

**ДИНАМИКА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА МАЛЫХ ОСТРОВОВ
ЖЕЛТУХИНА, МОИСЕЕВА И ПАХТУСОВА В ГОЛОЦЕНЕ
(АРХИПЕЛАГ ИМПЕРАТРИЦЫ ЕВГЕНИИ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО)**

Лящевская М. С., Киселёва А. Г., Ганзей К. С., Родникова И. М., Пшеничникова Н. Ф.,
*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский
институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, г.
Владивосток*

Аннотация. Проведено геоботаническое, почвенное и биостратиграфическое изучение малых островов архипелага Императрицы Евгении. Выполнена оценка современного состояния их экосистем. Определены основные факторы, влияющие на состав, структуру, разнообразие и динамику почвенно-растительного покрова в голоцене. Установлено, что в теплые эпохи увеличивалась лесистость, доминировали широколиственные леса с богатым видовым разнообразием пород, в холодные фазы древесная растительность становилась более разреженной, в ее составе преобладали березы и ольха, доля широколиственных пород сильно сокращалась.

Ключевые слова: *растительность, почвенный покров, динамика, малые острова, спорово-пыльцевой анализ, голоцен, залив Петра Великого, изменения климата, колебания уровня моря.*

**DYNAMICS OF SOIL-VEGETATION COVER OF SMALL ISLANDS
ZHELTUKHIN, MOISEEV, AND PAKHTUSOV IN HOLOCENE (THE EUGENIE
ARCHIPELAGO, PETER THE GREAT BAY)**

Lyashchevskaya M. S., Kiselyova A. G., Ganzei K. S., Rodnikova I. M., Pshenichnikova N. F.,
*Federal State Budgetary Institution of Science, Pacific Geographical Institute of the Far
Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok*

Abstract. A geobotanical, soil and biostratigraphic study of the small islands of the Eugenie Archipelago was carried out. Assessment of the current state of their ecosystems has been made. The main factors determining the composition, structure, diversity and dynamics of the soil and vegetation cover in the Holocene have been determined. It is found that in warm epochs, forest cover increased, and broad-leaved forests with a rich diversity of species were dominant whereas in cold phases tree vegetation became more sparse, with birch and alder predominating in its composition, and the share of broad-leaved species was greatly reduced.

Key words: *vegetation, soil cover, dynamics, small islands, spore-pollen analysis, Holocene, Peter the Great Bay, climate change, sea level fluctuations.*

Введение.

Малые острова залива Петра Великого (ЗПВ) являются уникальными природными объектами. В силу своего географического положения в прибрежно-островной зоне Северо-Востока Азии они наиболее чутко реагируют на изменения климата, колебания уровня моря и другие процессы, происходящие как на глобальном, так и на локальном уровне. Все это приводит к формированию природных систем, компоненты которых сильно отличаются от материковых аналогов.

Архипелаг Императрицы Евгении представляет собой гряду островов в ЗПВ Японского моря и состоит из пяти крупных островов (Русский, Попова, Рикорда, Рейнеке, Шкота) и пары десятков более мелких. Климат залива определяется муссонной циркуляцией атмосферы, географическим положением района, положением траекторий циклонов,

эпизодическим выходом тайфунов, воздействием холодного Приморского и теплого Цусимского (на юге) течений. Среднее годовое количество осадков в районе г. Владивостока достигает 830 мм с максимальным количеством в августе–сентябре. Зимы малоснежные с сильными северо-западными ветрами. Средняя годовая температура воздуха равна примерно +6 °С, самым холодный месяц – январь (–16 –17 °С), теплый – август (+ 20 – 21 °С) [13].

Ранее были проведены комплексные исследования почвенно-растительного покрова малых островов Шкота, Лаврова, Энгельма, Наумова, расположенных вблизи о. Русский [16]. Для дальнейшего изучения были выбраны малоизученные острова около о. Рикорда. Целью исследования являлось выделение наиболее важных факторов и закономерностей, определяющих состав, структуру, разнообразие и динамику почвенно-растительного покрова малых островов Моисеева, Пахтусова и Желтухина (рис. 1).

Материалы и методы.

В ходе полевых исследований был собран гербарий сосудистых растений и лишайников, сделаны геоботанические и почвенные описания, из почвенных разрезов отобраны пробы на спорово-пыльцевой и радиоуглеродный анализы.

Образцы для пыльцевого анализа обрабатывали по сепарационному методу Гричука, [14]. Радиоуглеродное датирование проводилось в лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана СПбГУ по стандартной методике [2].

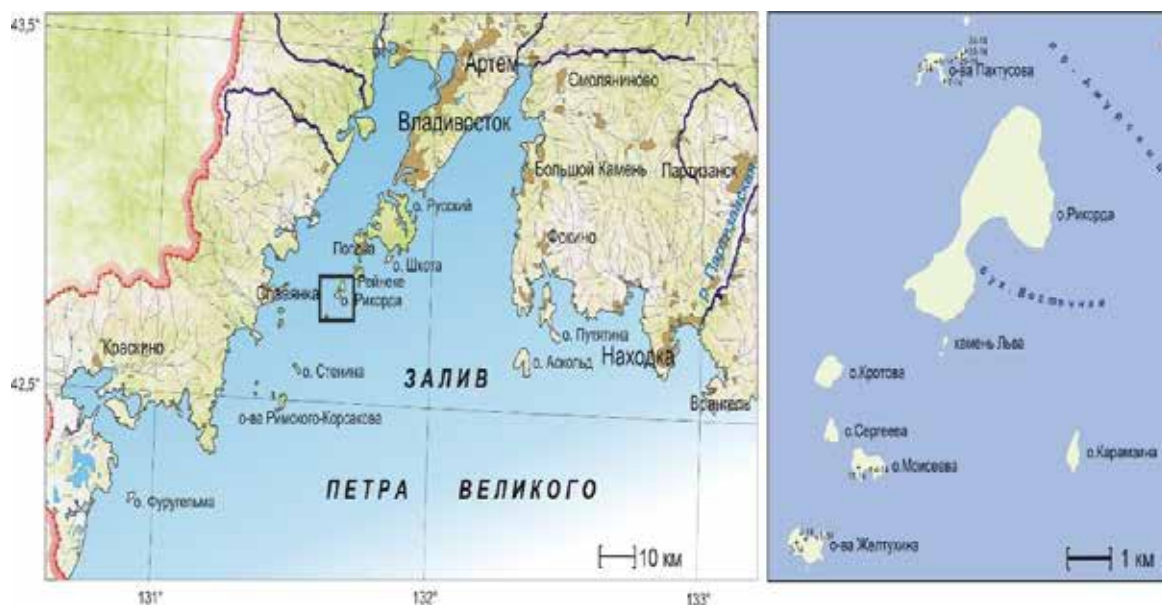


Рис. 1. Район исследования; + - изученные разрезы.

Результаты и их обсуждение.

Остров Желтухина – самый южный в архипелаге Императрицы Евгении, площадью – 33 га, наивысшая точка – 75 м над у.м. Остров сложен позднепермскими гранитоидами [5]. Пресная вода на острове имеется только на немногочисленных выходах грунтовых вод в береговых обрывах.

Лесистость острова составляет около 45% от площади. Южная и западная части покрыты полидоминантным широколиственным кустарниково-разнотравным с лианами лесом из липы амурской (*Tilia amurensis*), бархата амурского (*Phellodendron amurense*), ясеня носолистного (*Fraxinus rhynchophylla*), калины Саржента (*Viburnum sargentii*), крушины уссурийской (*Rhamnus davurica*), бересклета Максимовича (*Euonymus maximowicziana*), онюклеи чувствительной (*Onoclea sensibilis*), какалии копьевидной (*Cacalia hastata*),

волжанки двудомной (*Aruncus dioicus*), винограда амурского (*Vitis amurensis*) и актинидии острой (*Actinidia arguta*). В северной части острова на пляже развита галофитная растительность, а в восточной – петрофитная растительность прибрежных скал.

В лишайниковом покрове преобладают эпифитные виды, что обусловлено значительной долей лесной растительности на острове. Эти виды развиваются как на коре деревьев, так и на каменистом субстрате в лесу и на побережье. На приморских скалах массово развиваются виды *Ramalina*, *Caloplaca*, *Aspicilia*, *Xanthoparmelia*. На почве лишайники встречаются редко из-за хорошо развитого травяного покрова.

Почвенный покров острова представлен типичными для прибрежно-островной зоны ЗПВ почвами – буроземами: на автоморфных позициях и на крутых склонах, с многочисленными выходами скальных пород на дневную поверхность, формируются маломощные сильноскелетные буроземы, на пологих нижних частях склонов развиты типичные буроземы. Узкой полосой по северному побережью распространены аллювиальные серогумусовые (дерновые) на морских отложениях.

В почвенном покрове сохраняются следы военного присутствия: территория прибрежно-морской террасы изрыта окопами, воронками от взрыва снарядов. Её почвенный профиль характеризуется как техногенно турбированный: на глубине 10-50 см вскрывается горизонт [АУ, АУВМ, АУВМ]tr неоднородный по цвету и составу мелкозема с включением участков перемешанного грунта горизонтов АУ, АУВМ, ВМ и обломков породы.

Остров Мусеева по форме напоминает подкову с максимальной высотой – 50 м и небольшой каменистой бухтой в южной части. Остров сложен позднепермскими гранитоидами [5]. Лесистость составляет около 35% от площади острова. Северная и южная части покрыты небольшим низкорослым лесом из липы амурской, клена мелколистного, граба сердцелистного (*Carpinus cordata*), элеутерококка колючего (*Eleutherococcus senticosus*), майника двулистного (*Maianthemum bifolium*), копытеня Зибольда (*Asarum sieboldii*). В восточной части острова расположен валунный пляж с галофитной растительностью. Центральная и западная части покрыты кустарниково-полукустарниковой растительностью из кустарниковой липы амурской, крушины, вейгелы ранней (*Weigela praecox*), чубушника тонколистного (*Philadelphus tenuifolius*), шиповника Максимовича (*Rosa maximovicziana*), полыни Гмелина (*Artemisia gmelinii*).

На прибрежных скалах развиваются лишайники, приспособленные к засушливым условиям, например, виды родов *Aspicillia*, *Candelariella*. В условиях заплеска развиваются галофитные *Verrucaria*, *Caloplaca*. На коре деревьев и кустарников преобладают широко распространенные на побережье залива эпифитные лишайники.

Комплекс природных факторов – небольшая площадь, выположенный рельеф, густая травяно-кустарниковая растительность (заросли полыни Гмелина), покрывающая остров и активное геохимическое воздействие моря (туманы, импульверизация, осадки) обуславливают специфику почвообразовательных процессов и формирование буроземов темных и буроземов темных иллювиально-гумусовых с характерной глубокой гумусированностью профиля.

Острова Пахтусова представлены группой небольших необитаемых островов, которые лежат на одной подводной каменистой гряде, сложенной андезитами, риолитами и их туфами, туфопесчаниками, туфоалевролитами, редко туфоконгломератами [17]. Самый крупный южный остров – **Большой Пахтусова** - имеет максимальную отметку в 41,9 м над у.м. На его южном побережье между двумя вытянутыми мысами расположена бух. Подкова. На северном и восточном побережье есть песчаные пляжи. Западный берег острова обрывистый и скалистый, побережье каменистое. Лесистость составляет около 40% от площади острова. Западная и восточная части покрыты полидоминантным кустарниково-разнотравным с лианами лесом из липы амурской, аралии высокой, клёна ложно-Зибольдова (*Acer pseudosiboldianum*), ясеня носолистного, яблони маньчжурской, бархата амурского, калопанакса семилопастного (*Kalopanax septemlobus*), тополя дрожащего (*Populus tremula*), барбариса амурского (*Berberis amurensis*), вишни Саржента (*Cerasus sargentii*), вербейника

ландышного (*Lysimachia clethroides*), лабазника дланевидного (*Filipendula palmata*). Южная, юго-восточная и северо-восточная части острова покрыты кустарниково-полустарниково-травяными сообществами с лианами, сформированными из ивы козьей (*Salix caprea*), шиповника Максимовича, полыни Гмелина, дербенника иволистного (*Lythrum salicaria*), хвоща лугового (*Equisetum pratense* L.). На пляжах развита галофитная растительность.

В лишайниковом покрове в лесу на коре деревьев развиваются *Myelochroa aurulenta*, *Phaeophyscia hispidula*, *Parmotrema perlatum*. На коре кустарников отмечено обильное развитие видов рода *Ramalina*. На приморских скалах встречаются как типичные эпилитные виды, так и эпифитные лишайники.

Почвенный покров Большого Пахтусова отличается сравнительно большим разнообразием, чем другие острова Пахтусова. Это определяется своеобразием пространственной конфигурации острова и разнообразием растительности. В центральной возвышенной части острова под лесным массивом на делювии плотных пород в условиях хорошего внутрпочвенного дренажа формируются буроземы типичные маломощные сильноскелетные (раз. 6-14). В северо-западной части острова на высокой морской террасе, поросшей зарослями полыни Гмелина и обдуваемой морскими ветрами, формируются буроземы темные маломощные сильноскелетные. В их профиле на глубине 5-19 см (раз. 5-14) обнаружено включение морской гальки, что, по-видимому, связано с более высоким уровнем моря в прошлом. На выположенной узкой террасе юго-восточного участка острова, под полидоминантным широколиственным лесом в условиях слабо сдержанного водообмена развиты буроземы оподзоленные (раз. 7-14).

Остров **Центральный Пахтусова** состоит из двух возвышенных частей с максимальной высотой – 27,5 м над у.м., соединенных ложбиной-перемычкой. Лесистость – около 60% от его площади. Развита широколиственный кустарниково-разнотравный с лианами лес из липы амурской, клена мелколистного, бархата амурского, яблони маньчжурской, аралии высокой, единично встречен тис остроконечный (*Taxus cuspidata*), в подлеске: жимолость, крушина, барбарис, смородина, крапива, майник, вороний глаз, лук охотский, купена. На востоке острова расположены заросли гмелинополынного, на побережье - галофитная растительность.

Разнообразие лишайников определяется наличием доступных местообитаний: на коре деревьев в лесных сообществах развиваются типичные эпифитные виды. Приморские скалы в зоне заплеска заселены галофитными *Verrucaria*, *Caloplaca*. На открытых участках скал развиваются *Aspicillia*, *Xanthoparmelia*, *Physcia*.

В почвенном покрове острова на крутых склонах под криволесьем широколиственного леса развиты буроземы типичные маломощные с сильноскелетным профилем. На выположенном понижении между возвышенностями острова под зарослями полыни Гмелина формируются буроземы темные маломощные.

Результаты спорово-пыльцевого анализа почвенных разрезов: 2-14 (о. Желтухина), 4-14 (о. Моисеева), 6-14 и 7-14 (о. Большой Пахтусова), 25-14 (о. Центральный Пахтусова); и полученные радиоуглеродные даты (6310±210 л.н., 7180±230 кал. л.н., ЛУ-7901; 2280±280 л.н., 2320±340 кал. л.н., ЛУ-7903; 1630±90 л.н., 1540±110 кал. л.н., ЛУ-7902, позволили восстановить динамику развития растительности островов.

В предбореале и раннем бореале климат был холоднее современного. Но уже в среднем бореале (9,3-10 тыс. л.н.) наступают оптимальные климатические условия. Уровень моря для Приморья около 9.6 тыс. л.н. был ниже современного примерно на 48-49 м по результатам полевых работ [10] и на 37 м по данным численного моделирования [3]. Медленный подъем уровня моря в результате послеледниковой трансгрессии привел к затоплению прибрежной суши и образованию около 8-10 тыс. лет назад в заливе Петра Великого островов, имеющих общую флору и фауну [11]. Прибрежные низменности покрывали заболоченные луга с восковницей войлочной и ольхой, на возвышенностях преобладали гмелинополынные с фрагментами угнетенных березово-дубовых лесов с примесью граба сердцелистного, липы.

Положение уровня Японского моря для интервала времени 7–8 тыс. л.н. по наблюдаемым значениям находилось на глубинах 20–25 м [6], а по результатам численного моделирования на глубине 10–19 м [3]. Таким образом, площадь суши сокращалась и прибрежные заболоченные низменности с восковницей войлочной исчезали, чему также способствовало продолжающееся потепление климата. Теплое Цусимское течение проникало к северо-западному побережью Японского моря, повышая температуру и соленость воды [19]. В атлантический период (~8 – 5 тыс. л.н.) на островах залива Петра Великого отмечается наиболее широкое распространение широколиственных пород (дуб, граб, липа, бархат, клен, орех, ильм, сирень, аралиевые) в составе лесной растительности, но основным фитоценозом все-таки были разнотравно-злаковые луга, доля гмелинополынных сокращалась. Среднегодовая температура в оптимальную фазу среднего голоцена оценивается на 2 °С выше современных значений [4], а суммы осадков до 1100–1600 мм/год [12]. Причем в отложениях разреза 4-14 выделяется два теплых эпизода (около 7 тыс. л.н. и 5,8–6,4 тыс. л.н.), которые прерывались кратковременным и небольшим похолоданием 6,4–6,6 тыс. л.н.

Среднеголоценовая трансгрессия достигла своего максимума в атлантический оптимум и зафиксирована на многих побережьях Мирового океана. Ее характерной особенностью на побережье Приморья является превышение современного уровня моря на 2-3 м [9] и образование теплых мелководных заливов и лагун.

После атлантического оптимума происходит постепенное снижение климатических параметров и около 4,5 тыс. л.н. климат становится более прохладным, чем современный. Увеличивается доля мелколиственных пород, активизируются эрозионные процессы.

В суббореале около 4 тыс. л.н. происходит плавный спад уровня моря, относительно максимума атлантика на 2,5–3,0 м [7]. Регрессия послужила причиной ландшафтных изменений в прибрежной зоне. Исчезли многочисленные лагуны, небольшие заливы и береговая линия существенно выровнялась.

Оптимум суббореала на малых островах ярко не проявился, но отмечается улучшение климатических условий и небольшая трансгрессия [3] до начала субатлантического периода (2280±280 ¹⁴С л.н., 2320±340 кал. лет (ЛУ-7903), когда произошло резкое и существенное похолодание климата, которое привело к сокращению лесной растительности на малых островах и увеличению площадей, занятых леспедцево-гмелинополынными зарослями, разнотравными и сырыми лугами с тростником южным (*Phragmites australis*), фитолиты которого обнаружены в составе спорово-пыльцевых спектров. Об избыточном увлажнении почв свидетельствуют также находки диатомовых и зеленых водорослей. Усиление штормовой деятельности фиксируется по широкому распространению группировок в зоне ветрового забрызга из сосюреи хорошенькой (*Saussurea pulchella*) и дудника Гмелина (*Angelica gmelinii*). Похолодание начала субатлантика было самым значительным, начиная со среднего бореала и сопровождалось падением уровня моря до 1,5 м ниже современного около 2-2,5 тыс. л.н. Это привело к исчезновению лагун, образованию морских террас, иссушению болот и образованию аллювиальных равнин в долинах рек. Береговая линия ещё более выровнялась.

Дальнейшее постепенное улучшение климатических условий достигло своего максимума в малый оптимум голоцена, который на территории Приморья начался в начале VII в. и продолжался по X в. В целом на территории Приморья в малый оптимум голоцена среднегодовая температура повысилась на 1–1,3°С, в основном за счет более теплых зим. Предположительно повысилось и годовое количество атмосферных осадков [8], возможно, за счет увеличения зимних осадков, что свидетельствует об ослаблении зимнего муссона. В рассматриваемый временной интервал отмечено три пика активизации теплых течений системы Курисио [15].

В этот период происходит увеличение участков, занятых лесной растительностью, в ее составе ослабевают фитоценотические позиции дуба, развитие получают грабово-липовые леса с диморфантом, ильмом, березой. Сокращаются заросли гмелинополынных,

увеличивается разнотравье. Преобладание липы возможно произошло из-за усиления летнего муссона, дующего постоянно с моря на сушу и наличия на значительном протяжении вегетационного периода в воздухе большого количества мелкодисперсной влаги, которая перехватывается кронами деревьев, оказывая определенное влияние на формирование состава древесных насаждений. Об активной штормовой деятельности может свидетельствовать распространение сообществ из сосюреи хорошенькой и дудника Гмелина. Признаками антропогенного влияния на растительные сообщества островов служит присутствие пыльцы *Ambrosia artemisiifolia* в составе спорово-пыльцевых спектров отложений этого периода.

После малого оптимума голоцена наступает малый ледниковый период (XIII—XIX вв.) – наиболее холодный по среднегодовым температурам за последние 2 тысячи лет. Считается, что глобальная температура понизилась на 1-2 градуса по Цельсию, высота снежного покрова увеличилась, летние сезоны были более дождливыми.

На малых островах сокращается площадь, занятая лесной растительностью, в ее составе уменьшается доля широколиственных пород и увеличивается березы и ольхи, расширяются заросли гмелинополынных. Из-за активной штормовой деятельности вдоль побережья распространяются сообщества из сосюреи хорошенькой. На о. Центральный Пахтусова появляется тис остроконечный, семя которого могло быть занесено, например, птицами. О присутствии человека на островах можно судить по увеличению пыльцы полыни и цикориевых. Активизируются эрозионные процессы.

Современное глобальное потепление началось примерно в 70-х годах XIX в. и усилилось в начале XX в., достигнув своего максимума к 2000-м годам. С конца 1970-х по начало 2000-х годов температура вод в центральной части Японского моря возросла на ~ 4 °С. Увеличение адвекции субтропических вод Восточно-Корейского течения в район южного Приморья вызвало повышение температуры вод в заливе Петра Великого в ноябре-декабре [1].

На всех островах увеличилась численность широколиственных пород, особенно дуба монгольского, зафиксировано также увеличение лесистости, кроме о. Моисеева, где возросло участие гмелинополынных. Антропогенное влияние отражается в присутствии амброзии в травянистых сообществах всех островов, а также появлении леспедечников на о. Большой Пахтусова, как постпирогенной сукцессии. Присутствие спор *Glomus* в поверхностных спектрах свидетельствует об активных эрозионных процессах; зеленые, диатомовые водоросли и амебы *Arcella* – об избыточном увлажнении; появление останков почвенных клещей в составе спорово-пыльцевых спектров говорит, как об изменении состава почвы в сторону увлажнения, так и о повышении ее температуры.

Выводы.

Основными факторами, определяющими развитие и становление ландшафтов малых островов ЗПВ в голоцене, были разнонаправленные климатические флуктуации, связанные с колебаниями инсоляции вследствие изменений орбитальных параметров Земли [18, 20], которые приводили к перестройке циркуляции атмосферы и морских вод, колебаниям уровня моря. Все эти факторы повлияли на изменения почвенно-растительного покрова. Антропогенное воздействие проявилось в появлении сорных растений, прохождении пожаров, развитии процессов эрозии и турбированности почвенного покрова. Современный растительный покров изученных малых островов архипелага Императрицы Евгении – это антропогенно-изменённые широколиственные кустарниково-разнотравные с лианами леса, кустарниково-полукустарниковые фитоценозы, галофитная растительность пляжей и петрофитная растительность приморских скал. Основными отличиями растительного покрова малых островов архипелага от крупных является доминирование травяно-кустарниковой растительности, в частности зарослей полыни Гмелина и низколесья из-за постоянного воздействия ветров. Малая площадь островов и выположенный рельеф определяют здесь более мористые условия, что отражается на составе растительных сообществ, в распространении галофитных группировок в зоне заплеска, развитии

кустарниково-полукустарниковых сообществ с кустарниковой липой в наветренных участках. На менее доступном из островов Пахтусова единично встречается охраняемый вид тис остроконечный.

Список литературы.

1. Андреев А.Г. Межгодовая изменчивость расхода вод через Корейский/Цусимский пролив и ее влияние на содержание растворенного кислорода в водах Японского моря // Метеорология и Гидрология. 2010. № 9. С. 74 - 85.
2. Арсланов Х. А. Радиоуглерод. Геохимия и геохронология. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. 300 с.
3. Булгаков Р.Ф., Афанасьев В.В., Игнатов Е.И. Гидроизостазия как фактор, повлиявший на ход послеледниковой трансгрессии на шельфе и побережье Приморья, по результатам численного моделирования // Геосистемы переходных зон, 2020, Т. 4, № 2. С. 210–219.
4. Величко А.А. Эволюционная география: проблемы и решения. - М.: ГЕОС, 2012. 563с.
5. Гаврилов А.А. Острова залива Петра Великого как структурные элементы южно-приморского участка зоны сочленения Евразийского континента и впадины Японского моря // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики. Материалы XLI Тектонического совещания. Том 1. – М.: ГЕОС, 2008. С. 169-174.
6. Каплин П.А. Развитие шельфовой зоны в плейстоцене. В кн.: Геоморфология и палеогеография шельфа. - М.: Наука, 1978. С. 157–164.
7. Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. Четвертичные отложения Приморья. Стратиграфия и палеогеография. - Новосибирск: Наука, 1980. 232 с.
8. Короткий А.М., Волков В.Г., Гребенникова Т.А. и др. Дальний Восток // Изменение климата и ландшафтов за последние 65 млн лет (кайнозой: от палеоцена до голоцена). — М.: ГЕОС, 1999. С. 146–164.
9. Кузьмина Н.Н., Полякова Е.И., Шумова Г.М. К истории голоценовой трансгрессии Японского моря. В кн.: Геология морей и океанов: Тез. докл. V Всесоюз. школы морской геологии. - М.: Ин-т океанологии им П.П. Ширшова АН СССР, 1982. 1. С. 50–52.
10. Кузьмина Н.Н., Шумова Г.М., Полякова Е.И., Недешева Г.Н. Палеогеографические реконструкции голоцена северо-западного побережья и шельфа Японского моря // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1987. № 4. С. 78–89.
11. Лящевская М.С. Ландшафтно-климатические изменения на островах залива Петра Великого (Японское море) за последние 20 000 лет // Успехи современного естествознания. 2016. № 11-2. С. 372-379.
12. Микишин Ю.А., Петренко Т.И., Гвоздева И.Г. Поздняя фаза атлантического периода голоцена на юге Приморья // Успехи современного естествознания, 2019. 12. С. 96–107.
13. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Многолетние данные. Приморский край. – Л.: Гидромеиздат, 1988. Сер. 3. Вып. 26. 416 с.
14. Пыльцевой анализ. - М.: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1950. - 571 с.
15. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Белянина Н.И., Мохова Л.М. Проявления малого оптимума голоцена на юге Дальнего востока // География и природные ресурсы. 2014. № 2. С. 124–131.
16. Родникова И.М., Лящевская М.С., Киселёва А.Г., Пшеничникова Н.Ф. Состояние и динамика почвенно-растительного покрова малых островов залива Петра Великого (Японское море) // География и природ. ресурсы, 2012. Т. 33. № 1. С. 96-103.
17. Сясько А.А., Вржосек А.А., Дубинский А.П., Кононец С.Н., Короткий А.М., Кутуб-Заде Т.К., Лях И.И., Неволин П.Л., Попов В.К., Родионов А.Н., Углов В.В., Уткин В.П., Шлыков С.А. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Серия СихотэАлинская. Листы К-52-ХII, XVIII. Объяснительная записка. – М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2016. 241 с.

18. Bradley R.S. Climate forcing during the Holocene // *Global Change in the Holocene: approaches to reconstructing fine-resolution climate change* / A.W. Mackay, R.W. Battarbee, H.J.B. Birks, F. Oldfield (eds.). - L.: Arnold, 2003. P. 10–19.
19. Kuzmin Y.V., Levchuk L.K., Burr G.S., Jull A.J.T. AMS 14C dating of the marine Holocene key section in Peter the Great Gulf, Sea of Japan // *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*. 2004. V. 223–224. P. 451–454.
20. Mayewski P.A., Rohling E.E., Stager J.C. et al. Holocene climate variability // *Quat Res*. 2004. V. 62. P. 243–255.