

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ

---

---

---

## **ПУТИ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ГЕОГРАФИИ - 2021**

**Материалы II Всероссийской научной конференции,  
посвященной памяти профессора А.А. Величко  
(Москва, 22-25 ноября 2021 г.)**

---

---

---

Москва  
Институт географии РАН  
2021

УДК 551+902  
ББК 26+63.4

ISBN \*\*\*

**Пути эволюционной географии - 2021:** Материалы II Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А.Величко (Москва, 22-25 ноября 2021 г.). – М.: Институт географии РАН, 2021. – \*\*\* с.

Всероссийская научная конференция "Пути эволюционной географии" – вторая конференция в память о д.г.н., профессоре А.А. Величко – выдающемся российском географе, организаторе науки, ученом, внесшем огромный вклад в изучение палеогеографии четвертичного периода, создателе нового аспекта географического знания – эволюционной географии. В публикуемых материалах конференции освещаются четыре основные направления эволюционной географии, разработке которых А.А. Величко уделял особое внимание: 1) Актуальные проблемы палеогеографии. Рассматриваются разномасштабные изменения ландшафтов и климата Земли в четвертичном периоде, результаты последних исследований в различных регионах Северной Евразии – северных, северо-западных и центральных районах Русской равнины, Понто-Каспийском регионе, Западной и Восточной Сибири, в горах Южной Сибири, на Дальнем Востоке, в российской Арктике, а также проблемы формирования лессово-почвенной формации и методы палеогеографических исследований. 2) Палеогеографическая основа современных ландшафтов (ретроспективный анализ как основа для оценки текущих и предстоящих изменений природной среды). Раздел содержит работы по изменениям климата, биоты, почвенного покрова и рельефа в позднем плейстоцене и голоцене, их связи со строением и динамикой современных ландшафтов, подходам к прогнозированию ландшафтно-климатических изменений на средне- и долгосрочную перспективу на базе палеогеографических аналогий. 3) Вопросы геоархеологии. Рассматривается природный фактор в развитии человеческого общества в плейстоцене и голоцене. Публикуются доклады, посвященные коэволюции природы и человеческого общества, этапам становления человечества в европейской части России и Сибири, а также в Юго-Восточной Азии, от раннего и среднего палеолита до средневековья; приводятся данные о механизмах адаптации человечества к изменениям природных условий, результаты изучения миграций древнего человека. 4) Геохронология и стратиграфия четвертичного периода – работы по применению методов датирования и расчленения разрезов рыхлых толщ в палеогеографических реконструкциях.

Сборник будет интересен специалистам в области четвертичной геологии и палеогеографии, палеоклиматологии, геоморфологии, археологии каменного века, а также студентам и аспирантам указанных специальностей.

Материалы публикуются с максимальным сохранением авторской редакции.

Редакционная коллегия:

д.г.н. А.В. Панин, д.г.н. О.К.Борисова, к.г.н. Е.А.Константинов, к.г.н. Е.И. Куренкова,  
к.г.н. С.Н. Тимирева, Ю.М. Кононов

Рецензенты:

чл.-корр. РАН, д.г.н. К.Н. Дьяконов, д.г.н. В.Н.Голосов

Утверждено к печати на заседании Ученого совета Института географии РАН \*\*\*.2021.

ISBN \*\*\*

© Институт географии РАН, 2021

На обложке рисунок А.А.Величко «Акации у моря». На рисунке изображен обрыв с лёссовыми отложениями на берегу Азовского моря, предположительно – разрез Чумбур-Коса.

- [6] Мамай И.И. О картах фаз и подфаз развития природных территориальных комплексов // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, География. 1985, № 4, с. 57-65.
- [7] Нестерова Л.А. Формирование и эволюция ландшафтов восточной части Ленинградской области // Автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.г.н. - СПб., 2004, - 18 с.
- [8] Низовцев В.А., Фурманова Ю.Г. Методика ландшафтного подхода в реконструкции коренной растительности ГИЗЛ «Горки Ленинские» // Сохранение и восстановление природно-культурных комплексов Подмосковья. М.: Улисс, 1995. - С.52-55.
- [9] Низовцев В.А. Палеорекострукция ландшафтных условий формирования сети поселений в бассейне Средней Дубны в голоцене. Геология и эволюционная география. СПб: «Эпиграф», 2005. - С.196-203
- [10] Низовцев В.А. Периодизация природной и антропогенной составляющей эволюции ландшафтов лесных областей Русской равнины (начальные этапы антропогенного ландшафтогенеза) // География: проблемы науки и образования. Мат. Ежегодной научно-практической конференции LXIV Герценовские чтения. СПб.: Астерион, 2011. – С.214-217.
- [11] Николаев В.А. Принцип историзма в современном ландшафтоведении // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 1986, № 2. - С. 10-16.
- [12] Новенко Е.Ю., Волкова Е.М., Мироненко И.В., Куприянов Д.А., Батанова А.К. Эволюция ландшафтов Юго-Восточной Мещеры в голоцене // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 2016, № 2. - С. 91-101.
- [13] Юренков Г.И. Введение в эволюционное ландшафтоведение. - СПб: Образование, 1997. – 283 с.

---

**ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ В СРЕДНЕМ И ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ: НОВЫЕ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО РАЗРЕЗУ КРУПНОБУГРИСТОГО ТОРФЯНИКА В РАЙОНЕ ИГАРКИ**  
Е.Ю. Новенко<sup>1,2</sup>, О.В. Руденко<sup>3</sup>, Н.Г. Мазей<sup>1</sup>, Д.А. Куприянов<sup>1</sup>, К.А. Бородин<sup>1</sup> Е.А. Макарова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, dmitriy Kupriyanov1994@yandex.ru, natashamazei@mail.ru

<sup>2</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия, lenanov@mail.ru

<sup>3</sup>Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, Россия, olrudenko2011@yandex.ru

**VEGETATION CHANGES IN YENISEI SIBERIA DURING THE MIDDLE AND LATE HOLOCENE: NEW PALAEOECOLOGICAL EVIDENCE FROM Palsa PEATLAND NEAR IGARKA**  
E.Yu. Novenko<sup>1,2</sup>, O.V. Rudenko<sup>3</sup>, N.G. Mazei<sup>1</sup>, D.A. Kupriyanov<sup>1</sup>, K.A. Borodina<sup>1</sup>, E.A. Makarova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Institute of Geography Russian Academy of Science, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia

Изменения природной среды в криолитозоне Сибири и ее возможная динамика в условиях меняющегося климата текущего столетия остаются одной из актуальных научных проблем, требующих детальных исследований. Палеоботанические данные, полученные в результате изучения озер и болот, наиболее часто используются для реконструкции изменений растительности и климата прошлых эпох и решения прогнозных задач.

Исследования изменений палеорастительности проведены в окрестностях города Игарка в Туруханском районе Красноярского края. Изучаемая территория находится на границе Западносибирской и Среднесибирской физико-географических стран, и поэтому лесные и болотные экосистемы этого региона очень чувствительны к климатическим изменениям и могут служить архивом для изучения динамики природной среды в голоцене. Первые палеоботанические данные для этой территории получены Н.Я. Кацем, Н.И. Пьявченко и Г.М. Левковской с соавторами. Обзор имеющихся данных о растительности, строении и развитии крупнобугристых торфяников в регионе представлен в монографии Ю.К. Васильчука с соавторами [2].

В качестве объекта для палеоэкологических исследований было выбрано крупнобугристое болото, названное нами болото «Большая Гравийка», расположенное в 8 км к северо-востоку от города Игарка в пределах пологохолмистой моренной равнины ермаковского оледенения. Болото представляет собой чередование крупных бугров типа пальза (миграционно-сегрегационных бугров пучения в торфяниках) и плоских широких ложбин, шириной 200-300 м. Климат изучаемой территории умеренный, резко континентальный. По данным наблюдений на метеостанции в городе Игарка, среднегодовая температура составляет  $-7.8^{\circ}\text{C}$ , осадков выпадет около 650 мм в год. Район исследований находится в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Растительный покров территории представлен берёзово-елово-лиственничными с участием сосны сибирской зеленомошными лесами. Преобладающие типы почв – криозёмы и торфяно-криозёмы.

Скважина (N  $67^{\circ}31'53,77''$ ; E  $86^{\circ}38'05,65''$ ) была заложена на вершине мерзлого торфяного бугра, высотой около 5 м. Отбор образцов торфа выполнен с помощью переносной буровой станции, оснащенной мотобуром колонкового способа бурения. Скважиной вскрыта торфяная залежь и подстилающие ее суглинки общей мощностью 860 см.

Для разреза торфяного бугра получено 18 радиоуглеродных AMS-датировок, анализ проведен в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН и Центре прикладных изотопных исследований Университета Джорджии (США). Для построения модели роста отложений торфяного бугра (рис. 1) применена программа *Wason* [6] с использованием калибровочной кривой *IntCal20*.

Обработка проб для анализа ботанического состава торфа и подстилающих отложений выполнена согласно методике, разработанной С.Н. Тюремовым [4]. Для определения степени гумификации торфа было выполнено определение его оптической плотности [7]. Образцы для спорово-пыльцевого анализа были подготовлены по стандартной методике [8]. При анализе помимо пыльцы и спор было проведено определение непыльцевых палиноморф и микрочастиц угля. За 100% принята сумма пыльцы древесных пород (AP) и травянистых растений (NAP). Интервал отбора образцов для обоих видов анализа составлял 4-5 см.

Согласно полученным данным, изучаемое болото начало формироваться около 6200 кал. л.н. (календарных лет назад), что соответствует концу термического максимума голоцена. Радиоуглеродные датировки образцов, отобранных с интервалом 50 см, за исключением нескольких инверсий, показывают равномерное увеличение возраста с глубиной. Однако, анализ модели роста отложений (рис. 1) показал, что формирование восьмиметровой толщи торфа (глубины 860-15 см) в течение 4 тысяч лет, очевидно, не отражает истинную скорость торфонакопления в болоте, а является следствием расширения торфа при пучении и формировании шлирового льда при сегрегационном льдообразовании [2]. При бурении торфяного бугра нами были отмечены прослои чистого льда толщиной до 5 см, а также отмечались включения кристаллов льда в торфе.

Рис. 1. Модель роста отложений разреза многолетнемерзлого бугра из болота Большая Гравийка

Радиоуглеродная датировка, показывающая возраст около 1850 кал. л.н., полученная на глубине 15 см, указывает на очень низкие скорости вертикального прироста торфа в течение последних 2 тысяч лет (0,075 мм год<sup>-1</sup>). Но, вероятнее всего, верхние горизонты торфа эродированы или выгорели. При полевом описании, на глубине 10-11 см были обнаружены скопления угольков и обугленных веточек, что свидетельствует о пожаре и выгорании части торфяной залежи.

Согласно результатам анализа макроскопических остатков растений в разрезе, в основании торфяной залежи вскрыт горизонт тяжелого суглинка, содержащий остатки древесины *Larix* sp., *Duschekia fruticosa*, что позволяет сделать заключение о начале формирования болота на месте влажного лиственничника. На ранних стадиях развития болота (6260-5360 кал. л.н.) накапливался хорошо разложившийся гипновый низинный торф, сложенный остатками мхов *Drepanocladus aduncus*, *Hamatocaulis vernicosus*, *Scorpidium scorpioides* с участием остатков *Menyanthes trifoliata* и осок. В интервале 5330-5060 кал. л.н. условия увлажнения в болотной экосистеме изменились, начал накапливаться низинный сфагновый торф средней и низкой степени разложения. Выше него залегает хорошо разложившийся травяно-гипновый торф (5060-4970 кал. л.н.), который снова сменяется низинным сфагновым торфом (4970-4465 кал. л.н.). В течение интервала 4970-2250 кал. л.н. накапливались осоково-гипновый, гипновый и осоково-сфагновый сильно разложившиеся торфа.

Постепенное накопление торфа и увеличение его мощности привело к смене минерального питания болота и переходу болотной геосистемы из эвтрофной в мезотрофную стадию. Начало этого этапа маркируется появлением остатков *Eriophorum vaginatum* и *Scheuchzeria palustris* на глубине 31-16 см (2250-1700 кал. л.н.). Резкое увеличение гумификации торфа указывает на понижение поверхностной влажности болота, соответствующее ранней субаэральной фазе развития бугра пучения. Таким образом, в изученном болоте возраст бугра, т.е. момент перехода бугра из субаквальной стадии в субаэральную определен около 2250 кал. л.н. Развитие торфяного бугра в течение субаэральной фазы проходило по пути иссушения его поверхности и формированию растительных сообществ из видов, способных переносить сухие условия. Верхнюю часть торфяной залежи образует рыжевато-охристый рыхлый горизонт, пронизанный корнями растительности и погребенными стволиками кустарничков. Среди остатков отмечены: *Cladonia*, *Cetraria*, *Polytrichum strictum*, *Betula nana*, *Ledum palustris* (преобладает). В верхних 6 см разреза доминируют остатки лишайников.

Согласно палинологическим данным, в интервале 6200-5700 кал. л.н. (пыльцевые зоны 1-3, рис. 2) на изучаемой территории были распространены среднетаежные леса из лиственницы, ели и пихты. Северная граница ареала пихты (*Abies sibirica*) проходит примерно в 200 км к югу от района исследований [1], что свидетельствует о более теплых климатических условиях. Наиболее близкие к району исследования палеоклиматические реконструкции, выполненные по палинологическим данным озера Лама на северо-западе плато Путорана [5], показывают, что температуры достигали максимальных значений за весь голоцен в период между 7200 и 5200 кал. л.н.

В изученном нами разрезе на спорово-пыльцевой диаграмме выделена фаза резкого снижения обилия пыльцы древесных растений и увеличения обилия пыльцы карликовой березки, продолжительностью около 200 лет (зона 2). Очевидно, изменения растительности обусловлены не климатическими причинами, а являются отражением послепожарной сукцессионной динамики растительного покрова. Это также подтверждается пиками микрочастиц угля, на два порядка превышающими их среднее содержание в разрезе, а также находками мелких угольков при анализе макроостатков растений на тех же глубинах.

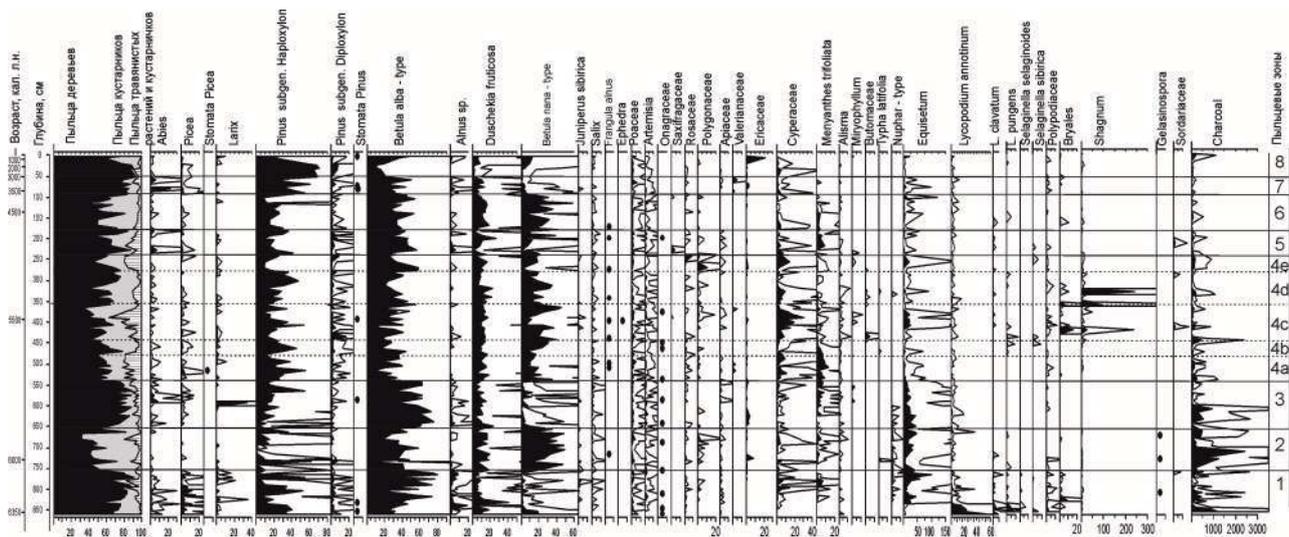


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма торфяной залежи болота Большая Гравийка

В период между 5200 и 4700 кал. л.н. (зона 4, рис. 2) в районе исследований произрастали редкостойные северотаежные леса. В спорово-пыльцевых спектрах количество пыльцы ели, пихты и лиственницы постепенно снижается, увеличивается доля березы, как древесной, так и кустарниковой, и сосны (*Pinus subgen. Haploxyylon* и *P. subgen. Diploxyylon*). Сосна сибирская (*Pinus sibirica*) в настоящее время растет в районе исследований в виде примеси в елово-лиственничных лесах. Сосна обыкновенная на изучаемой территории не встречается. Следует отметить, что на севере Сибири доля пыльцы обоих видов сосен приобретает максимальные значения в растительных сообществах с очень низкой сомкнутостью крон или вообще лишенных древостоя, где выше доля заносной пыльцы в целом. Ботанический анализ торфа в изученном разрезе показал резкую смену видов торфа и условий увлажнения болотной экосистемы около 5330 кал. л.н. Мы предполагаем, что низкая гумификация сфагнового торфа, накопившегося в интервале 5300-4900 кал. л.н., связана не только с большей устойчивостью сфагнов к разложению по сравнению с зелеными мхами, но и с началом промерзания болота, что приводило к подавлению процессов разложения. Согласно палеоклиматическим реконструкциям по палинологическим данным озера Лама [5], начиная с 5200 кал. л.н., в регионе началось постепенное похолодание климата, а на северо-западе плато Путорана выявлено расширение территорий, занятых тундровыми сообществами.

В течение временного интервала между 4700 и 3000 кал. л.н. выявлено 2 фазы увеличения доли древесной растительности, в том числе пихты и ели (интервалы 4700-4300 и 3500-300 кал. л.н., пыльцевые зоны 5 и 7), разделенные периодом (4300-3500 кал. л.н., пыльцевая зона 6), характеризующимся увеличением доли пыльцы березы, сосны и кустарников (*Duschekia fruticosa*, *Betula nana*). Очевидно, что изменения состава спорово-пыльцевых спектров в рассматриваемом периоде вызваны перестройкой растительного покрова и, возможно, отражают изменения положения границы среднетаежных и северотаежных лесных формаций, обусловленные климатическими причинами. Полученные закономерности согласуются с общим трендом климатических изменений в Арктике в этот временной интервал [3].

Условия торфонакопления в течение последних 3000 лет в мерзлом бугре пучения не позволяют получить палинологические данные с той же детальностью, как для предыдущих этапов его формирования. Согласно проведенному анализу, после 3000 кал. л.н. растительный покров становится близким современному. В спорово-пыльцевых спектрах выявлено существенное сокращение доли пыльцы ели и лиственницы и почти полное исчезновение пыльцы пихты на фоне роста содержания пыльцы сосны, а также карликовой березки и эрикоидных кустарничков, макроостатки которых доминируют в ботаническом составе торфа.

Около 2250 кал. л.н. в рассматриваемой болотной экосистеме произошло поднятие бугра пучения и формирование современного мезорельефа. Образование изученного бугра происходило на фоне общего похолодания климата в Арктике [3]. Снижение теплообеспеченности около 2500 кал. л.н., отчетливо прослежено по изменениям палеотемператур, полученным с помощью анализа сообществ хирономид из озер на западе плато Путорана [9] и по материалам изучения озерных отложений Таймыра [3].

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Проведенное исследование показало, что зарождение и развитие многолетнемерзлого торфяного бугра, накопление торфа и смена растительных сообществ были обусловлены не только процессами саморазвития болотной экосистемы, но климатическими изменениями в течение голоцена.

2. Согласно палинологическим данным в период потепления климата среднего и позднего голоцена 6200-5700, 4700-4300 и 3500-3000 кал. л.н. на изучаемой территории были распространены среднетаежные леса из лиственницы, ели и пихты. Изреживание лесного полога, формирование редкостойных березово-елово-лиственничных лесов соотнесены нами с временными рубежами 5360 и 2250 кал. лет назад и сопоставлены с периодами похолодания в Российской Арктике и развитием криогенных процессов.

Исследования выполнены при поддержке проекта РНФ 20-17-00043.

Список литературы:

- [1] Ареалы деревьев и кустарников СССР, том 1. Л.: Наука. – 1977. – 164 с.
  - [2] Васильчук Ю.К., Васильчук А.К., Буданцева Н.А., Чижова Ю.Н. Выпуклые бугры пучения многолетнемерзлых торфяных массивов. М.: Изд-во Московского университета. – 2008. – 571 с.
  - [3] Палеоклимат полярных областей Земли в голоцене / Под ред. Большакина Д.Ю., Веркулича С.Р. СПб.: АНИИ. – 2019. – 204 с.
  - [4] Тюремнов С.Н. (ред.) Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. М.–Л., Госэнергоиздат, – 1959. – 90 с.
  - [5] Andreev A.A., Tarasov P.E., Klimanov V.A., Melles M., Lisitsyna O.M., Hubberten H.-W.. Vegetation and climate changes around the Lama Lake, Taymyr Peninsula, Russia during the Late Pleistocene and Holocene // *Quaternary International*. – Vol. 122. – P. 69–84.
  - [6] Blaauw M., Christen J.A. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process // *Bayesian Analysis*. – 2011. – Vol. 6(3). – P. 457-474.
  - [7] Chambers F.M., Beilman D.W., Yu Z. 2010. Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics // *Mires and Peat*. – 2010 – Vol.7. –P. 1–10.
  - [8] Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E. *Pollen Analysis*. Blackwell, Oxford. – 1991. – 216 p.
  - [9] Self A.E., Jones V.J., Brooks S.J. Late Holocene environmental change in arctic western Siberia // *The Holocene*. – 2015. – Vol. 25. – P. 150–165.
-