Ю.А. Микишин

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН,

г. Владивосток

yurimikishin@fegi.ru

ПОЗДНЕАТЛАНТИЧЕСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ ОХОТСКОГО МОРЯ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЮГО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА

Аннотация. Палеогеографическое изучение палеоустричников на побережье юго-восточной части о. Сахалин подтвердило прежние данные о времени максимума трансгрессии Охотского моря и позволило уточнить высоту его подъёма в течение поздней фазы атлантического периода голоцена. Формирование палеоустричников происходило в тёплые палеоклиматические эпизоды и явилось реакцией на неоднократный рост уровня моря, чередовавшийся, вероятно, с его понижением во время относительных похолоданий. Величина подъёма уровня моря достигала 2,6 м в оптимальное время начала-середины позднего атлантика (5600–5400 л.н. / 6400–6200 к.л.н.), 2 м – в его конце (5000–4800 л.н. / 5800–5500 к.л.н.) и 0,4 м – в заключительный момент периода (4700–4600 л.н. / 5400–5300 к.л.н.). Ингрессия Охотского моря в долины малых рек юго-восточного Сахалина составляла не менее 1,3 км. В долинах более крупных рек, таких как Мерея, она приближалась к 2 км.

Ключевые слова: трансгрессия Охотского моря, палеоустричники, атлантический период голоцена, спорово-пыльцевой комплекс, радиоуглеродное датирование.

Yu.A. Mikishin

Far East Geological Institute Far East Branch RAN, Vladivostok

yurimikishin@fegi.ru

LATE ATLANTIC TRANSGRESSION OF THE OKHOTSK SEA ON THE COAST OF SOUTHEAST SAKHALIN

Abstract. A paleogeographic study of paleo oyster banks in southeastern Sakhalin confirmed the previous data on the time of the maximum transgression of the Okhotsk Sea and made it possible to clarify the height of its rise during the Late

phase in the Atlantic Period of Holocene. The formation of paleo oyster banks took place in warm paleoclimatic episodes and was a reaction to the repeated rise in sea level, which alternated, probably, with its decrease during in the relative cooling. The sea level rise reached 2.6 m at the optimal time of the beginning-mid of Late Atlantic Period (5600–5400 yr. BP / 6400–6200 Cal. yr. BP), 2 m at its end (5000–4800 yr. BP / 5800–5500 Cal. yr. BP) and 0.4 m at the final moment of the Period (4700–4600 yr. BP / 5400–5300 Cal. yr. BP). Ingress of the Okhotsk Sea into the valleys of small rivers southeastern part of Sakhalin was at least 1.3 km. In the valleys of larger rivers, such as Mereya, it was approaching 2 km.

Key words: transgression of the Okhotsk Sea, paleo oyster banks, Atlantic Period of Holocene, pollen complex, radiocarbon dating.

Введение. Послеледниковая трансгрессия Охотского моря оставила на Сахалине многочисленные следы в строении террас побережий и приморских частей межгорных депрессий [1, 3, 5, 7, 10]. Кульминация трансгрессии происходила в позднюю фазу атлантического периода голоцена (далее ПФАП), около 5800–5400 радиоуглеродных лет назад (далее л.н.), когда уровень моря превысил современный на несколько метров [7]. Для оценки величины подъёма уровня моря при этом использовалась абсолютная высота кровли отложений неволновой аккумуляции. Точность такой оценки невелика, и, в лучшем случае, составляет 1–2 м. Не лучший результат даёт и использование высотных отметок прослоев волновых отложений, встреченных в береговых разрезах [5]. Уточнить его можно лишь по кровле палеоустричников, сохранившихся в отложениях террас и аккумулятивных равнин [8, 9, 15, 16]. У современных устричников, в большинстве случаев, кровля лежит на уровне моря, что хорошо иллюстрируется ими в лагуне Буссе. В ней находится наиболее известная на Сахалине устричная банка [2]. Она имеет форму невысокого холма размером 150x170 м, лежащего вблизи лагунного пролива на краю песчано-илистой осушки, в 600 м от южного берега. Плоская вершинная поверхность банки частично обнажается во время отливов [12]. Эта их особенность даёт возможность использовать палеоустричники на Сахалине в качестве реперов для оценки подъёма уровня Охотского моря во время голоценовой трансгрессии. Также они позволяют установить глубину его вторжения в долины рек побережья.

Материал и методика. Проведено палеогеографическое изучение трёх погребённых устричных банок, позволившее определить величину подъёма уровня Охотского моря в течение ПФАП и определить размеры его ингрессии на юго-восточном побережье о. Сахалин. Радиоуглеродный анализ раковин устриц выполнен в лаборатории палеоклиматологии кайнозоя института Геологии и Минералогии СО РАН. Калибровка (приведение к календарному возрасту) радиоуглеродных дат выполнена в программе «Marine04» для морских образцов [14]. Глинистые отложения, заполняющие внутренние полости устричных раковин, изучены спорово-пыльцевым анализом. Подготовка образцов для анализа осуществлялась по стандартной методике [11]. Реконструкция палеорастительности проводилась на основе изучения субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов Сахалина [6].

Рис. 1. Расположение палеоустричников на побережье юго-восточного Сахалина. 1 – «Мануй», 2 – «Меря-1», 3 – «Меря-2»

Результаты и обсуждение. Наиболее древний палеоустричник – «Мануй» – обнаружен в 6,93 км севернее пос. Взморье, недалеко от станции Арсентьевка (рис. 1). Он расположен в 1,25 км от берега Охотского моря, на правом берегу левого притока р. Мануй. Имеет вид небольшого холма, залегающего в аллювиально-морской террасе с абсолютной высотой около 5 м, под слоем пойменных супесей бурого цвета мощностью 2,5 м. Отложения устричника представлены

скоплениями целых раковин тихоокеанской или гигантской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg) и их обломков, погруженными в голубовато-серые глины мягкопластичной консистенции. Преобладающее число раковин имеет крупные, до 30 см, размеры и овально-клиновидную форму. Такая форма раковин, по наблюдениям В.А. Ракова (ТОИ ДВО РАН) в южном Приморье, свидетельствует об интенсивном заилении устричников в период их развития. Видимая мощность отложений палеоустричника, вскрытого рекой, составляет не менее 2,5 м. Его кровля, судя по отметкам на крупномасштабной топографической карте, возвышается над уровнем Охотского моря на 2,6 м. Спорово-пыльцевой комплекс (далее СПК) Ма-1, обнаруженный в глинистых осадках, заполняющих раковины существенно термофильнее, чем субфоссильный на юге Сахалина (рис. 2). Он отражает растительность, представленную берёзовыми и ильмово-дубовыми лесами с участием тёмнохвойных пород, развивавшимися в более тёплых и сухих климатических условиях, нежели современные. В общем составе спектров много пыльцы деревьев и кустарников (64–79 %), заметно меньше спор, пыльцы фригидных кустарников и трав. Среди пыльцы древесных пород преобладают берёзы (43–70 %), реже ольха и ива (7–21 %). Меньшее значение у широколиственных пород (12–29 %), представленных, в основном, дубом (5–20 %) и ильмом (5–9 %). Содержание пыльцы других широколиственных деревьев и кустарников (*Juglans*, *Phellodendron*, *Viburnum*, *Corylus*) незначительно, и лишь иногда превышает 1 %. Пыльцы тёмнохвойных пород мало (до 10 %), причём в отдельных пробах она не фиксируется. Среди неё преобладает ель (5–10 %), намного реже пихта (0,4–1,2 %). Фригидные кустарники имеют малое участие, и чаще представлены пыльцой ольховника (2–5 %). Немногочисленная пыльца травянистых растений принадлежит осокам, злакам и разнотравью (25–26 %), реже полыни (16 %). Среди спор наблюдается преимущество папоротников Polypodiaceae (88–91 %), небольшая роль сфагновых мхов и плаунов. СПК Ма-1 имеет черты, характерные для СПК отложений оптимального (для времени позднего атлантика) климатического эпизода «Черемшанка», развивавшегося на юге Сахалина

около 5600–5400 л.н. / 6400–6200 календарных л.н. (далее к.л.н.) [4]. Радиоуглеродная дата, полученная по раковинам палеоустричника «Мануй», показывает возраст немного старше: около 6000 л.н. / 6500 к.л.н. (таблица), что не противоречит отнесению его формирования к началу-середине ПФАП, согласно хронологическому эталону голоцена [13].

Радиоуглеродные датировки палеоустричников о. Сахалин

п/п	Устричник, координаты	№ лаб.	Глубина отбора, см	Материал	Возраст образца	
					радиоугле- родный, л.н.	календар- ный, к.л.н.
1	«Мануй» 47°54'47.2"с.ш., 142°29'58.5"в.д.	СО- АН- 4377	350	раковины	6050±70	6465
2	«Мерея-1» 46°38'31.88"с.ш., 142°54'16.72"в.д.	СО- АН- 4376	210–220	раковины	5160±110	5555
3	«Мерея-2» 46°37'38.0"с.ш., 142°53'51.9"в.д.	СО- АН- 4704	240–250	раковины	4645±70	4845

На побережье зал. Анива в долине р. Мерея, вблизи пос. Пригородное, обнаружено два палеоустричника. Верхний из них, «Мерея-1», обнажается на правом берегу реки, в 1,84 км от устья (см. рис. 1). В этом месте р. Мерея образует резкую в плане излучину размером 130х120 м, возникшую, вероятно, из-за огибания более устойчивых к эрозии отложений погребённого устричника, лишь немного уступающего величине современной банки в лагуне Буссе. Палеоустричник вскрывается в эрозионном уступе аллювиально-морской террасы с абсолютной высотой около 3,5 м, под слоем глин мощностью 1,5 м.

Рис. 2. Спорово-пыльцевые диаграммы отложений палеоустричников.

1 – «Мануй», 2 – «Мерея-1», 3 – «Мерея-2».

1 – пыльца деревьев и кустарников, 2 – пыльца фригидных кустарников, 3 – пыльца трав и кустарничков, 4 – споры, 5 – содержание таксонов менее 1 %, 6 – участие таксонов не подсчитано из-за малого числа обнаруженных зёрен пыльцы и спор. Литология: 7 – галька, 8 – супесь, 9 – алевроит, 10 – глина, 11 – скопления раковин устриц в лагунных глинах, 12 – торф травяной, 13 – радиоуглеродная датировка, календарных л.н., 14 – абсолютная высота кровли устричной банки, в м

Кровля банки, согласно отметкам на крупномасштабной топографической карте, возвышается над уровнем моря в зал. Анива на 2 м. Видимая мощность отложений, уходящих под уровень реки, более 0,7 м. Они представлены скоплениями крупных, длиной до 30 см, раковин тихоокеанской устрицы, погружённых в лагунные глины синевато-серого цвета. СПК Mr-1, полученный из глин, заполняющих раковины, термофильнее субфоссильных комплексов южного Сахалина (рис. 2). Он отражает долинную растительность – берёзово-ольховые ассоциации, развивавшуюся среди хвойно-широколиственных лесов в более тёплых и сухих условиях, чем современный климат. В общем составе спектров преобладает пыльца деревьев и

кустарников (43–50 %). Среди неё преобладают мелколиственные деревья (42–56 %), преимущественно берёзы (29–36 %), реже ольха и ива (13–25 %). Меньшее значение у пыльцы широколиственных (14–20 %) и тёмнохвойных (11–29 %) пород, имеющих, в среднем, равное содержание. Среди первых чаще отмечаются дуб (6–14 %) и ильм (4–9 %). Другие широколиственные деревьев и кустарники (*Juglans*, *Tilia*, *Phellodendron*, *Aralia*, *Araliaceae*, *Carpinus*, *Fagus*, *Viburnum*, *Corylus*) встречаются редко (до 1 %). Среди тёмнохвойных пород больше ели (7–15 %), нежели пихты (3–14 %). Фригидные кустарники (8–14 %) чаще образованы пыльцой кустарниковых берёз. Травы, в основном, представлены осоками (21–40 %), полынью (14–24 %) и разнотравьем (23–42 %). Меньшее значение у злаков (8–15 %) и розоцветных (1–8 %). Споры почти полностью образованы папоротниками *Polypodiaceae* (85–93 %) и *Osmunda*. СПК Ма-1 очень близок к комплексу отложений, отвечающих палеоклиматическому эпизоду «Пензенское-3». Эпизод имел более тёплые и сухие условия, чем современные, и отмечался около 5000–4800 л.н. / 5800–5500 к.л.н. [4, 6]. В хронологические рамки этого события укладывается и радиоуглеродная дата 5160 л.н. / 5555 к.л.н. (таблица), позволяя отнести формирование палеоустричника «Мерея-1» к началу завершающей части ПФАП.

Нижний палеоустричник в долине р. Мерея – «Мерея-2» – расположен на левом берегу реки, в 100 м выше устья (рис. 1). В настоящее время размывается рекой в основании морской террасы абсолютной высотой 2,5 м. Вскрыт шурфом на этой же террасе, в 12 м от русла реки, где залегает под слоем торфа и глин общей мощностью 2,1 м (рис. 3). Он образован скоплениями раковин тихоокеанской устрицы, заключённых в песчанистых голубовато-серых глинах лагунного генезиса. Вскрытая мощность палеоустричника составляет 0,4 м. Его кровля, по данным проведённой нивелировки, возвышается всего на 0,4 м над уровнем моря в зал. Анива. СПК Mr-2, полученный из глинистых заполнений раковин, отразил распространение ильмово-дубовых и берёзовых лесов с крайне редкой встречаемостью тёмнохвойных пород (рис. 2). Среди пыльцы древесных пород в комплексе почти половина принадлежит мелколиственным деревьям,

преимущественно берёзам (34–39 %), реже ольхе и иве (10–15 %). Немного уступает им содержание пыльцы широколиственных пород (29–33 %) с преобладанием дуба (21–24 %) и ильма (6–8 %). Изредка (до 2 %) отмечаются *Corylus*, *Tilia*, *Carpinus*. Очень редкая пыльца тёмнохвойных пород принадлежит пихте (до 3 %), в меньшей степени – ели (1 %). Фригидные кустарники имеют участие 13–17 %, и чаще образованы пыльцой кустарниковых берёз (до 12 %) и ольховника (до 5 %). Травы в большей степени представлены полынью (23–37 %), разнотравьем (21–24 %) и осоками (15–34 %), нежели злаками (8–13 %) и розоцветными (7–9 %). Среди спор много папоротников Polypodiaceae (до 89 %) и *Osmunda* (до 2 %). СПК Mr-2 отвечает растительности, существовавшей в более тёплых и сухих климатических условиях эпизода «Пензенское-1», около 4700–4600 л.н. / 5400–5300 к.л.н. [4]. Радиоуглеродная дата 4800 л.н. / 4600 к.л.н. (таблица), полученная по раковинам палеоустричника «Мерея-2», противоречит термофильному характеру комплекса и явно омоложена, т.к. указывает на раннесуббореальную эпоху глобального похолодания климата, происходившую позже [13]. Поэтому формирование нижнего палеоустричника в долине р. Мерея следует отнести к последним моментам завершающей части ПФАП.

Выводы. Формирование палеоустричников на побережье юго-восточного Сахалина происходило в тёплые эпизоды поздней фазы атлантического периода голоцена и явилось реакцией на неоднократный рост уровня моря, чередовавшийся, вероятно, с его понижением во время относительных похолоданий. Величина подъёма уровня моря достигала 2,6 м в оптимальное время начала-середины позднего атлантика (5600–5400 л.н. / 6400–6200 к.л.н.), 2 м – в его конце (5000–4800 л.н. / 5800–5500 к.л.н.) и 0,4 м – в заключительный момент периода (4700–4600 л.н. / 5400–5300 к.л.н.) Ингрессия Охотского моря в долины малых рек юго-восточной части о. Сахалин составляла не менее 1,3 км. В долинах более крупных рек, таких как Мерея, она приближалась к 2 км.

Литература

1. Александрова А.Н. Плейстоцен Сахалина. М.: Наука. 1982. 192 с.
2. Задкова И.И. Геохимия лагуны Буссе на Сахалине / И.И. Задкова, Л.Д. Малюшко, В.Ф. Сарочан. Новосибирск: изд-во АН СССР. 1975. 90 с.
3. Микишин Ю.А. О риасовом типе расчленения побережья Северного Сахалина в среднем голоцене и масштабах трансгрессии Охотского моря // Географические исследования морских побережий. К 25-летию Берегового исследовательского Центра. Владивосток: изд-во Дальневост. ун-та. 1998. С. 75-84.
4. Микишин Ю.А. Атлантический период на юге Сахалина и время оптимума голоцена / Ю.А. Микишин, И.Г. Гвоздева // Актуальные проблемы современной палинологии: Материалы XIV Всероссийской палинологической конференции. Москва, 5–8 июня 2017 г. / Отв. редакторы Н.С. Болиховская, Т.С. Ключевиткина. М.: Географический факультет МГУ. 2017. С. 191-193.
5. Микишин Ю.А. Развитие побережья залива Анива (о. Сахалин) в среднем-позднем голоцене / Ю.А. Микишин, И.Г. Гвоздева // Дальний Восток России: география, гидрометеорология, геоэкология. Владивосток: изд-во Дальневост. ун-та, 2005. С. 141-153.
6. Микишин Ю.А. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Сахалина и прилегающих территорий / Ю.А. Микишин, И.Г. Гвоздева. Владивосток: изд-во Дальневост. ун-та. 2009. 162 с. <https://www.doi.org/10.17513/np.379>.
7. Микишин Ю.А. Эволюция природы юго-восточной части острова Сахалин в голоцене / Ю.А. Микишин, И.Г. Гвоздева. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1996. 130 с.
8. Микишин Ю.А. Голоцен побережья юго-западного Приморья / Ю.А. Микишин, Т.И. Петренко, И.Г. Гвоздева, А.Н. Попов, Я.В. Кузьмин, В.А. Раков, С.А. Горбаренко // Научное обозрение. 2008. № 1. С. 8-20.
9. Микишин Ю.А. Биостратиграфия голоценовых отложений района памятника Бойсмана-2 / Ю.А. Микишин, А.Н. Попов,

Т.И. Петренко, В.А. Раков, Е.И. Царько // Археология и культурная антропология Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во ДВО РАН. 2002. С. 41-56.

10. Морские террасы и четвертичная история шельфа Сахалина / А.М. Короткий, В.С. Пушкарь, Т.А. Гребенникова и др. / Тихоокеан. институт географии ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука. 1997. 195 с.

11. Палеопалинология. Методика палеопалинологических исследований и морфология некоторых ископаемых спор, пыльцы и других растительных микрофоссилий // Тр. ВСЕГЕИ, нов. серия. Вып. 141. Л.: Недра. 1966. 352 с.

12. Сахалин. Охота на устриц. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=X4xqgmgh96Q>

13. Хотинский Н. А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. К XII конгрессу ИНКВА (Канада, 1987 г.). М.: Наука. 1987. С. 39-45.

14. Hughen K.A., Baillie M.G.L., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Bertrand C., Blackwell P.G., Buck C.E., Burr G., Cutler K.B., Damon P.E., Edwards R.L., Fairbanks R.G., Friedrich M., Guilderson T.P., Kromer B., McCormac F.G., Manning S., Bronk Ramsey C., Reimer P.J., Reimer R.W., Remmele S., Southon J.R., Stuiver M., Talamo S., Taylor F.W., Van der Plicht J., and Weyhenmeyer C.E. Marine04 Radiocarbon Age Calibration, 0–26 Cal Kyr BP. Radiocarbon. 2004. V. 46. P. 1059–1086.

15. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Belyanina N.I., Ivanova E.D., Lebedev A.M., Maksimov F.E., Kuznetsov V.Yu. Environmental changes at final warming of Middle Pleistocene (MIS 7) in South Kurils // Quaternary International. 2015. V. 355. P. 90-100.

16. Wang H., Van Strydonck M. Chronology of Holocene Cheniers and Oyster Reefs on the Coast of Bohai Bay, China // Quaternary research. 1997. V. 47. P. 192-205.

Reference

1. Aleksandrova A.N. *Pleystotsen Sakhalina* [Pleistocene of Sakhalin]. M.: Nauka, 1982, 192 p. (In Russian).
2. Zadkova I.I., Malyushko L.D., Sarochan V.F. *Geokhimiya laguny Busse na Sakhaline* [Geochemistry of Busse lagoon on Sakhalin]. Novosibirsk: izd-vo AN SSSR. 1975. 90 p. (In Russian)
3. Mikishin Yu.A. *O riasovom tipe raschleneniya poberezh'ya Severnogo sakhalina v srednem golotsene i masshtabakh Okhotskogo morya* [On the riasian type of dismemberment of the coast of Northern Sakhalin in the Middle Holocene and the scale of the Okhotsk Sea transgression]. "Geograficheskiye issledovaniya morskikh poberezh'iy. K 25-letiyu Beregovogo issledovatel'skogo Tsentra" ["Geographical Studies of Sea Coast. On the 25th anniversary of the Coastal Research Center"]. Vladivostok: izd-vo Dal'nevost. un-ta. 1998, pp. 75-84. (In Russian)
4. Mikishin Yu.A., Gvozdeva I.G. *Atlanticheskiy period n uge Sakhalina i vremya optiuma golocena* [The Atlantic period in southern Sakhalin and the Holocene optimum time]. *Materialy XIV Vserossiyskoy palinologicheskoy konferentsii* [Materials of the XIVth All-Russian Palynological Conference]. Moscow, 2017, pp. 191-193. (In Russian)
5. Mikishin Yu.A., Gvozdeva I.G. *Razvitiye poberezh'ya zaliva Aniva (o. Sakhalin) v srednem-pozdnem golotsene* [Development of the coast of Aniva Bay (Sakhalin Island) in the Middle Late Holocene]. "Daln'niy Vostok Rossii: geografiya, gidrometeorologiya, geoekologiya" [Russian Far East: geography, hydrometeorology, geoecology]. Vladivostok: izd-vo Dal'nevost. un-ta. 2005, pp. 141-153. (In Russian)
6. Mikishin Yu.A., Gvozdeva I.G. *Subfossil'nyye sporovo-pyl'tsyye komplekсы Sakhalina i prilegayushchikh territoriy* [Subfossil spore-pollen complexes of Sakhalin and adjacent territories]. Vladivostok: izd-vo Dal'nevost. un-ta. 2009, 162 p. (In Russian / In English). <https://www.doi.org/10.17513/np.379>
7. Mikishin Yu.A., Gvozdeva I.G. *Evolyuysiya prirody yugovostochnoy chasti ostrova Sakhalin v golotsene* [The evolution of nature in the southeastern part of Sakhalin Island in the Holocene]. Vladivostok: izd-vo Dal'nevost. un-ta, 1996, 130 p. (In Russian)

8. Mikishin Yu.A., Petrenko T.I., Gvozdeva I.G., Popov A.N., Kuzmin YA.V., Rakov V.A., Gorbarenko S.A. *Golotsen poberezh'ya yugo-zapadnogo Primor'ya* [Holocene coast of southwestern Primorye] *Nauchnoye obozreniye – Scientific Review*, 2008, no. 1, pp. 8-20. (In Russian)

9. Mikishin Yu.A., Popov A.N., Petrenko T.I., Rakov V.A., Tsar'ko Ye.I. *Biostratigrafiya golotsenovykh otlozheniy rayona pamyatnika Boysmana-2* [Biostratigraphy of the Holocene sediments of the Boysman-2 monument area]. *"Arkheologiya I kul'turnaya antropologiya Dal'nego Vostoka"* [Archeology and cultural anthropology of the Far East. Vladivostok: izd-vo DVO RAN, 2002, pp. 41–56. (In Russian)

10. *Morskiye terrasy I chetvertichnaya istoriya shel'fa Sakhalina* [Sea terraces and the Quaternary history of the Sakhalin shelf]. A.M. Korotkiy, V.S. Pushkar, T.A. Grebennikova I dr. / Tikhookean. Institute. Geografii DVO RAN. Vladivostok: Dal'nauka, 1997, 195 p. (In Russian)

11. *Paleopalinologiya. Metodika paleopalinologicheskikh issledovaniy I morfologiya nekotorykh iskopaemykh spor, pyl'tsy I drugikh rastitel'nykh mikrofosilyi* [Paleopalynology. The methodology of paleopalynological studies and the morphology of some fossil spores, pollen and other plant microfossils]. *Trudy VSEGEI* [Proc. of the VSEGEI], nov. seriya, vyp. 141. Leningrad: Nedra, 1966, 352 p. (In Russian)

12. *Sakhalin. Okhota na ustrits* [Sakhalin. Oyster hunt]. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=X4xqgmgh96Q> (accessed 05.06.2019)

13. Khotinsky N. A. *Radiouglerodnaya khronologiya I korrelyatsiya prirodnykh rubezhey golotsena* [Radiocarbon chronology and correlation of natural and anthropogenic boundaries of the Holocene]. "Novyye dannyye po geokhronologii chetvertichnogo perioda. K XII kongressu INKVA (Kanada, 1987) [New data on the geochronology of the Quaternary. To the XII Congress of INKWA (Canada, 1987)]. M.: Nauka, 1987, pp. 39-45. (In Russian)

14. Huguen K.A., Baillie M.G.L., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Bertrand C., Blackwell P.G., Buck C.E., Burr G., Cutler K.B., Damon P.E., Edwards R.L., Fairbanks R.G., Friedrich M., Guilderson T.P., Kromer B., McCormac F.G., Manning S., Bronk Ramsey C., Reimer P.J.,

Reimer R.W., Remmele S., Southon J.R., Stuiver M., Talamo S., Taylor F.W., Van der Plicht J., and Weyhenmeyer C.E. *Marine04 Radiocarbon Age Calibration, 0–26 Cal Kyr BP*. *Radiocarbon*. 2004. V. 46. P. 1059-1086.

15. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Belyanina N.I., Ivanova E.D., Lebedev A.M., Maksimov F.E., Kuznetsov V.Yu. *Environmental changes at final warming of Middle Pleistocene (MIS 7) in South Kurils* // *Quaternary International*. 2015. V. 355. P. 90-100. (In Russian)

16. Wang H., Van Strydonck M. *Chronology of Holocene Cheniers and Oyster Reefs on the Coast of Bohai Bay, China* // *Quaternary research*. 1997. V. 47. P. 192-205.