичными по сравнению с ландшафтами горных склонов. Здесь присутствовали петрофильные ассоциации на пересяпи, сообщества каменистых склонов и береговых скал, переносящие сухие условия; были развиты сообщества, требующие переувлажнения, – влажные и заболоченные луга, а при сокращении и зарастании палеоозера ~700 кал. л.н. – болотные группировки. Среди водных растений встречались водяной орех, болотноцветник, кубышка. На завершающем этапе развития (540–450 кал. л.н.) появилось редкое водное споровое растение из рода *Isoetis*, предпочитающего ультрапресные водоемы. В Приморье известно одно местонахождение полушника азиатского (*Isoetes asiatica*) в Сихотэ-Алинском заповеднике [17]. Около 360–370 кал. л.н. на болоте мог расти *Heloniopsis orientalis*. Современный ареал вида охватывает Корею, Японию и Южный Сахалин. В малом ледниковом периоде при высоком увлажнении исчезли сообщества с хвойником, а 270 кал. л.н. – можжевельник. В палеоозере была богатая водная флора, реагировавшая на изменение солености и трофности водоема.

Большую роль в развитии этих геоконплексов играли малоамплитудные колебания уровня моря, контролирующие развитие литодинамических процессов в прибрежной зоне. Лагуна образовалась, когда уровень моря достиг современных отметок. Возможной причиной сокращения водоема 7090–7170 кал. л.н. было уменьшение среднегодового количества атмосферных осадков. Наиболее обширной лагуна была в максимальную фазу голоценовой трансгрессии (6750–5090 кал. л.н.) [11]. Обводнение водоема и повышение солености отвечали пикам трансгрессии. Разрыв барьерной формы ~5340 кал. л.н., вероятно, произошел во время сильного цунами. Близкий возраст ~5300 кал. л.н. установлен для подобного события в развитии лагуны бух. Кит [12]. Выделяются и следы сильного наводнения ~6080–6000 кал. л.н. Первая закрытая фаза развития лагуны (6500–6080 кал. л.н.) отвечает кратковременному снижению уровня моря [11], совпадавшему с глобальным холодным событием 6400–6200 кал. л.н. [26]. Вторая фаза обмеления ~5750–5340 кал. л.н. также связана со снижением уровня моря [11]. Формирование высокопродуктивного солоноватоводного озера произошло ~5090 кал. л.н. Эта стадия совпадает с мощной аккумуля-

цией материала и развитием барьерных форм в регрессию на границе среднего–позднего голоцена [11]. В это время в озеро превратились лагуны на севере о. Русский [13] и в бух. Кит [12].

С 4090 кал. л.н. озеро существовало как пресное, которое постепенно деградировало. Скорости накопления илов резко уменьшились около 3270±150 л.н., 3510±90 кал. л.н., ЛУ-8851. Возможно, это связано с длительной фазой снижения увлажнения, ярко проявившейся в континентальных районах Приморья. В это время на п-ове Муравьев-Амурский резко сократилось оз. Черепаха ~2200–1760 кал. л.н. [28]. В среднем течении р. Раздольная на пойме образовалась погребенная почва. На Южном Сихотэ-Алине сухая фаза началась ~3100 кал. л.н., особенно засушливые условия были 2700–2000 кал. л.н. [29]. Близкое по времени глобальное холодное событие 3300–2500 кал. л.н., вызванное снижением солнечной активности, отмечено на севере муссонных областей Азии [26]. В Северо-Восточном Китае летний муссон был ослаблен ~3740–1920 кал. л.н. [24, 27]. Снижение активности летнего муссона выявлено и для Нижнего Приамурья [31]. Сухие условия в Азии наблюдались во время холодного события ~1750–1350 кал. л.н. [26].

Заросли ольхи появились по обрамлению усыхающего озера ~3510 кал. л.н. Органогенное осадконакопление в озере связано с обводнением озерной чаши ~700 кал. л.н., но минеральные взвеси в водоем в прежнем объеме не поступали. Озеро стало активно зарастать и 360–270 кал. л.н. сохранилось только небольшое озерко, которое исчезло в последующую кратковременную сухую фазу.

В экстремальные шторма, связанные с прохождением тайфунов или глубоких циклонов, в водоем поступала морская вода. Заплеск мог происходить и при сильных цунами. Наличие линз песка с глубоководными видами диатомей дает основание выделить палеоцунами ~4920–5000 кал. л.н. Сильная инъекция морской воды была ~4510–4590 кал. л.н. Событие ~3270±150 л.н., 3510±90 кал. л.н., ЛУ-8851, имеет аналоги на побережье бух. Триозерье, где сильное цунами датировано 3560–3520 кал. л.н. [8]. Инъекция морской воды, зафиксированная в кровле оторфованной глины, связана с цунами 1026 г., следы которого найдены в бух. Триозерье [8]. Сильный заплеск морской воды в палеозеро ~560 кал. л.н. сопоставляется с данными по восточному побережью о. Русский (бух. Спокойная), где выявлены следы цунами, произошедшего 570±40 кал. л.н. Событие близкого возраста установлено на побережье Восточного Приморья [8].

Вклад антропогенного фактора в трансформацию ландшафтов. Многочисленные археологические стоянки на о. Русский показали, что заселение острова началось со среднего неолита. Здесь найдены памятники бойсманской (6700–5900 кал. л.н.), зайсановской (4600–3800 кал. л.н.), янковской (2800–1900 кал. л.н.) культур и раннего Средневековья [3, 4].

Следы пребывания древнего человека на берегу бух. Красная фиксируются с 6800–6700 тыс. кал. л.н. Найдена пыльца культурных злаков, из апофитов – пыльца маревых, подорожниковых, сурепки. Мелкие угольки и пыльца культурных злаков обнаружены в илах, образованных 6300–6250 кал. л.н., а следы пожаров ~6000–5920 кал. л.н. Возникновению пожаров способствовали и климатические условия с контрастным изменением увлажнения по сезонам. Обращают на себя внимание локализованные во времени вспышки развития грибов, обитающих на мертвой древесине, гниющих листьях и стеблях, причиной мог быть сбор валежника и хранение его в кучах.

Ближайшая стоянка бойсманской культуры Боярин-6 расположена на берегу пролива Старка и отвечает раннему этапу развития культуры 6700–5900 кал. л.н. [4]. Здесь найдена раковинная куча, накопление которой происходило в течение 300–500 лет. Фаунистические остатки говорят о комплексном использовании биоресурсов. Можно предположить, что и берег бух. Красная перспективен для поиска археологических памятников. Несмотря на направленность представителей этой культуры на морские ресурсы, нельзя исключать и локальные посевы культурных злаков, хотя вопрос этот дискуссионный. Считается, что земледелие в Приморье появилось в позднем неолите (5600–5450 кал.

л.н.) и долгое время оставалось второстепенным элементом экономик смешанного типа [32].

Наибольший вклад антропогенного фактора в развитие ландшафтов зафиксирован в 5750–4920 кал. л.н. (см. рис. 4F). На берегу существовала высокопродуктивная лагуна, а приуроченность стоянок к лагунам с богатыми ресурсами – известный факт [33]. На берегу бух. Красная была роща шелковицы, которая, вероятно, связана с поселением древнего человека. Найдена пыльца принсепии китайской (*Princepia sinensis*), некоторыми исследователями она рассматривается как остаток земледельческой культуры [34]. Высокое содержание пыльцы Cannabaceae дает основание предположить выращивание конопли посевной (*Cannabis sativa*), которую использовали для изготовления веревок, одежды и других целей. Обильное присутствие пыльцы Moraceae в сочетании с *Cannabis sativa* обычно интерпретируется, как свидетельство сельскохозяйственной экономической базы древнего населения [18]. Найдена также пыльца культурных злаков, сорных растений и апофитов (в сумме до 27.3 %) – крапивы, подорожника, лопуха, цикориевых, маревых. Дальность разноса пыльцы культурных растений обычно не превышает 0.5–2 км [32]. В это же время сократилась площадь зарослей можжевельника на берегу. Пожары, регулярно проходившие 5500–4920 кал. л.н., скорее всего, имели антропогенную природу. После них в лесах возрастала роль дуба.

На острове (бухты Боярин и Воевода) распространены памятники зайсановской культуры (4600–3800 кал. л.н.) [3, 4], представители которой считаются первыми земледельцами на побережье залива Петра Великого. В бассейне р. Раздольная зайсановцы появились около 5400–5200 кал. л.н. [33]. Этот рубеж близок по возрасту к фазе антропогенного преобразования ландшафтов, выделенной для побережья бух. Красная. Возможно, пожары 4510–4420, 4170–4090 кал. л.н. были антропогенными. Пыльца культурных злаков найдена и в илах, образованных 3840–3760 кал. л.н.

Активная трансформация ландшафтов о. Русский началась со второй половины XIX в. До освоения остров был покрыт густым хвойно-широколиственным лесом с участием пихты цельнолистной, кедра корейского, дуба, ясеня, клена, ильма, граба и др. [35]. Несмотря на меры, ограничивающие использование лесов, предпринимавшиеся с 1868 г., к 1922 г. хвойные были вырублены полностью, остров был наполовину обезлесен [36].

К преобразованным участкам, расположенным поблизости от бух. Красная, относится форт 9 на г. Иванцова (1912–1917 гг.) и пространство без леса у высоты 150 м. Определенную роль в изменениях ландшафтов могли играть и поселения корейских эмигрантов, фанзы и рыбалки которых были разбросаны по острову. В бухте находится двухамбразурный дот «Снайперский» постройки 1940 г. В 1.5 км к востоку была военная база [6].

В палиноспектрах антропогенные изменения ландшафтов фиксируются в основном в составе трав, среди которых появилось много пыльцы полыни, маревых, дурнишника. На острове встречаются два вида: дурнишник сибирский и зобовидный (*Xanthium sibiricum*, *X. strumarium*), которые обычно растут по обочинам дорог [2]. Доминантом среди древесных стал дуб монгольский. Рост содержания его пыльцы может объясняться как более теплыми условиями после малого ледникового периода, так и развитием вторичных дубняков. Для таких лесов, подверженных частым низовым палам, характерен разреженный подлесок [2], о чем свидетельствует сокращение разнообразия и количества пыльцы кустарников, за исключением лещины.

Заключение

Палеоландшафтные изменения на о. Русский в среднем–позднем голоцене не были контрастными. Изоляция острова не играла такой роли в развитии ландшафтов, как на малых островах. Широколиственные многопородные леса являлись устойчивыми об-

разованиями за последние 7500 кал. л. Выделены фазы, совпадающие с потеплениями, когда в их составе было больше термофилов, чем в современных условиях. Дубово-грабовые леса существовали до 3800 кал. л.н. Затем при снижении температур доминантом стал дуб. Наибольший климатический пресс на развитие широколиственных лесов был в малом ледниковом периоде. В южной части острова кедр корейский появился 6420–5750 кал. л.н., пихта – в первой, наиболее холодной половине малого ледникового периода. Роль кедра корейского на юге острова увеличилась последние 360 кал. л. Геокомплексы побережья были более динамичными и мозаичными образованиями по сравнению с ландшафтами горных склонов.

Главным фактором в эволюции лагуны были малоамплитудные трансгрессивно-регрессивные циклы. Наиболее соленым водоем был на пике голоценовой трансгрессии, выделены три стадии осолонения (6750–6500; 6080–5750; 5340–5090 кал. л.н.) и две более опресненные (6500–6080, 5750–5340 кал. л.н.). Солонатовое озеро существовало с ~5090 кал. л.н., водоем стал пресным ~4090 кал. л.н. Снижение скоростей накопления илов ~3510 кал. л.н. связано с уменьшением количества атмосферных осадков. Смена терригенного осадконакопления на биогенное произошла ~700 кал. л.н. Озеро прекратило существование при снижении увлажнения ~270 кал. л.н. Периодически во время экстремальных штормов или цунами в лагуну-палеозеро был заплеск морской воды.

Трансформация ландшафтов началась не только при активном освоении острова с конца XIX в., но происходила и в более ранние периоды голоцена. Первые следы появления древнего человека на юго-западе острова фиксируются во время расселения представителей бойсманской археологической культуры. Но наиболее длительное воздействие на ландшафты (~800 л.) было, когда на берегу лагуны поселились ранние земледельцы. Частые пожары ~5500–4920 кал. л.н. могли иметь антропогенную природу. Выделены признаки антропогенного изменения растительности для разновозрастных этапов трансформации ландшафтов.

За 7500 кал. л. в силу разных причин, как природных, так и влияния человека, из флоры острова исчез ряд видов (по палинологическим данным исчезло 19 таксонов, из них древесных видов – 5, кустарников – 4, кустарничков – 1, травянистых многолетников – 7). Наиболее существенным было влияние человека в последний период освоения острова, когда были уничтожены 3 вида-лесообразователя: пихта цельнолистная, кедр корейский, сосна густоцветковая. Дуб зубчатый, восковник, шелковица, принсеция китайская, *Helionopsis*, кониограмма, плауны, вероятнее всего, исчезли из-за изменения экологических условий. Исчезновение можжевельника и эфедры можно связать с влиянием древних людей. Исчезновение из современной флоры ряда растений, представленных в ландшафтах среднего–позднего голоцена, свидетельствует о высокой уязвимости островных ландшафтов.

Благодарности. Работа выполнена в рамках темы государственного задания ТИГ ДВО РАН 122020900184-5 и ИИАЭ ДВО РАН №121022500181-3. Авторы благодарны А.А. Харламову (ИО РАН), принимавшему участие в полевых работах, и Т.В. Корнюшенко за выполнение спорово-пыльцевого анализа.

Acknowledgments. The studies were carried out under the State Assignments to PGI FEB RAS (no. 122020900184-5), and IIAE FEB RAS (no. 121022500181-3). We thanks A.A. Kharlamov (IO RAS) for participation in the field work and T.V. Korniyushenko for pollen analysis.

Литература

1. Крестов П.В., Верхолат В.П. Редкие растительные сообщества Приморья и Приамурья. Владивосток: ДВО РАН, 2003. 200 с.
2. Недолужко В.А., Денисов Н.И. Флора сосудистых растений острова Русский (залив Петра Великого в Японском море). Владивосток: Дальнаука, 2001. 98 с.
3. Батаршев С.В., Якупов М.А., Дорофеева Н.А. Археология островов Южного архипелага // Дальний Восток России в древности и Средневековье. Проблемы, поиски, решения. Владивосток: ООО Рея, 2011. С. 41–48.

4. Попов А.Н., Раков В.А., Лазин Б.В., Еловская О.А., Васильева Л.Е. Междисциплинарные исследования археологического памятника Боярин-6 (Владивосток, о. Русский) в 2013 г.: предварительные данные // Гуман. исслед. в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. 2014. № 1. С. 20–27.
5. Ганзей К.С., Пшеничникова Н.Ф., Киселева А.Г. Оценка устойчивости ландшафтов острова Русский (Японское море) // Вест. ДВО РАН. 2018. № 2. С. 86–94.
6. Стратиевский О.Б. Русский – остров архипелага Императрицы Евгении. Владивосток: Изд. дом ДВФУ, 2012. 704 с.
7. Ганзей К.С., Киселева А.Г., Пшеничникова Н.Ф., Лящевская М.С., Родникова И.М., Ухваткина О.Н., Юрченко С.Г. Геоэкологическое состояние посадок пихты цельнолистной и их роль в восстановлении хвойно-широколиственных геосистем о. Русский // География и природные ресурсы. 2019. № 2. С. 59–68.
8. Ганзей Л.А., Разжигаева Н.Г., Арсланов Х.А., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Горбунов А.О., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Харламов А.А. Проявление палеоцунами на побережье Приморья в голоцене // Геоморфология. 2018. № 2. С. 20–31.
9. Grimm E. Tilia software 2.0.2. Springfield: Illinois State Museum Research and Collection Center. 2004.
10. Bronk Ramsey C. Methods for summarizing radiocarbon datasets // Radiocarbon. 2017. Vol. 59. P. 1809–1833.
11. Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкарь В.С., Разжигаева Н.Г., Волков В.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Базарова В.Б., Макарова Т.Р. Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем плейстоцене–голоцене // Вестн. ДВО РАН. 1997. № 3. С. 121–143.
12. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Kudryavtseva E.P., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Starikova A.A. Landscape and environmental changes of Eastern Primorye coast at middle-late Holocene: climatic changes and human impact effects // J. of Asian Earth Sciences. 2018. Vol. 158. P. 160–172.
13. Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г. Палеосреда острова Русский (Южное Приморье) в среднем–позднем голоцене // Фундаментальные исследования. 2014. № 3. С. 516–522.
14. Blaauw M., Christen J.A. Flexible paleoclimate age-depth models using an 601 autoregressive gamma process // Bayesian Analysis. 2011. Vol. 6. P. 457–474.
15. Полякова Е.И. Диатомовые водоросли в современных осадках побережья Чукотского моря и их палеогеографическое значение // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1979. № 4. С. 90–94.
16. Жудова П.П. Растительность и флора Судзунского государственного заповедника Приморского края // Труды Сихотэ-Алинского государственного заповедника. Вып. 4. Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1967. 306 с.
17. Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Владивосток: Апельсин, 2008. 688 с.
18. Long T., Qin J., Atahan P., Mooney S., Taylor D. Rising waters: New geoaerchaeological evidence of inundation and early agriculture from former settlement sites on the southern Yangtze Delta, China // Holocene. 2014. Vol. 24. P. 546–558.
19. Vanky K., Bauer R., Begerow D. Talbotiomyces, a new genus for Entorrhiza calospora (Basidiomycota) // Mycologia Balcanica. 2007. Vol. 4. P. 11–14.
20. Васильева Л.Н. Ржавчина хлебных злаков на Дальнем Востоке и борьба с ней // Комаровские чтения. 1953. Вып. 3. С. 23–42.
21. Jaklitsch W.M., Fournier J., Dai D.Q., Hyde K.D., Voglmayr H. Valsaria and the Valsariales // Fungal Diversity. 2015. Vol. 73. P. 159–202.
22. Клименко В.В. Климат: непрочитанная глава истории. М.: Изд. Дом МЭИ, 2009. 408 с.
23. Steinhilber F., Beer J., Fröhlich C. Total solar irradiance during the Holocene // Geophys. Res. Lett. 2009. Vol. 36. P. L19704.
24. Chen R., Shen J., Li C., Zhang E., Sun W., Ji M. Mid- to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China // Holocene. 2015. Vol. 25. P. 454–468.
25. Лящевская М.С. Динамика растительного покрова островов залива Петра Великого // Изв. РАН. Сер. геогр. 2015. № 3. С. 143–150.
26. Wanner H., Solomina O., Grosjean M., Ritz, S.P., Jetel M. Structure and origin of Holocene cold events // Quat. Sci. ReVol. 2011. Vol. 30. P. 3109–3123.
27. Stebich M., Rehfeld K., Schlütz F., Tarasov P.E., Liu J., Mingram J. Holocene vegetation and climate dynamic of NE China based on the pollen record from Sihailongwan Maar Lake // Quat. Sci. ReVol. 2015. Vol. 124. P. 275–289.
28. Лящевская М.С., Макарова Т.Р., Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Кудрявцева Е.П., Паничев А.М., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Развитие ландшафтов полуострова Муравьева-Амурского в среднем-позднем голоцене по данным изучения отложений побережья бухты Муравьиная (Южное Приморье) // Успехи совр. естеств. 2017. № 2. С. 110–122.
29. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Копотева Т.А., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Климин М.А. Развитие природной среды среднегорья Южного Сихотэ-Алия, запечатленное в разрезах торфяников Сергеевского плато // Тихоокеан. геология. 2019. Т. 38, № 1. С. 13–31.
30. Хисамутдинов А.А. Владивостокъ: Этюды к истории старого города. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1992. 328 с.

31. Базарова В.Б., Климин М.А., Копотева Т.А. Голоценовая динамика восточноазиатского муссона в Нижнем Приамурье (юг Дальнего Востока) // География и природные ресурсы. 2018. № 3. С. 124–133.
32. Сергушева Е.А., Рябогина Н.Е., Лящевская М.С., Гольева А.А. Аргументация земледелия на археологических памятниках Приамурья и Приморья: результаты применения палеоботанических методик // Вест. ТГУ. 2016. № 402. С. 99–108.
33. Вострцов Ю.Е. Первые земледельцы на побережье залива Петра Великого // Вестник НГУ. Серия История, филология. 2009. Т. 8, № 3. С. 113–120.
34. Бромлей Г.Ф., Васильев Н.Г., Харкевич С.С., Нечаев В.А. Растительный и животный мир Уссурийского заповедника М.: Наука, 1977. 173 с.
35. Будищев А.Ф. Описание лесов южной части Приморской области. Хабаровск: Типография Канцелярии Приамурского Генерал-Губернатора, 1898. 488 с.
36. Манько Ю.И. История лесного хозяйства на российском Дальнем Востоке. 1859–1922. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2018. 660 с.

References

1. Krestov, P.V.; Verkholat, V.P. Rare plant communities of the Amur region. FEB RAS: Vladivostok, Russia, 2003; 200 p. (In Russian)
2. Nedoluzhko, V.A.; Denisov, N.I. Flora of vascular plants of Russian Island (Peter the Great Gulf in the Sea of Japan). Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2001; 98 p. (In Russian)
3. Batarshev, S.V.; Yakupov, M.A.; Dorofeeva, N.A. Archeology of the islands of South Archipelago. In *Russian in Far East in antiquity and the Middle Ages. Problems, searches, solutions*. Reya: Vladivostok, Russia, 2011, 41-48. (In Russian)
4. Popov, A.N.; Rakov, V.A.; Lazin, B.V. et al. Multidisciplinary studies of the archaeological site Boyarin-6 (Vladivostok, Russky Island). *Humanit. Stud. in Siberia and Far East*, 2014, 1, 20-27. (In Russian)
5. Ganzei, K.S.; Pshenichnikova, N.F.; Kiselyova, A.G. Assessment of the landscape stability of the Russky Island (the Sea of Japan). *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2018, 2, 86-94. (In Russian)
6. Stratievsky, O.B. Russky Island of the archipelago of Empress Eugenia. Far Eastern Federal University: Vladivostok, Russia, 2012; 704 p. (In Russian)
7. Ganzei, K.S.; Kiseleva, A.G.; Pshenichnikova, N.F.; Lyashchevskaya, M.S.; Rodnikova, I.M.; Ukhvatkina, O.N.; Yurchenko, S.G. The geoeological status of *Abies holophylla* plantations and their role in the restoration of coniferous-broadleaved geosystems of Russkii Island. *Geography and Natural Resources*. 2019, 2, 59-68. (In Russian)
8. Ganzei, L.A.; Razzhigaeva, N.G.; Arslanov, Kh.A. et al. Manifestation of paleotsunami on the coast of Primorye in the Holocene. *Geomorphology*. 2018, 2, 20-31. (In Russian)
9. Grimm, E. Tilia software 2.0.2. Springfield: Illinois State Museum Research and Collection Center. 2004.
10. Ramsey, B.C. Methods for summarizing radiocarbon datasets. *Radiocarbon*. 2017, 59, 1809-1833.
11. Korotky, A.M.; Grebennikova, T.A.; Pushkar, V.S. et al. Climatic changes of the territory of South Far East at Late Pleistocene-Holocene. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 1997, 3, 121-143. (In Russian)
12. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Grebennikova, T.A. et al. Landscape and environmental changes of Eastern Primorye coast at middle-late Holocene: climatic changes and human impact effects. *J. of Asian Earth Sciences*. 2018, 158, 160-172.
13. Mikishin, Yu.A.; Gvozdeva, I.G. Mid to late Holocene of Russkyi Island (Southern Primorye). *Fundamental research*. 2014, 3, 516-522. (In Russian)
14. Blaauw, M.; Christen, J.A. Flexible paleoclimate age-depth models using an 601 autoregressive gamma process. *Bayesian Analysis*. 2011, 6, 457-474.
15. Polyakova, E.I. Diatom algae in modern sediments of Chukotskoe Sea coast. *Izv. Acad. Nauk, Ser. Geogr.* 1979, 4, 90-94. (In Russian)
16. Zhudova, P.P. Vegetation and flora of Sudzukhinsky State Reserve of Primorye. *Bull. of Sikhote-Alin State Reserve*. 1967, 4, 3-245. (In Russian)
17. Red data book of Primorsky Krai: rare and endangered species of plants and fungi. APELSIN: Vladivostok, Russia, 2008; 688 p. (In Russian)
18. Long, T.; Qin, J.; Atahan, P. et al. Rising waters: New geoarchaeological evidence of inundation and early agriculture from former settlement sites on the southern Yangtze Delta, China. *Holocene*. 2014, 24, 546-558.
19. Vanky, K.; Bauer, R.; Begerow, D. Talbotiomyces, a new genus for Entorrhiza calospora (Basidiomycota). *Mycologia Balcanica*. 2007, 4, 11-14.
20. Vasilieva, L.N. Rust cereals in the Far East and the fight against it. In *Komarovskie Chtenia*. 1953, III, 23-42. (In Russian)
21. Jaklitsch, W.M.; Fournier, J.; Dai, D.Q. et al. Valsaria and the Valsariales. *Fungal Diversity*. 2015, 73, 159-202.
22. Klimenko, V.V. Climate: unread chapter of history. MPEI Press: Moscow, Russia, 2009; 408 p. (In Russian)
23. Steinhilber, F.; Beer, J.; Fröhlich, C. Total solar irradiance during the Holocene. *Geophys. Res. Lett.* 2009, 36, L19704.

24. Chen, R.; Shen, J.; Li, C., Zhang, E. et al. Mid- to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China. *Holocene*. 2015, 25, 454-468.
25. Lyashchevskaya, M.S. Dynamics of Vegetation of the Islands of Peter the Great Bay. *Izv. Acad. Nauk, Ser. Geogr.* 2015, 3, 143-150. (In Russian)
26. Wanner, H.; Solomina, O.; Grosjean M., et al. Structure and origin of Holocene cold events. *Quat. Sci. Rev.* 2011, 30, 3109-3123.
27. Stebich, M.; Rehfeld, K.; Schlütz, F. et al. Holocene vegetation and climate dynamic of NE China based on the pollen record from Sihailongwan Maar Lake. *Quat. Sci. Rev.* 2015, 124, 275-289.
28. Lyashchevskaya, M.S.; Makarova, T.R.; Razzhigaeva, N.G. et al. Development of Muravyev Amursky Peninsula landscapes during middle-late Holocene based on research of coast Muravyinaya Bay sediments data. *Advances in Current Natural Science*. 2017, 2, 110-122. (In Russian)
29. Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Grebennikova, T.A. et al. Development of the natural environment of midlands of the Southern Sikhote-Alin recorded in the Sergeev Plateau peat bogs. *Russian J. of Pac. Geol.* 2019, 1, 11-28.
30. Khisamutdinov, A.A. Vladivostok: Etudes to the history of the old city. Far Eastern Federal University: Vladivostok, Russia, 1992; 328 p. (In Russian)
31. Bazarova, V.B.; Klimin, M.A.; Kopoteva, T.A. Holocene dynamic of Eastern-Asia Monsoon in Lower Priamur'e (South Far East). *Geography and Natural Resources*. 2018, 3, 124-133. (In Russian)
32. Sergusheva, E.A.; Ryabogina, N.E.; Lyashchevskaya, M.S.; Gol'eva, A.A. Argumentation of agriculture in archaeological sites of Priamurye and Primorye: results of palaeobotanical method application. *Bull. TSU*. 2016, 402, 99-108. (In Russian)
33. Vostretsov, Yu.E. First cultivations in the coast of the Peter the Great Bay. *Bulletin of NSU. Series History, Philology*. 2009, 3, 113-120. (In Russian)
34. Bromlej, G.F.; Vasil'ev, N.G.; Harkevich, S.S.; Nechaev, V.A. Flora and fauna of the Ussuri Reserve. Nauka: Moscow, Russia, 1977; 173 p. (In Russian)
35. Budishchev, A.F. Description of southern part of Promorye district. Printing house of the Amur Governor-General Office: Khabarovsk, Russia, 1898; 488 p. (In Russian)
36. Manko, Yu.I. History of forest landuse on Russian Far East 1859-1922. PGI FEB RAS: Vladivostok, Russia, 2018; 660 p. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 16.01.2024; одобрена после рецензирования 08.02.2024; принята к публикации 21.02.2024.

The article was submitted 16.01.2024; approved after reviewing 08.02.2024; accepted for publication 21.02.2024.

