

## ГЕОЭКОЛОГИЯ / GEOECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.123>

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ДРЕВНЕГО ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ

Научная статья

Стрельцов М.А.<sup>1,\*</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-1838-3356;<sup>1</sup> Российский Государственный Педагогический Университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (michail1996[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье рассмотрены результаты работы направленной на оценку и выявление геоэкологических факторов, влияющих на жизнедеятельность древнего человека в период мезолит-энеолит на территории Северо-Запада Русской равнины. Главной целью данного исследования является определение геоэкологических факторов, которые повлияли на жизнедеятельность древнего человека на Северо-Западе Русской равнины. Выбранная территория обладает богатой историей, ее заселение началось почти сразу после последнего оледенения, что отображено в археологических исследованиях. Изучение геоэкологических факторов позволяет определить не только вид деятельности человека, но и природные первопричины появления человека на какой-либо территории. Использование геохимических индикаторов, такие как CIA,  $(K_2O + Na_2O)/Al_2O_3$ ,  $K_2O/Na_2O$ ,  $Fe/Ca(CaO)$  и др. позволяют реконструировать климатические изменения. Таким образом, становится возможным выявление геоэкологических факторов, влияющих на древние сообщества, такие как ландшафт и климат, которые являются важными элементами в понимании условий существования человека в прошлом, его адаптации к меняющимся условиям, развитие различных культур и миграции, что является важным для этого региона.

**Ключевые слова:** геоэкология, геохимическая индикация, ландшафтно-климатические факторы, радиоуглеродное датирование, голоцен.

## GEO-ECOLOGICAL FACTORS INFLUENCING THE LIFE ACTIVITY OF ANCIENT MAN IN THE NORTH-WEST OF THE RUSSIAN PLAIN

Research article

Streltsov M.A.<sup>1,\*</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-1838-3356;<sup>1</sup> State Pedagogical University of Russia named after A.I. Herzen, Saint-Petersburg, Russian Federation

\* Corresponding author (michail1996[at]mail.ru)

**Abstract**

The article examines the results of the work aimed at assessing and identifying geo-ecological factors affecting the life activity of ancient man during the Mesolithic-Eneolithic period on the territory of the North-West Russian Plain. The main objective of this study is to determine the geo-environmental factors that influenced the life activity of ancient man in the North-West Russian Plain. The chosen territory has a rich history, its settlement began almost immediately after the last glaciation, which is reflected in archaeological research. The study of geo-ecological factors allows to determine not only the type of human activity, but also the natural root causes of human appearance on any territory. The use of geochemical indicators, such as CIA,  $(K_2O + Na_2O)/Al_2O_3$ ,  $K_2O/Na_2O$ ,  $Fe/Ca(CaO)$ , etc. makes it possible to reconstruct climatic changes. Thus, it becomes possible to identify geo-environmental factors affecting ancient communities, such as landscape and climate, which are important elements in understanding the conditions of human existence in the past, their adaptation to changing conditions, the development of different cultures and migration, which is important for this region.

**Keywords:** geocology, geochemical indication, landscape and climatic factors, radiocarbon date, Holocene.

**Введение**

Главной целью данного исследования является определение геоэкологических факторов, которые повлияли на жизнедеятельность древнего человека на Северо-Западе Русской равнины. Геоэкологические факторы жизнедеятельности человека, такие как рельеф и климат являются важными факторами в понимании условий существования человека в прошлом, его адаптации к меняющимся условиям, развития различных культур и миграций древних сообществ. Реконструкция палеоклиматических условий с помощью метода геохимической индикации совместно с использованием радиоуглеродного датирования, методов археологии, спорово-пыльцевого и диатомового анализов, позволят точнее определить культурно-хозяйственную деятельность древнего человека и климатические события прошлого. В этой связи регион Северо-Запада Русской равнины, расположенный на границе Восточно-Европейской равнины и Фенноскандии, является интересным для понимания процессов адаптации древнего населения к разным локальным ландшафтным особенностям в контексте геоэкологии.

**Палеогеография региона исследования**

Послеледниковая история развития Балтийского моря, Ладожского озера, Карельского перешейка и Нарвско-Лужского междуречья к настоящему времени реконструирована для некоторых регионов довольно детально [14], [21], [26], [27].

После отступления ледника, 10200-9600 лет до н.э., акватория Ладожского озера входила в состав Балтийского ледникового озера, уровень которого мог достигать отметок 60-80 м над современным уровнем моря [23], [25]. Для этого периода характерна постепенная смена растительных сообществ от тундростепных травяно-кустарничковых сообществ к первым березнякам. Происходит постепенная смена холодного и сухого арктического климата позднего дриаса на более теплый и влажный климат пребореала [24].

По данным Субетто [23], [24], Моница [19], Sandgren [44], прорыв вод Балтийского ледникового озера у г. Биллинген около 9500 лет до н.э. привел к его спуску до уровня мирового океана, на тот момент ниже современного уровня моря. Ладожское озеро отделяется от Иольдиевого моря. Сток из Ладоги совершался по Хейнийокскому проливу в северной части Карельского перешейка. В промежутке 9000-8600 лет до н.э. из-за гляциоизостатического поднятия от мирового океана отделяется Иольдиевое море, наступает стадия пресноводного Анцилового озера. В этот период пребореала происходит таяние мертвого льда и вечной мерзлоты, постепенное потепление и возрастание влажности; по данным спорово-пыльцевого анализа, формируются бореальные леса представленные березой, сосной, лещиной, кустарниками и травами. В ходе трансгрессии, Анцилово озеро объединяется с Ладожским озером. Максимальный уровень Анцилового озера датируется между 8500 и 8300 лет до н.э., в этот период фиксируется заселение человеком Приладожья. Повышения уровня озера приводит к тому, что водоем находит сток через образовавшиеся Датские проливы. В процессе регрессии Анцилового озера, происходит отделение Ладожского озера, пересыхает Хейнийокский пролив, и обособляются многие озера Карельского перешейка [25]. Смена климатических условий в бореальный период характеризуется теплыми и влажными условиями, распространяются бореальные леса, увеличивается количество ольхи, орешника и вяза [19], [23], [44].

Уровень Анцилового озера постепенно выравнивается с уровнем мирового океана, и около 7000 лет до н.э. наступает стадия Литоринового моря, продолжавшаяся до 3100 лет до н.э. На территории Карельского перешейка и Нарвско-Лужского междуречья максимум Литориновой трансгрессии фиксируется, по разным оценкам, в промежутке от 5500 до 4800 лет до н.э., после чего уровень моря постепенно понижался. При понижении уровня Литоринового моря после максимума трансгрессии на территории Нарвско-Лужского междуречья формируются палеокосы, такие как Кудрукюльская, Куровицкая, Рийгикюльская, Галикская. Впоследствии эти участки активно заселялись древними сообществами. Данный период является самым теплым и влажным периодом голоцена – Атлантическим. В это время получают максимальное распространение широколиственные леса [3], [19], [42].

Продолжавшееся гляциоизостатическое поднятие вызвало перекоп ванн крупнейших водоемов региона. Около 3700 лет до н.э. произошел прорыв в южном направлении вод озера Сайма, прежде стекавших непосредственно в море; теперь сток был направлен в Ладожское озеро через образовавшуюся реку Вуокса. Повышение порога стока Хейнийокского пролива и увеличение водосбора Ладоги после образования реки Вуоксы вызвали трансгрессию, получившую название Ладожской, и соотносится с интервалом 5000-3000 лет назад [25]. Перекоп ванны Ладожского озера стал также причиной перелива воды из глубоководной северной в мелководную южную часть и затопления значительных территорий в Южном Приладожье. Ладожская трансгрессия достигла своего максимума около 1350-1200 лет до н.э., воды Ладоги затопили всю долину реки Мги и подошли к узкому перешейку, разделявшему реки Мгу и Тосну. Воды озера, поднявшись выше водораздела, прорвались из Ладоги в сторону моря, образовав реку Неву [26], [27]. Происходит смена климата на более сухой и прохладный – суббореальный период. Широколиственные леса сменяются на хвойные (ель, сосна), также распространена ольха [3], [19], [43].

### **Материалы и методы исследования**

Для реконструкции ландшафтно-климатических условий и их влияния на жизнедеятельность древнего человека были выбраны памятники периода мезолита, неолита и энеолита расположенные в двух районах Ленинградской области.

Нарвско-Лужское междуречье Ленинградской области, к нему относятся археологические памятники «Галик 2(3)», «Галик 4» и «Россонь 9», которые были обнаружены в 2006 и 2012 годах соответственно. Систематические археологические работы начались на данной территории в 50-х–60-х годах 20 века Н.Н. Гуриной. Начиная с 2003 года памятники Нарвско-Лужского междуречья исследуются Прибалтийское-Ладожской экспедицией Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН под руководством Д.В. Герасимова [4], [5], [6], [7].

Археологические неолитические памятники Нарвско-Лужского междуречья «Россонь» и «Галик» расположены в Кингисеппском районе Ленинградской области, культурные слои приурочены к четвертичным эоловым, болотным, а также отложениям Анцилового озера и Литоринового моря, залегающих на вендских отложениях Воронковской свиты, представленными разноцветными глинами, алевролитами и песчаниками [42], [50].

Часть Нарвско-Лужского междуречья располагается на территории Кудрукюльской палеокосы, которая протянулась практически меридионально вдоль Нарвского залива, Балтийского моря, на 25 километров. Основание палеокосы расположено на территории Эстонии, в 5 километрах от государственной границы с Россией, там, где Балтийско-Ладожский глинт примыкает к побережью Балтики. С восточной стороны палеокоса обрывается в долину реки Луга. В центральной части косы, на всем ее протяжении протянулась цепочка дюн высотой до 15 метров. На плоской вершине одной из таких дюн расположен памятник «Россонь 9» [4].

На данный момент, по результатам археологических исследований, на территории Нарвско-Лужского междуречья распространены материалы трех археологических неолитических культур керамики [6]:

1. Нарвской керамики (5200-3900 лет до н.э.) – преимущественно, обладает гребенчатой орнаментацией, как правило, очень плохо сохраняется, и представлена в археологических комплексах почти исключительно в виде мелкой крошки, для территории Северной Эстонии характерен орнамент в виде «шагающей гребенки», который не

встречается на Российской территории. Основные артефакты такой керамики были зафиксированы на Рийгикюльской Куземкинской и Галикской палеокосах (Извоз 2, Куземкино 1-6; Галик 3, 4, 6, 7, 10) [37];

2. Гребенчато-Ямочной керамики (4000-2000 лет до н.э.) еще и ямочно-гребенчатая – традиционно разделяют на две группы: типичная (с минеральной примесью) и поздняя (с органической примесью – перо, растительность, органика) [10], [13], [36]. Орнаментация керамики обоих типов имеет схожие черты – несложный геометрический орнамент в виде заштрихованных геометрических фигур, зигзагообразных линий. Орнаментация в целом разрежена – много свободного пространства. Внутренняя поверхность большинства фрагментов покрыта расчесами гребенчатым штампом или имеет следы заглаживания. Основные артефакты гребенчато-ямочной керамики были обнаружены на территории Рийгикюльской (Извоз 3в), Куземкинской (Куземкино 7), Куровицкой (Куровицы 2, 3, 6) и Кудрукюльской (Россонь 5, 7, 7б, 9, 9б) палеокосах;

3. Шнуровой керамики (2800-2000 лет до н.э.) – преимущественно имеет комбинированную примесь с минеральными и органическими компонентами. Орнамент, в виде отпечатки шнура, встречается только в верхней части сосудов под венчиком. Для шнуровой керамики Нарвско-Лужского междуречья характерно частичное заимствование технологии, форм и орнаментации гребенчато-ямочной керамической культуры. Наиболее полно данный тип керамики представлен на территории Кудрукюльской палеокосы (Россонь 1-3; 5-10; 12) [35], [36].

Момент существования археологических памятников неолитического периода «Галик» и «Россонь» относится к регрессивной стадии Литоринового моря после максимума трансгрессии 7300 лет назад [42]. Проведенные спорово-пыльцевые и радиоуглеродные исследования в этом регионе на археологическом памятнике «Россонь 9» [22] и озере Бабинское [44], позволяют отнести этот период к теплому и влажному атлантическому и переходному периоду раннего суббореала.

Карельский перешеек Ленинградской области, к нему относятся памятники «Синее 1» и «Проточное», расположенные в Приозерском районе, которые были обнаружены в ходе археологического обследования в 2004 г. Карельским археологическим отрядом МАЭ РАН под руководством Д.В. Герасимова [1]. Первые археологические исследования на данной территории начались в начале 20 века финскими археологами С. Пяльси и Ю. Айлио и закончились в 40х годах [32], [40]. Позже, исследования возобновились только к концу 80-х–началу 90-х годов В.И. Тимофеевым [30].

Культурные слои на памятниках приурочены к ледниковым супесям, валунным пескам и озерно-ледниковым пескам четвертичного периода, залегающих на раннепротерозойских отложениях Лахденпохского метаморфического комплекса гнейсов и сланцев биотитовых, двуполевошпатовых гнейсов и сланцев с кордиеритом, гранатом, силиманитом, а также интрузивных комплексов, представленных плагимикроклиновыми, плагиоклазовыми, гнейсо-гранитами, мигматит-гранитами, мигматитами, связанных с Элисенваарско-вуоксинском плутоническом монцогаббро-монцонит-сиенит-гранитовом комплексе отложений [12], [50].

Для территории Карельского перешейка выделяют четыре основные археологические керамические культуры:

1. Сперрингс (V – середина IV тыс. до н.э.) – ранненеолитическая керамическая культура, к которой относятся такие археологические памятники как Вещево 1, Куркиеки 35, Силино, Хепо-Ярви и др. Характерно изменение типа орнаментации от самого древнего, представленного оттисками рыбьих позвонков и подокруглыми ямками, к позднему орнаменту представленному отступающе-прочерченными линиями и подромбическими ямочными вдавлениями [9];

2. Гребенчато-ямочная керамика (Вторая половина IV – III тыс. до н.э.) – появление типичной гребенчато-ямочной керамики маркирует начало среднего неолита. Для Карельского перешейка характерно наибольшее число известных археологических памятников каменного века именно данной керамической традиции Силино, Токарево 1 и др. (Вторая половина IV – первая половина III тыс. до н.э.). Появление поздней гребенчато-ямочной керамической культуры обозначает переход к позднему неолиту. Для Карельского перешейка характерно меньшее количество памятников с данным типом археологической традицией Гвардейское 1, Озерное 3, Ермилово 1 и др. (Середина III тыс. до н.э) [2], [41];

3. Асбестовая керамика (IV тыс. до до н.э. – I тыс. н.э.) – для Карелии характерна значительная вариация орнаментации со сложными геометрическими мотивами [31] Для Карельского перешейка характерно наличие асбестовой керамики типа Пелья и Киерикки, которая распространена также на территории Финляндии. Керамика типа Киерикки (середина IV тыс. до н.э.) имеет прямой венчик, орнаментация содержит глубокие конические ямки, существовала вместе с гребенчато-ямочной керамической традицией [39], [41]. Керамика типа Пелья (III тыс. до н.э.) имеет Г-образно загнутый внутрь венчик и поверхностная орнаментация гребенчатым штампом [46], появляется на территории Карельского перешейка вместе с традицией шнуровой керамики [31];

4. Шнуровая керамика – для Карельского перешейка характерна схожесть технологии изготовления такой керамики с Эстонской, а именно – добавление органической примеси к минеральной [31].

Момент существования нижнего мезолитического культурного слоя археологического памятника «Проточное (Rurup 2.1)» относится к регрессивному этапу Анцилового озера после 8400 лет до н.э. [3]. Проведенные спорово-пыльцевые и радиоуглеродные исследования позволяют отнести этот период к теплому и влажному бореалу (наиболее ранняя дата 8000-7650 лет до н.э. (8770 ± 85, Hela-1182)) [38].

Момент существования верхнего культурного слоя периода позднего неолита – раннего металла археологического памятника Проточное (Rurup 2.1) и археологических памятников «Проточное (Rurup 4.1)», «Синее 1» относится к началу Ладожской трансгрессии 3000 лет до н.э. [25]. Проведенные спорово-пыльцевые и радиоуглеродные исследования в этом регионе на археологическом памятнике «Озерное 3» [20] и торфянике Хайринмяки [11], позволяют отнести этот период к теплому, но более сухому переходному периоду раннего суббореала.

На памятниках из стенок раскопов были отобраны колонки образцов отложений для изучения методом геохимической индикации антропогенной активности и ландшафтно-палеоклиматических изменений, а также

создания хронологических схем формирования культурных отложений, методом радиоуглеродного датирования. Отбор проб осуществлялся каждые 5-10 см, всего было проанализировано 114 образцов.

Пробоподготовка проводилась в лабораторных условиях. Почвенные образцы были высушены до воздушно-сухого состояния в муфельной печи при  $t^{\circ}=105^{\circ}\text{C}$ . 15-25 г. образца измельчалось до состояния пудры (размер частиц  $<0,01$  мм.) и был запрессован в таблетку на подложке из бороной кислоты.

Рентгено-флуоресцентный анализ образцов производился на базе Геохимической лаборатории им. Ферсмана РГПУ им. Герцена. Анализ осуществлялся на приборе «Спектроскан Макс – GV».

На основании данных рентгено-флуоресцентного анализа были рассчитаны геохимические индикаторы климатических изменений, а также показатель антропогенной активности в отложениях. Обработка и визуализация полученных результатов производилась с помощью компьютерных программ «Strater», «MS Excel».

Для оценки ландшафтно-климатических условий был использован метод, геохимической индикации, включающий в себя следующие индикаторы [16], [18]:

– Индекс химического выветривания (CIA) – чувствителен к климатическим факторам, характеризует степень преобразования алюмосиликатных минералов, содержащихся в отложениях, в процессе выветривания при увеличении температуры и влажности.  $\text{CIA} = \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ . Индекс был предложен Nesson, Young [49]. Минералогический и химический состав отложений будет отражать интенсивность выветривания, поскольку при интенсивном выветривании в больших количествах образуются высокоглиноземистые минералы, такие как каолинит и бейделит, и такие отложения будут иметь соответственно высокие значения CIA. Исследование профилей, в которых химическое выветривание минимально, например, образовавшихся в ледниковых условиях, может привести к образованию мелкозернистых обломочных отложений, содержащих меньше глинистых минералов (монтмориллонит и иллит) и высокую долю неизмененного измельченного полевого шпата [48];

– Наиболее точными геохимическими показателями отражающие изменения температурных условий являются соотношения  $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}$ . Эти соотношения отражают степень разрушения плагиоклаза, который более чувствителен к процессу выветривания, чем калиевый полевой шпат [17], [33];

– Отношение  $\text{Fe} / \text{Ca}(\text{CaO})$  – наиболее отчетливый показатель влажности климата: характеризует накопление гидроокислов железа в более влажных климатических условиях по отношению к карбонату кальция, преобладание которого характерно для сухих условий [17], [18];

–  $\text{P}_2\text{O}_5(\text{антропоген})$  – показатель, использующийся для характеристики антропогенной нагрузки на территории -  $\text{P}_2\text{O}_5(\text{антропоген}) = \text{P}_2\text{O}_5 / (\text{P}_2\text{O}_5 + \text{Na}_2\text{O})$ . Фосфор является неактивным химическим элементом и малоподвижен в почве. Соединения фосфора нерастворимы и устойчивы к окислению, восстановлению и выщелачиванию [34]. Фосфор входит в состав многих органических соединений. Он присутствует в продуктах, которые используются в хозяйстве, а концентрация фосфора в почве увеличивается в результате жизнедеятельности человека [18], [45], [47].

### Основные результаты

В шурфе памятника «Синея 1 (Heikka 1)» было выявлено 4 литологических слоя и отобрано 8 образцов (рис. 1):

1. 45-40 см (образец 1) – песок мелкозернистый, желтый. В данном слое антропогенная активность  $\text{P}_2\text{O}_5(\text{антропоген})$  не выражена. Климатические условия характеризуются как умеренно влажные и теплые ( $\text{CIA}=0,59$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CaO}=1,7$ ;  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=0,59$ ;  $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{Al}=0,56$ );

2. 40-25 см (образцы 2-4) – песок среднезернистый, желтый белесый. По климатическим условиям можно выделить 2 фазы;

2.1. 40-30 см (образцы 2-3) – наблюдается изменения показателей относительной влажности и температурных изменений климата ( $\text{CIA}=0,59-0,60$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CaO}=1,80-1,87$ ;  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=0,52-0,62$ ;  $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{Al}=0,55-0,60$ ), что может говорить об увеличении влажности и более теплом климате. По геохимическому показателю  $\text{P}_2\text{O}_5(\text{антропоген})$  проявляются первые признаки антропогенной активности;

2.2. 30-25 см (образец 4) – фаза характеризуется незначительным похолоданием и уменьшением относительной влажности, что характеризуется изменением геохимических индикаторов ( $\text{CIA}=0,56$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CaO}=1,57$ ;  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=0,46$ ;  $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{Al}=0,68$ );

3. 25-15 см (образцы 5-6) – песок среднезернистый, темно-красный белесый. В интервале 25-20 см наблюдается увеличение геохимического показателя антропогенной нагрузки  $\text{P}_2\text{O}_5(\text{антропоген})$ , что совпадает с уровнем культурного слоя на памятнике. Показатели относительной влажности и температурных изменений климата отображают увеличение температуры и влажности климата, что коррелирует с увеличением антропогенной активности ( $\text{CIA}=0,63$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CaO}=1,89$ ;  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=0,55$ ;  $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{Al}=0,49$ ). Снижение показателя антропогенной активности в интервале 20-15 коррелирует с изменениями геохимических показателей климатических условий, которые указывают на понижение температуры и небольшое снижение относительной влажности климата ( $\text{CIA}=0,57$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CaO}=1,76$ ;  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=0,50$ ;  $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{Al}=0,65$ );

4. 15-5 см (образцы 7 и 8) – Песок мелкозернистый с вкраплениями мелкого гравия, бурый. Антропогенная нагрузка  $\text{P}_2\text{O}_5(\text{антропоген})$  на территории увеличивается, климатические условия можно охарактеризовать как умеренно теплые ( $\text{CIA}=0,59$ ;  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=0,50-0,58$ ;  $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{Al}=0,57-0,58$ ) с повышенной влажностью, так как показатели относительной влажности фиксируют значительное увеличение ( $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CaO}=1,52-2,09$ ).

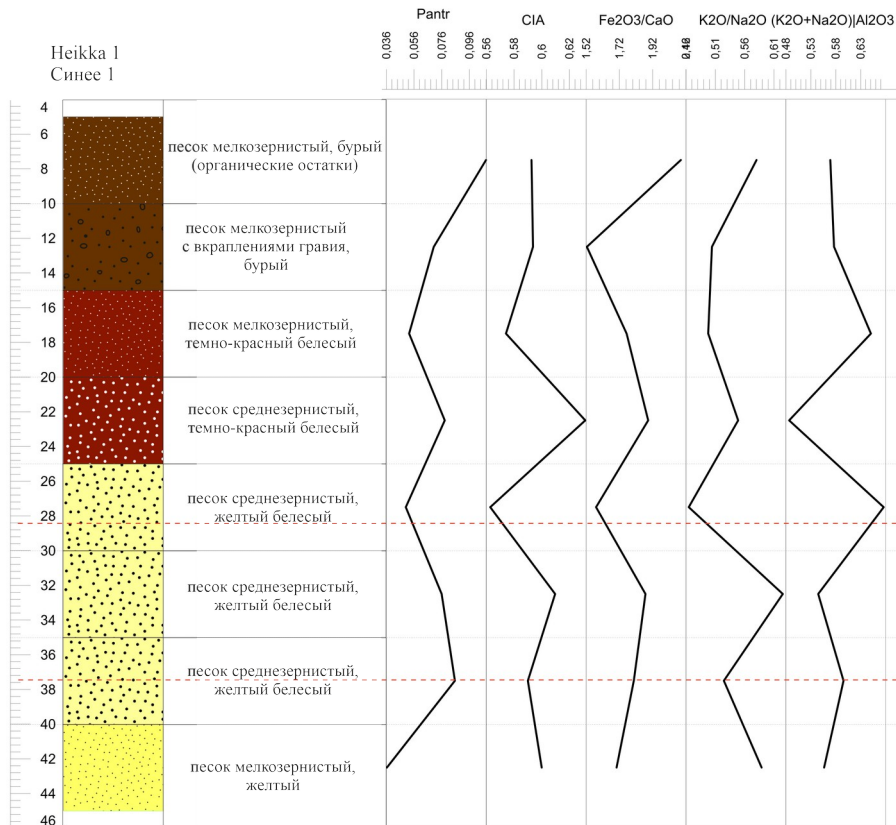


Рисунок 1 - Графики изменения показателей геохимических индикаторов ландшафтно-климатических условий и антропогенной активности для археологического памятника «Синее 1 (Heikka 1)»  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.123.1>

В шурфе памятника «Проточное (Rupun 2.1)» было выявлено 6 литологических слоев и отобрано 11 образцов (рис. 2):

1. 75-60 см (образцы 1-3) – песок среднезернистый, желтый белесый. В данном слое антропогенная активность  $P_2O_{5антр}$  не выражена. Климатические условия характеризуются как умеренно влажные и теплые ( $CIA=0,52-0,54$ ;  $Fe_2O_3/CaO=1,51-1,78$ ;  $K_2O/Na_2O=0,37-0,50$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,74-0,80$ );
2. 60-55 см (образец 4) – песок мелкозернистый с вкраплением мелкого гравия, желтый. Наблюдается небольшое увеличение антропогенной активности ( $P_2O_{5антр}=0,20$ ). Климатические изменения можно охарактеризовать умеренно теплым, резких изменений температурных условий не наблюдается ( $CIA=0,55$ ;  $K_2O/Na_2O=0,47$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,68$ ), однако отмечается увеличение относительной влажности климата ( $Fe_2O_3/CaO=3,46$ );
3. 55-50 см (образец 5) – песок среднезернистый, желтый. Наблюдается увеличение показателя антропогенной нагрузки ( $P_2O_{5антр}=0,44$ ). Показатели относительной влажности и температурных изменений климата отображают увеличение температуры и снижение влажности, что позволяет охарактеризовать климатические условия как теплые и сухие ( $CIA=0,59$ ;  $Fe_2O_3/CaO=1,92$ ;  $K_2O/Na_2O=0,65$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,50$ );
4. 50-45 см (образец 6) – песок мелкозернистый, желтый. Антропогенная нагрузка на территории снижается ( $P_2O_{5антр}=0,36$ ), климатические условия становятся более прохладными ( $CIA=0,54$ ;  $K_2O/Na_2O=0,41$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,68$ ), наблюдается небольшое увеличение относительной влажности ( $Fe_2O_3/CaO=2,03$ );
5. 45-40 см (образец 7) – песок мелкозернистый, красный белесый. Антропогенная активность продолжает снижаться ( $P_2O_{5антр}=0,27$ ). Показатели изменения температурных условий указывают на похолодание ( $CIA=0,53$ ;  $K_2O/Na_2O=0,40$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,74$ ), наблюдается небольшое уменьшение относительной влажности ( $Fe_2O_3/CaO=1,72$ );
6. 40-20 см (образцы 8-11) – песок мелкозернистый, красный. Наблюдается увеличение антропогенной активности ( $P_2O_{5антр}=0,30-0,45$ ). По климатическим условиям можно выделить несколько фаз:
  - 6.1. 40-35 см (образец 8) – фаза потепления и уменьшения влажности климата, которая коррелирует с увеличением антропогенной активности ( $CIA=0,58$ ;  $K_2O/Na_2O=0,60$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,58$ ;  $Fe_2O_3/CaO=1,30$ );
  - 6.2. 35-25 см (образцы 9-10) – фаза похолодания и увеличения влажности климата ( $CIA=0,54-0,55$ ;  $K_2O/Na_2O=0,42-0,43$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,63-0,70$ ;  $Fe_2O_3/CaO=1,31-1,67$ );
  - 6.3. 25-20 см (образец 11) – фаза потепления и увеличения влажности климата, коррелирует с уменьшением антропогенной активности ( $CIA=0,58$ ;  $K_2O/Na_2O=0,54$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,59$ ;  $Fe_2O_3/CaO=1,91$ ).

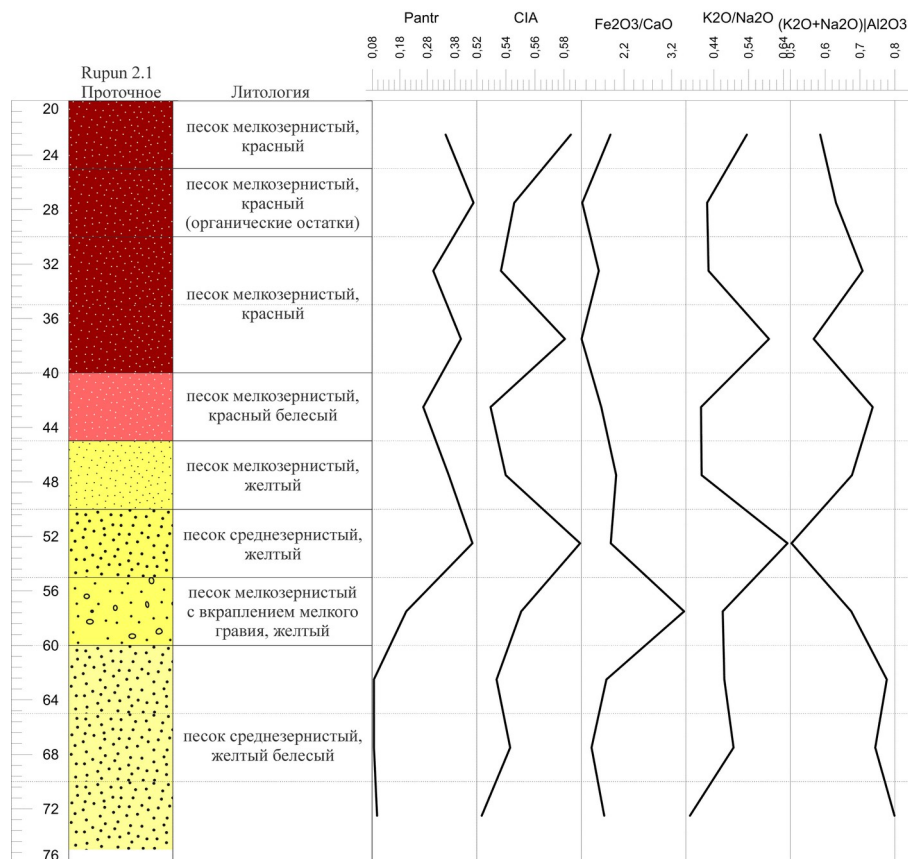


Рисунок 2 - Графики изменения показателей геохимических индикаторов ландшафтно-климатических условий и антропогенной активности для археологического памятника «Проточное (Rupun 2.1)»

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.123.2>

В шурфе памятника «Проточное (Rupun 4.1)» было выявлено 3 литологических слоя и отобрано 6 образцов (рис. 3):

1. 55-40 см (образцы 1-3) – песок крупнозернистый с включением мелкого гравия, желтый. В данном слое антропогенная активность не выражена ( $P_2O_{5антр}=0,071-0,110$ ). По климатическим условиям можно выделить несколько фаз:

1.1. 55-50 см (образец 1) – фаза прохладных и влажных климатических условий ( $CIA=0,54$ ;  $K_2O/Na_2O=0,47$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,72$ ;  $Fe_2O_3/CaO=1,97$ );

1.2. 50-45 см (образец 2) – фаза теплых и сухих климатических условий ( $CIA=0,56$ ;  $K_2O/Na_2O=0,62$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,68$ ;  $Fe_2O_3/CaO=1,31$ );

1.3. 45-50 см (образец 3) – фаза прохладных и сухих климатических условий ( $CIA=0,54$ ;  $K_2O/Na_2O=0,48$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,74$ ;  $Fe_2O_3/CaO=1,45$ );

2. 40-30 см (образцы 4-5) – песок среднезернистый с включениями мелкого гравия, желтый. Наблюдается увеличение антропогенной активности ( $P_2O_{5антр}=0,16-0,22$ ). Отмечаются изменения климатических условий в сторону увеличения температуры и уменьшения относительной влажности, что коррелирует с увеличением антропогенной активности ( $CIA=0,56-0,58$ ;  $K_2O/Na_2O=0,56-0,57$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,60-0,68$ ;  $Fe_2O_3/CaO=1,08-1,18$ );

3. 30-25 см (образец 6) – песок среднезернистый с включениями мелкого гравия, бурый. Наблюдается уменьшение показателя антропогенной нагрузки ( $P_2O_{5антр}=0,17$ ). Показатели относительной влажности и температурных изменений климата отображают продолжение увеличения температуры и увеличение влажности, что позволяет охарактеризовать климатические условия как теплые и влажные ( $CIA=0,59$ ;  $Fe_2O_3/CaO=1,52$ ;  $K_2O/Na_2O=0,53$ ;  $(K_2O+Na_2O)/Al=0,60$ ).

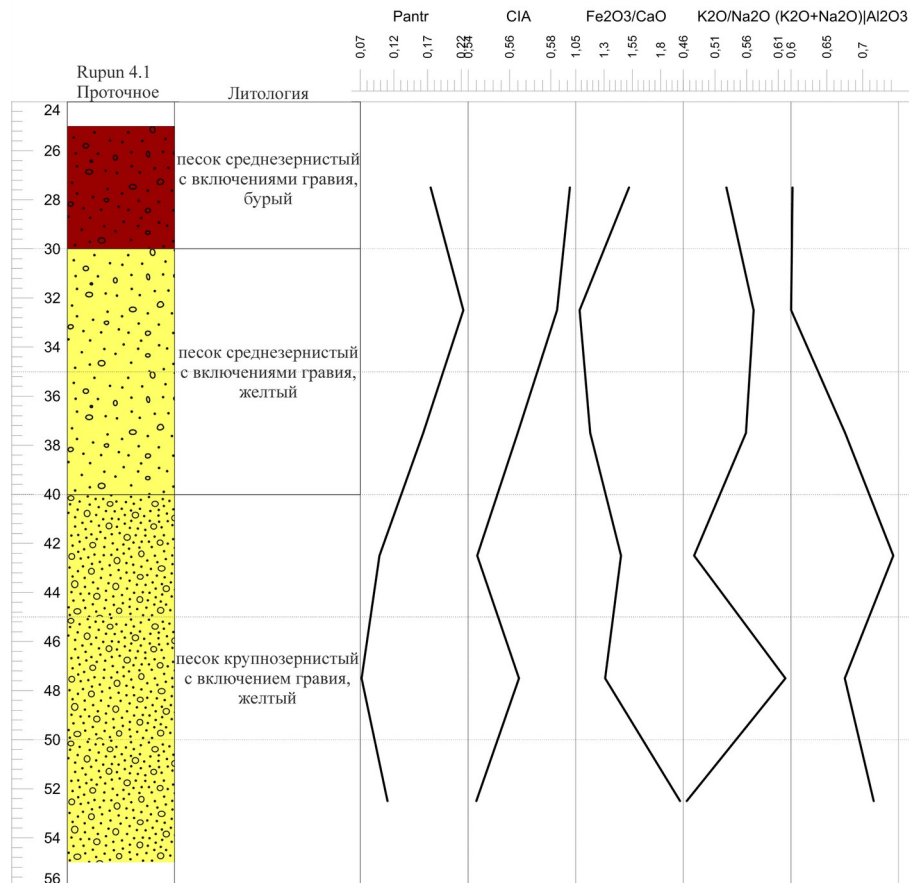


Рисунок 3 - Графики изменения показателей геохимических индикаторов ландшафтно-климатических условий и антропогенной активности для археологического памятника «Протоchnое (Rupun 4.1)»  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.123.3>

В шурфе со стоянки «Галик 2 (3)» было выделено 5 литологических слоев и отобран 31 образец (рис. 4). Радиоуглеродная дата, полученная из культурного слоя в раскопе «Галик 2 (3)», соответствует 4370-4080 лет до н.э.

1. 110-71 см. (образцы 1-8) – Желтый песок крупнозернистый. В этом слое показатели относительной влажности климата принимают самые высокие значения относительно всей колонки (CIA=0,47-0,54,  $Fe_2O_3/CaO=1,26-1,89$ ). На глубине 71-80 см можно выделить наиболее высокие показатели относительной влажности CIA=0,54 и  $Fe_2O_3/CaO=1,89$ , а также  $K_2O/Na_2O=1,23$ , что говорит о тёплом и влажном климате. Выше 71 см заметно похолодание, выражающееся в уменьшении показателей климатических индикаторов. Антропогенная активность не выражена;

2. 55-71 см (образцы 11-9) – Желтый светлый песок (белесый) крупнозернистый. В этом слое появляются признаки первой антропогенной активности. На глубине 55-60 см  $P_2O_{5антр}=0,4$ , CIA=0,50-0,51,  $Fe_2O_3/CaO=0,59-1,41$ . На данном участке возрастает  $K_2O/Na_2O$  и при этом понижается показатель относительной влажности  $Fe_2O_3/CaO$ , что может говорить об увеличении температуры и уменьшении влажности климата в этот период времени;

3. 15-55 см (образцы 27-12) – Желтый темный песок среднезернистый. Это самый продолжительный слой, здесь наиболее ярко выражена антропогенная активность, археологические находки позволили выделить здесь культурный слой в 20 см. В культурном слое были выявлены находки артефактов, куски керамики, древесных углей и кальцинированных костей. Можно выделить 4 периода: 45-50 см –  $P_2O_{5антр}$  понижается, относительно значений в нижнем 4 слое. Выше этого  $P_2O_{5антр}$  снова возрастает и на глубине 43-45 см достигает 0,60. Здесь же увеличивается индикатор изменения температурных условий  $K_2O/Na_2O=1,0$ , а показатели относительной влажности низкие (CIA=0,44,  $Fe_2O_3/CaO=0,37$ ). Климат можно описать как тёплый и сухой. Выше антропогенная нагрузка идёт на спад, и вновь возрастает и держится относительно ровно на глубине 21-37 см. Показатели относительной влажности довольно низкие;

4. 8-15 см (образцы 29 и 28) – серый песок мелкозернистый (подзол). Показатель антропогенной нагрузки стремится к нулю  $P_2O_{5антр}=0,01$ , показатели относительной влажности и температурных изменений климата в целом повышаются, что может говорить о наступающем влажном и теплом климате (CIA=0,48-0,50,  $Fe_2O_3/CaO=0,81$ ,  $K_2O/Na_2O=0,80-1,01$ );

5. 0-8 см (Образцы 30 и 31) – Дерн. Антропогенная нагрузка на территории низкая  $P_2O_{5антр}=0,07-0,3$ , CIA=0,52,  $Fe_2O_3/CaO=0,78-0,98$ ,  $K_2O/Na_2O=0,98-1,27$ .

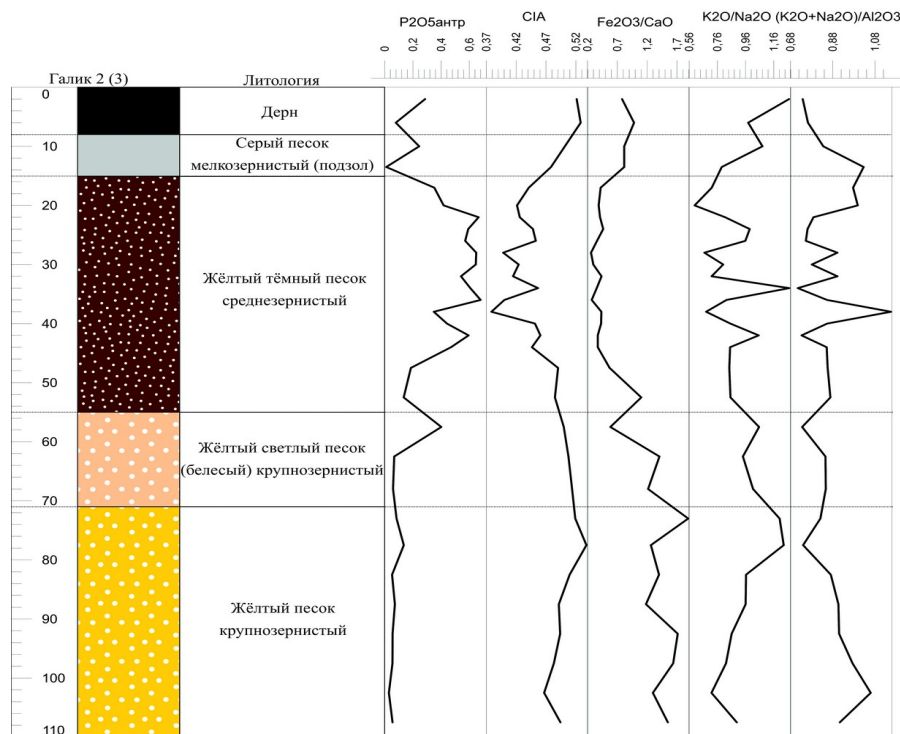


Рисунок 4 - Графики изменения показателей геохимических индикаторов ландшафтно-климатических условий и антропогенной активности для археологического памятника «Галик 2(3)»  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.123.4>

В шурфе на раскопе «Галик 4» было выделено 8 литологических слоёв и отобрано 29 образцов (рис. 5):

1. 101-83 см (образцы 1-3) – Желтый светлый песок среднезернистый.  $CIA=0,42-0,54\%$ ,  $Fe_2O/CaO=0,92-0,97$ ,  $K_2O/Na_2O=0,55-1,80$ . Антропогенная нагрузка не выражена;
2. 83-69 см (образцы 4-6) – Желтый темный песок крупнозернистый.  $CIA=0,48-0,53$ ,  $Fe_2O/CaO=1,40-2,48$ ,  $K_2O/Na_2O=0,71-0,79$ . Климат можно охарактеризовать как холодный и влажный. Антропогенная нагрузка по-прежнему отсутствует;
3. 69-46 см (образцы 7-10) – Желтый среднезернистый песок. В этом слое на глубине 56-61 см увеличивается антропогенная нагрузка на территорию, но все равно её показатель довольно низкий  $P_2O_5=0,12$ . Показатель относительной влажности климата понижается  $CIA=0,51-0,66$ , и при этом индикатор изменения температурных условий повышается  $K_2O/Na_2O=0,70-4,41$ . Выше по колонке, вплоть до 4 слоя, антропогенная нагрузка идёт на спад;
4. 38-46 см (образец 11-12) – Желтый темный песок крупнозернистый. Показатель антропогенной нагрузки территории близок к нулю  $P_2O_{5антр}=0,05-0,07$ . Показатели относительной влажности и климата понижаются, относительно к 6 слою  $CIA=0,57$ ,  $Fe_2O/CaO=1,77-2,16$ ,  $K_2O/Na_2O=1,21-1,74$ ;
5. 35-38 см (образец 13) – Желтый песок среднезернистый. В этом слое антропогенная нагрузка на территорию вновь возрастает,  $P_2O_{5антр}=0,15$ , также как и показатели относительной влажности и климата  $CIA=0,63$ ,  $Fe_2O/CaO=2,57$ ,  $K_2O/Na_2O=3,85$ . Здесь климат можно охарактеризовать как тёплый и влажный;
6. 35-7 см (образцы 26-14) – Желтый песок мелкозернистый.  $CIA=0,46-0,62$ ,  $Fe_2O/CaO=1,15-2,4$ ,  $K_2O/Na_2O=0,82-4,53$ . В этом слое можно выделить 2 пика  $P_2O_{5антр}$ , на глубине 25-29 см  $P_2O_5=0,09-0,12$ ;
7. 3-7 см (образцы 27-28) – Серый песок мелкозернистый. Далее, выше по колонке, этот индикатор антропогенной нагрузки территории идёт на спад и практически становится нулевым.  $CIA=0,51-0,52$ ,  $Fe_2O/CaO=1,80-1,82$ ,  $K_2O/Na_2O=0,22-0,91$ . Климат можно охарактеризовать как холодный и влажный;
8. 0-3 см (образец 29) – Дёрн.  $CIA=0,51\%$ ,  $Fe_2O/CaO=1,65$ ,  $K_2O/Na_2O=1,17$



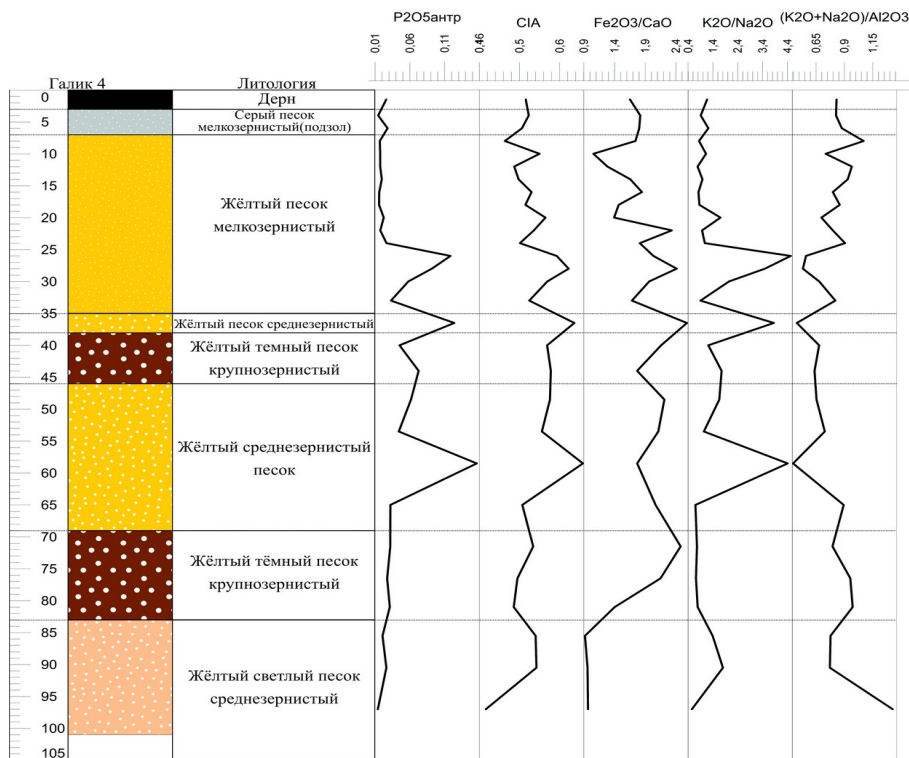


Рисунок 5 - Графики изменения показателей геохимических индикаторов ландшафтно-климатических условий и антропогенной активности для археологического памятника «Галик 4»

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.123.5>

В шурфе на раскопе №2 археологического памятника «Россошь-9» было выделено 8 литологических слоёв и отобрано 29 образцов (рис. 6):

1. 130-120 см (образцы № 1 и 2) – серый мелкозернистый песок (белесый). В отложениях преобладают следующие минералы: кварц (78-86,5%), плагиоклаз (5,4-12,0%), гранат (5,4-6,0%), циркон (2,7-4,0%), магнетит (в виде налета). CIA = 0,55; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO = 0,45-0,48. На протяжении всего слоя показатели относительной влажности (CIA, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO) низкие, что свидетельствует о достаточно сухих климатических условиях. В это время наблюдаются достаточно прохладные климатические условия (K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O = 1,7);

2. 120-118 см (образец № 3) – желтый мелкозернистый песок. В отложениях преобладают следующие минералы: кварц (81,6%), плагиоклаз (12,2%), гранат (2,0%), циркон (2,0%), магнетит (2,0%). CIA = 0,56; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO = 0,55. В этом слое показатели относительной влажности (CIA, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO) низкие, что свидетельствует о достаточно сухих климатических условиях, однако они несколько выше, чем в предыдущем слое; таким образом, можно сказать, что климат стал чуть более влажным. В это время наблюдаются достаточно прохладные климатические условия (K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O = 1,8);

3. 118-110 см (образцы № 4, 5, 6) – серый мелкозернистый песок (белесый). В отложениях преобладают следующие минералы: кварц (76,6-89,8%), гранат (0,0-12,8%), циркон (2,1-8,0%), плагиоклаз (4-6,4%), магнетит (0-2,1%). CIA = 0,53-0,56; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO = 0,41-0,70. В нижних прослоях (118-113 см) показатели относительной влажности (CIA, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO) низкие, что свидетельствует о достаточно сухих климатических условиях, однако в это время наблюдается увеличение показателя (K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O = 2,62), что говорит об увеличении температуры. На глубине 113-110 см происходит изменение условий осадконакопления. Уменьшаются значения модулей CIA (0,53) и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO (0,41), что свидетельствует об увеличении сухости климата. Климат становится более прохладным (K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O = 1,91);

4. 110-108 см (образец №7) – желтый мелкозернистый песок. В отложениях преобладают следующие минералы: кварц (86,7%), циркон (10%), гранат (1,7%), магнетит (1,7%). CIA = 0,57; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO = 0,34. Показатели относительной влажности (CIA, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO) низкие, что свидетельствует о достаточно сухих климатических условиях. Климат становится заметно теплее (K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O = 3,88; Al/Ti = 238,62; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO = 2458,83). Повышается антропогенная активность (P<sub>2</sub>O<sub>5(антроп)</sub>), это может быть связано с появлением древнего человека и его деятельностью в это время, однако археологических находок не было обнаружено;

5. 108-40 см (образцы № 8-17) – серый мелкозернистый песок (белесый). В отложениях преобладают следующие минералы: кварц (74,1-92,5%), гранат (1,6-14,8%), плагиоклаз (0,0-11,1%), циркон (0,0-9,8%), магнетит (0,0-6,5%). CIA = 0,52-0,60; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO = 0,26-0,54. В нижних прослоях (108-100 см) показатель относительной влажности резко понижается (CIA = 0,53), что свидетельствует об увеличении сухости климата. В это время отмечается похолодание климата (K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O = 1,48). Антропогенная активность снижается (P<sub>2</sub>O<sub>5(антроп)</sub>). На глубине 100-80 см меняются условия осадконакопления. Климат становится более влажным (CIA = 0,58; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO = 0,51). Увеличивается значение K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O = 3,74, что свидетельствует о том, что климат становится более теплым. Возрастает антропогенная активность (P<sub>2</sub>O<sub>5(антроп)</sub>). На глубине 80-50 см фиксируется понижения значения модулей CIA = 0,54 и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO = 0,26, что говорит об увеличении сухости климата. Климат становится более прохладным (K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O = 1,62). Антропогенная

активность уменьшается ( $P_2O_5$ <sub>(антроп)</sub>). В верхних прослоях (50-40 см) показатели относительной влажности (CIA = 0,58,  $Fe_2O_3/CaO$  = 0,38) увеличиваются, что свидетельствует об увеличении влажности климата. Климат становится более теплым ( $K_2O/Na_2O$  = 1,9);

6. 40-18 см (образцы № 18-25) – желтый мелкозернистый песок (культурный слой). В отложениях преобладают следующие минералы: кварц (78,0-88,5%), циркон (0,0-13,0%), плагиоклаз (3,8-11,9%), гранат (1,9-7,0%), магнетит (0,0-4,0%). CIA = 0,57-0,65;  $Fe_2O_3/CaO$  = 0,40-1,77. Отмечается увеличение содержания различных металлов и оксидов металлов, таких как:  $Fe$ <sub>(общ)</sub>,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , MgO, MnO, V, Pb. В нижних прослоях (40-35 см) показатели относительной влажности (CIA = 0,57;  $Fe_2O_3/CaO$  = 0,4) низкие, что свидетельствует о достаточно сухих климатических условиях. В это время наблюдаются довольно прохладные климатические условия ( $K_2O/Na_2O$  = 1,80). На глубине 35-30 см происходит изменение условий осадконакопления. Увеличиваются значения модулей CIA (0,65) и  $Fe_2O_3/CaO$  (1,29), что свидетельствует об увеличении влажности климата. Климат становится более теплым ( $K_2O/Na_2O$  = 3,4). Повышается антропогенная активность ( $P_2O_5$ <sub>(антроп)</sub>). Это связано с появлением человека и его деятельностью в это время. По углю из этого слоя получена дата 3124-2886 cal BC (2  $\sigma$ ), что соответствует началу суббореального периода. Отложения на глубине 30-18 см сформировались в условиях умеренно влажных (CIA = 0,62) и прохладных климатических условий ( $K_2O/Na_2O$  = 1,8). Антропогенная активность немного понижается, но остается высокой;

7. 18-12 см (образцы № 26 и 27) – темно-серый песок (подпочва). В отложениях преобладают следующие минералы: кварц (81,8-86,2%), плагиоклаз (7,7-9,1%), гранат (3,1-5,5%), магнетит (0,0-3,6%), циркон (0,0-3,1%). CIA = 0,61-0,62;  $Fe_2O_3/CaO$  = 1,30-1,56. Показатели относительной влажности (CIA,  $Fe_2O_3/CaO$ ) уменьшаются, что свидетельствует об увеличении сухости климата. В это время также наблюдается уменьшение показателя ( $K_2O/Na_2O$  = 1,3), что говорит о снижении температуры. Отмечается более высокий уровень антропогенной активности, чем в предыдущем слое;

8. 12-0 см (образцы № 28 и 29) – современная почва. В отложениях преобладают следующие минералы: кварц (79,4-83,3%), гранат (0,0-8,8%), плагиоклаз (5,9-7,4%), циркон (1,9-2,9%), магнетит (0,0-2,9%). CIA = 0,54-0,59;  $Fe_2O_3/CaO$  = 0,68-1,03. Показатели относительной влажности (CIA,  $Fe_2O_3/CaO$ ) продолжают уменьшаться, что свидетельствует о продолжении увеличения сухости климата. В это время наблюдаются достаточно прохладные климатические условия, однако показатель  $K_2O/Na_2O$  (1,6) несколько увеличился, что говорит о не большом потеплении. Антропогенная активность снижается, но все еще остается достаточно высокой.

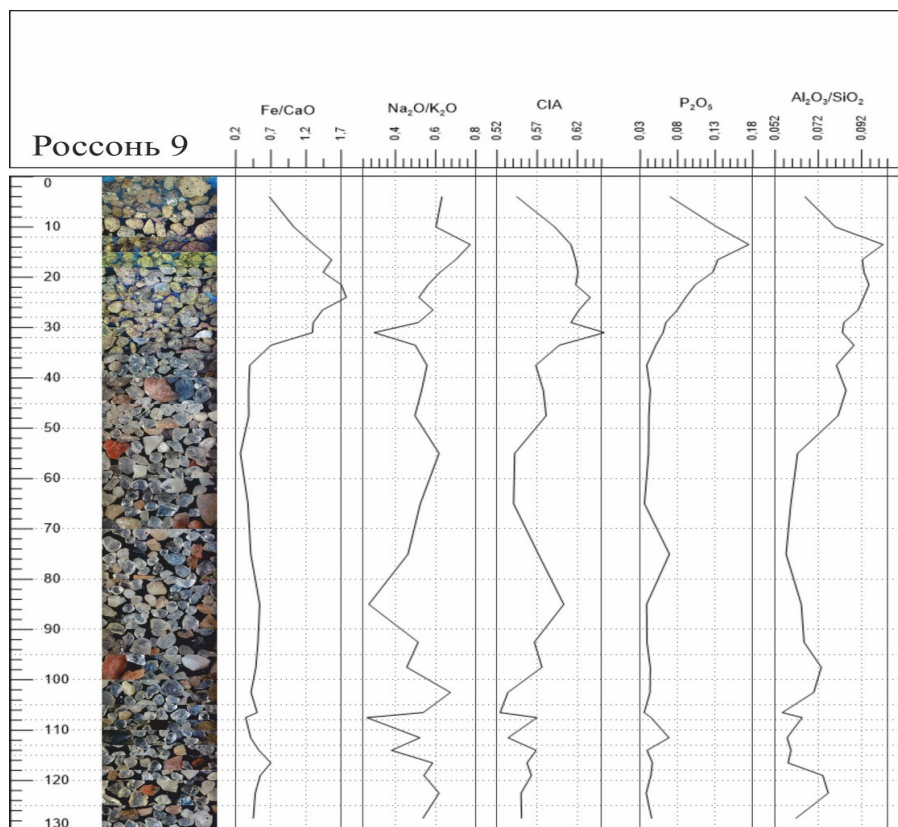


Рисунок 6 - Графики изменения показателей геохимических индикаторов ландшафтно-климатических условий и антропогенной активности для археологического памятника «Росось 9»

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.123.6>

### Заключение

В результате проведенных исследований на археологических памятниках Нарвско-Лужского междуречья «Росось 9», «Галик 2(3)», «Галик 4», исследование минералого-геохимических характеристик отложений дало возможность

реконструировать климатические события в регионе и сопоставить время культурно-исторических этапов на памятнике с климатическими событиями.

На памятнике неолита «Росось 9» для культурного слоя с находками гребенчато-ямочной и шнуровой керамики, была получена радиоуглеродная дата 3124-2886 лет до н.э., что позволяет отнести этот слой к началу суббореального периода голоцена. Высокие показатели антропогенной активности ( $P_2O_{5(антропо)}$ =0,76 (%) по сравнению с нижележащими слоями - 0,20%) коррелируют с резкими изменениями климата в этот период. Появление носителей культуры шнуровой керамики на этом памятнике около 4200 лет назад, на рубеже атлантического и суббореального периодов, связано не только с ландшафтными изменениями в этом регионе, но и с климатическими изменениями. Геохимические индикаторы относительной влажности и температуры ( $CIA=0,57$ ,  $Fe_2O_3/CaO=0,4$ ,  $K_2O/Na_2O=1,8$  (%) в нижних слоях, по сравнению с вышележащими слоями  $CIA=0,65$ ,  $Fe_2O_3/CaO=1,29$ ,  $K_2O/Na_2O=3,4$  (%)) показывают переход к более влажным и теплым климатическим событиям [28].

На памятнике «Галик 2 (3)» радиоуглеродная дата, полученная из раскопа, по углю из культурного слоя, содержащего артефакты нарвской, гребенчато-ямочной культур, соответствует 4370-4080 лет до н.э. Это время соответствует концу атлантического периода голоцена и свидетельствует о первом появлении носителей неолитических культур на этом участке. По данным геохимических индикаторов, отложения верхнего культурного слоя были сформированы в более сухих климатических условиях по сравнению с нижележащим горизонтом, что соответствует переходу к суббореальному периоду голоцена. В этих отложениях верхнего культурного слоя, по данным геохимической индикации, фиксируется изменение климатических условий в сторону более засушливых условий ( $CIA=0,44$ ,  $Fe_2O_3/CaO=0,37$ ,  $K_2O/Na_2O=1,0$  (%)) относительно нижележащих горизонтов  $CIA=0,50$ ,  $Fe_2O_3/CaO=1,4$ ,  $K_2O/Na_2O=0,8$  (%). В культурном слое этого этапа появляются артефакты культуры шнуровой керамики [15].

Палеогеографические реконструкции свидетельствуют о том, что поселения располагались на береговом валу, в прибрежной зоне древнего залива, который сформировался после Литориновой трансгрессии. Изменение климатических условий и переход к более сухому климату в начале суббореального периода привело к появлению на стоянках носителей гребенчато-ямочной и шнуровой керамики, что может свидетельствовать о переходе от неолитического к энеолитическому периоду.

Таким образом, можно выделить главный геоэкологический фактор на территории Нарвско-Лужского междуречья, который повлиял на жизнедеятельность древнего человека – это климатические изменения (изменения влажности и температуры). В результате таких изменений происходит смена археологических культур и появление нового аллохтонного населения с элементами производящего хозяйства (культура шнуровой керамики).

В результате проведенных исследований на археологических памятниках Карельского перешейка «Проточное (Rupun 2.1)», «Проточное (Rupun 4.1)», «Синея 1», исследование минералого-геохимических характеристик отложений дало возможность реконструировать климатические события в регионе и сопоставить их с изменениями антропогенной активности и культурно-историческими процессами, происходящими на этой территории.

По данным геохимических индикаторов в отложениях, на стоянке Проточное (Rupun 2.1), можно выделить 2 культурных слоя, в которых зарегистрировано увеличение антропогенной активности, об этом, также, свидетельствуют находки артефактов на разных террасовых уровнях: в отложениях нижнего уровня ( $P_2O_{5(антропо)}$ =0,52%, в нижележащих горизонтах 0,08%) найдена находка, фрагмента микропластины, характерной для мезолитического или раннеэнеолитического времени. Формирование нижнего слоя, относящегося к мезолиту-раннему неолиту, по данным геохимических индикаторов можно отнести к теплому и влажному периоду голоцена – бореальному ( $CIA=0,58$ ,  $Fe_2O_3/CaO=3,2$ ,  $K_2O/Na_2O=0,64$ ) относительно нижележащих горизонтов ( $CIA=0,53$ ,  $Fe_2O_3/CaO=1,8$ ,  $K_2O/Na_2O=0,44$ ). В отложениях верхнего слоя ( $P_2O_{5(антропо)}$ =0,4, в нижележащем горизонте 0,2%) находки возможных «ловчих ям», характерных для позднего неолита, отмечается появление фрагментов керамики с примесью асбеста, которые датируются для этих стоянок IV-III тыс. до н.э. Верхний слой, относящийся к позднему неолиту, по данным геохимических индикаторов был сформирован в условиях более теплого и сухого климата и может быть сопоставим с началом суббореального периода ( $CIA=0,58$ ,  $Fe_2O_3/CaO=0,60$ ,  $K_2O/Na_2O=1,3$  относительно нижележащих горизонтов  $CIA=0,53$ ,  $Fe_2O_3/CaO=1,72$ ,  $K_2O/Na_2O=0,4$ ) [29].

Минералого-геохимические исследования на памятниках «Синея 1» и «Проточное (Rupun 4.1)» позволили выявить корреляцию между геохимическими индикаторами антропогенной активности  $P_2O_{5(антропо)}$  и климатических условий  $CIA$ ;  $Fe_2O_3/CaO$ ;  $K_2O/Na_2O$ . Изменение климатических условий и переход к более сухому климату суббореала ( $Fe_2O_3/CaO=1,76$  % относительно  $Fe_2O_3/CaO=1,89$  % в нижележащем горизонте) обуславливает появление носителей культур асбестовой керамики эпохи раннего металла (энеолита) на данных памятниках. Палеогеографические реконструкции свидетельствуют о том, что памятники располагались на прибрежных территориях в период Ладожской трансгрессии. Таким образом, можно рассматривать ландшафтно-климатические условия, как один из факторов, оказывающий влияние на деятельность человека эпохи неолита и энеолита [29].

Таким образом, можно выделить главные геоэкологические факторы, которые повлияли на жизнедеятельность древнего человека на Карельском перешейке, – это трансгрессивно-регрессивные флуктуации Анцилового озера, Литоринового моря и Ладожского озера, которые привели к изменению положения поселений в разные периоды, что выражается в изменении высотных отметок памятников эпох мезолита, неолита, энеолита, бронзового века.

**Финансирование**

Работа выполнена при финансовой поддержке Минпросвещения России в рамках государственного задания (№ проекта VRFY-2023-0010).

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Рецензия**

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

**Funding**

This study was supported by the Ministry of Education of the Russian Federation as part of the state-commissioned assignment (project No.VRFY-2023-0010).

**Conflict of Interest**

None declared.

**Review**

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. Герасимов Д.В. Отчет об археологических изысканиях в Приозерском районе Ленинградской области в 2004 году / Д.В. Герасимов — Санкт-Петербург: МАЭ РАН, 2005.
2. Герасимов Д.В. Археологические памятники Хейнийокского пролива: исследования Карельского археологического отряда МАЭ РАН в 2006 г / Д.В. Герасимов, С.В. Бельский, С.Н. Лисицын // Радловский сборник: научные исследования и музейные проекты МАЭ РАН в 2006 г. — Санкт-Петербург: Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, 2007. — С. 186-183.
3. Герасимов Д.В. История Ладожского озера в свете археологических данных / Д.В. Герасимов, Д.А. Субетто // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. — 2009. — № 106. — С. 37-49.
4. Герасимов Д.В. Археологическое изучение древних лагунных систем: исследования в Нарвско-Лужском междуречье 2012-2014 гг. / Д.В. Герасимов, М.А. Холкина // Материалы полевых исследований МАЭ РАН. — Санкт-Петербург: Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, 2015. — С. 243-259.
5. Герасимов Д.В. Отчет о полевых археологических изысканиях Прибалтийско-Ладожской археологической экспедиции МАЭ РАН на южном побережье Финского залива и на Карельском перешейке в 2015 г. / Д.В. Герасимов // Архив ИА РАН. — 2016. — Р-1.
6. Герасимов Д.В. Памятники каменного века Российской части Нарвско-Лужского междуречья / Д.В. Герасимов — Санкт-Петербург: МАЭ РАН, 2019. — 201 с.
7. Герасимов Д.В. На дальних рубежах: стоянка культуры шнуровой керамики Россонь 9 в Нарвско-Лужском междуречье / Д.В. Герасимов, А. Крийска, К. Нордквист [и др.] // Верхнедонской Археологический Сборник. — Вып. 11. — 2019. — С. 375-391.
8. Герасимов Д.В. Производственный отчет об археологическом обследовании участка недр «Кузёмкино-2» в Кингисеппском районе Ленинградской области / Д.В. Герасимов. — Санкт-Петербург: МАЭ РАН, 2019. — 25 с.
9. Герман К.Э. Культура сперрингс (современное состояние изучения) / К. Э. Герман // Самарский научный вестник. — 2018. — Т. 7. — № 3(24). — С. 225-230.
10. Гурина Н.Н. Из истории древних племен Европейской части СССР / Н.Н. Гурина // Материалы и исследования по археологии СССР / Акад. наук СССР. Ин-т археологии. — Л.: Наука, 1967. — 208 с.
11. Клейменова Г.И. К палеогеографии северо-восточного побережья Финского залива в среднем и позднем голоцене / Г.И. Клейменова, Е.М. Вишневецкая, П.М. Долуханов [и др.] // Изв. ВГО. — 1988. — Т. 120. — Вып. 4.
12. Геологическая карта четвертичных отложений Ленинградской, Псковской и Новгородской областей / Министерство геологии СССР; Ред. И.И. Краснов, В.А. Селиванова; Сост. Н.И. Апухтин. — 1969.
13. Крийска А. Некоторые вопросы возникновения земледелия в Восточной Прибалтике / А. Крийска // Тверской археологический сборник. — Тверь, 2009. — С. 39-48.
14. Кузнецов Д.Д. Стратиграфия донных отложений озер Карельского перешейка / Д.Д. Кузнецов, Д.А. Субетто; Институт озероведения. — Москва: ГЕОС, 2019. — 120 с.
15. Кукарина А.С. Палеогеография памятников эпохи неолита в бассейне реки Луга (на примере археологического памятника Галик) / А.С. Кукарина, М.А. Кулькова, М.А. Стрельцов // Геология, геоэкология, эволюционная география. — Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2020. — С. 269-274.
16. Кулькова М.А. Геохимическая индикация ландшафтно-климатических условий в голоцене в регионах Двинско-Ловатского междуречья и Южной Сибири : автореф. дис. ... канд. геолого-минералогических наук : 25.00.09 / Кулькова Марианна Алексеевна. — Санкт-Петербург, 2005. — 32 с.
17. Кулькова М.А. Палеогеография и археология стоянок неолита-раннего металла в устье реки Охты (Санкт-Петербург) / М.А. Кулькова, Т.В. Сапелко, А.В. Лудикова [и др.] // Известия Русского географического общества. — 2010. — Т. 142. — № 6. — С. 13-31.
18. Кулькова М.А. Методы прикладных палеоландшафтных геохимических исследований / М.А. Кулькова. — Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. — 152 с.
19. Монин А.С. История климата / А.С. Монин, Ю.А. Шишков. — Л.: Гидрометеоиздат, 1979. — 407 с.
20. Сапелко Т.В. Реконструкция среды обитания человека на территории карельского перешейка (по материалам исследования многослойного поселения Озерное 3) / Т.В. Сапелко, А.В. Лудикова, М.А. Кулькова [и др.] // Замятнинский сборник. Вып. 1. Хронология, периодизация и кросскультурные связи в каменном веке. — Санкт-Петербург, 2008. — С. 149-164.

21. Сапелко Т.В. Ладожская трансгрессия: реконструкция финальной стадии и последующего спада в северной части озера / Т.В. Сапелко, А.В. Терехов, А.В. Амантов // Региональная геология и металлогения. — 2018. — № 75. — С. 23-34.
22. Сапелко Т.В. Радиоуглеродное датирование в междисциплинарных археологических и палеолимнологических исследованиях на р. Россонь, Нарвско-Лужская низменность / Т.В. Сапелко, Д.В. Герасимов, А. Крийска [и др.] // Радиоуглерод в археологии и палеоэкологии: прошлое, настоящее, будущее: Материалы международной конференции, посвященной 80-летию старшего научного сотрудника ИИМК РАН, кандидата химических наук Г.И. Зайцевой, Санкт-Петербург, 23-25 ноября 2020 года / Под ред. Н.Д. Буровой, А.А. Выборнова, М.А. Кульковой. — Санкт-Петербург: Институт истории материальной культуры Российской академии наук, 2020. — С. 79-80.
23. Субетто Д.А. Донные отложения озер Ленинградской области как летопись балтийских трансгрессий и регрессий / Д.А. Субетто, Д.В. Севастьянов, Л.А. Савельева [и др.] // Вестник СПбГУ. Сер. 7. — 2002. — Вып. 4 — № 31. — С. 75-85.
24. Субетто Д.А. Палеоклимат на Карельском перешейке на рубеже позднего плейстоцена и голоцена по данным изучения донных отложений оз. Медведевского / Д.А. Субетто, Н.Н. Давыдова, Т.В. Сапелко [и др.] // Известия Русского Географического общества. — 2002. — Т. 134. — Вып. 1. — С. 47-64.
25. Субетто Д.А. История формирования Ладожского озера и его соединения с Балтийским морем / Д.А. Субетто // Общество. Среда. Развитие. — 2007. — № 1(2). — С. 111-120.
26. Субетто Д.А. Палеосток из ладожского озера в Балтийское море в голоцене / Д.А. Субетто, Д.Д. Кузнецов, М.В. Минина [и др.] // Гидросфера. Опасные процессы и явления. — 2020. — Т. 2. — № 2. — С. 148-157.
27. Субетто Д.А. Реконструкция палеобассейнов крупных озерных систем юго-восточной периферии Скандинавского ледникового щита в позднем плейстоцене / Д.А. Субетто, Н.В. Анисимов, М.В. Минина // Рельеф и четвертичные образования Арктики. — 2020. — Вып. 7. — С. 264-267.
28. Стрельцов М.А. Геоэкологические факторы, влияющие на жизнедеятельность человека в неолите на территории Нарвско-Лужского междуречья / М.А. Стрельцов, М.А. Кулькова // Верхнедонской археологический сборник: Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Археология в исследованиях молодых», Липецк, 24 ноября 2017 года / Отв. ред. А.Н. Бессуднов. — Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. — С. 24-27.
29. Стрельцов, М.А. Геоэкологические факторы, влиявшие на жизнедеятельность Древнего человека карельского перешейка / М.А. Стрельцов, М.А. Кулькова // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие: Коллективная монография по материалам X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 27-28 октября 2021. — Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2021. — С. 528-531.
30. Тимофеев В.И. Отчет о разведках в северной части Карельского перешейка в июле 1997 г.
31. Холкина М.А. Хронология керамики конца IV-III тыс. до н.э. на Карельском перешейке / М.А. Холкина — Вестник Санкт-Петербургского университета. — 2014. — № 3. — С. 102-108.
32. Ailio J. Die geographische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit und ihre Beziehung zur steinzeitlichen Besiedelung // Bulletin de la Commission géologique de Finlande. — 1915. — № 45. — 157 s.
33. Chen J. Variation in the chemical composition of the eolian dust in Chinese Loess Plateau over the past 2.5 Ma and chemical weathering in the Asian Inland / J. Chen, Zh. An, J. Head [et al.] // Science in China (Series D). — 2001. — № 5. — P. 403-413.
34. Holliday V.T. Methods of soil P analysis in archaeology / V.T. Holliday, V.G. Gartner // Journal of Archaeological Science. — 2007. — № 34. — P. 301-333.
35. Kholkina M.A. Some aspects of Corded Ware on Rosson river (Narva-Luga klint bay) / M.A. Kholkina // Estonian Journal of Archaeology. — 2017. — Vol. 21(2). — P. 148-160.
36. Kriiska A. Preliminary results of the research at Corded Ware sites in the Narva — Luga interfluvium, Estonian — Russian border area in 2008-2014 / A. Kriiska, K. Nordqvist, D. Gerasimov [et al.] // Archaeological Fieldwork in Estonia 2014. — P. 39-50.
37. Kriiska A. Late mesolithic Narva stage in Estonia: pottery, settlement types and chronology / A. Kriiska, E. Oras, L. Lõugas [et al.] // Estonian Journal of Archaeology. — 2017. — Vol. 21(1). — P. 52-86.
38. Nordqvist K. The Rupunkangas 1A Site in the Archipelago of Ancient Lake Ladoga: a Housepit with Several Rebuilding Phases // Fennoscandia archaeologica. — 2007. — № 24. — P. 3-28.
39. Нордквист К. Керамика типа Киерикки: датировка и параллели в Северо-Восточной Европе / К. Нордквист, Т. Мёкконен // Тверской археологический сборник. — 2018. — № 11. — С. 312-317.
40. Palsi S. Riukjarven ja Piiskunsalmen kivikautiset asuinpaikat Kaukolassa / S. Palsi // SMYA. — 1920. — Bd. XXVIII. — № 1.
41. Pesonen P. Neolithic pots and ceramics technology — AMS-datings of middle and late neolithic ceramics in Finland / P. Pesonen // Fenno-Ugri et slavi. Dating and chronology. National board of antiquities. — Helsinki: NBA, 2004. — P. 87-96.
42. Rosentau A. Stone Age settlement and Holocene shore displacement in the Narva-Luga Klint Bay area, eastern Gulf of Finland / A. Rosentau, M. Muru, A. Kriiska [et al.] // Boreas. — 2013. — Vol. 42(4). — P. 912-931.
43. Saarnisto M. Emergence history of the Karelian Isthmus / M. Saarnisto // Karelian Isthmus – Stone Age studies in 1998-2003. Iskos 16. — Helsinki, 2008. — P. 128-139.
44. Sandgren P. Mid-Holocene Littorina Sea transgressions based on stratigraphic studies in coastal lakes of NW Russia / P. Sandgren, D.A. Subetto, B.E. Berglung [et al.] // Gff Uppsala. — 2005. — № 126(4). — P. 363-380.
45. Schlezinger D.R. Organic phosphorus and elemental ratios as indicators of prehistoric human occupation / D.R. Schlezinger, B.L. Howes // Journal of Archaeological Science. — 2000. — № 27. — P. 479-492.

46. Siiriainen A. On the late stone age asbestos ware culture of northern and eastern Finland / A. Siiriainen // *Iskos* 4. — 1984. — P. 30-36.
47. Terry R.E. Quantitative phosphorus measurement: A field test procedure for archaeological site analysis at Piedras Negras, Guatemala / R.E. Terry, P.J. Hardin, S.D. Houston [et al.] // *Geoarchaeology. An International Journal*. — 2000. — № 15. — P. 151-166.
48. Young G.M. Process controlling the distribution of Ti and Al in weathering profiles, siliciclastic sediments and sedimentary rocks / G.M. Young, H.W. Nesbitt // *J Sedim Res*. — 1998. — № 68 — P. 448-455.
49. Nesbitt H.W. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites / H.W. Nesbitt, G.M. Young. — 1982. — № 299(5885). — P. 715-717.
50. Актуализированные ГИС-пакеты оперативной геологической информации // ГИС – Атлас «Недра России». — 2022. — URL: <http://atlaspacket.vsegei.ru> (дата обращения: 01.05.23).

### Список литературы на английском языке / References in English

- Gerasimov D.V. Otchet ob arheologicheskikh izyskaniyakh v Priozerskom rajone Leningradskoj oblasti v 2004 godu [Report on archaeological surveys in the Priozersky district of the Leningrad region in 2004] / D.V. Gerasimov — St. Petersburg: MAE RAS, 2005. [in Russian]
- Gerasimov D.V. Arheologicheskie pamyatniki Hejnijokskogo proliva: issledovaniya Karel'skogo arheologicheskogo otryada MAE RAN v 2006 g [Archaeological monuments of the Heinijok Strait: studies of the Karelian archaeological team of the MAE RAS in 2006] / D.V. Gerasimov, S.V. Belsky, S.N. Lisitsyn // *Radlovskij sbornik: nauchnye issledovaniya i muzejnye proekty MAE RAN v 2006 g*. [Radlovsky collection: scientific research and museum projects of the MAE RAS in 2006]. — St. Petersburg: Museum of Anthropology and Ethnography named after Peter the Great (Kunstkamera) RAS, 2007. — P. 186-183. [in Russian]
- Gerasimov D.V. Istoriya Ladozhskogo ozera v svete arheologicheskikh dannyh [History of Lake Ladoga in the light of archaeological data] / D.V. Gerasimov, D.A. Subetto // *Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gercena* [Proceedings of the Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen]. — 2009. — № 106. — P. 37-49. [in Russian]
- Gerasimov D.V. Arheologicheskoe izuchenie drevnih lagunnyh sistem: issledovaniya v Narvsko-Luzhskom mezhdurech'e 2012-2014 gg. [Archaeological study of ancient lagoon systems: research in the Narva-Luga interfluve 2012-2014] / D.V. Gerasimov, M.A. Kholkina // *Materialy polevyh issledovanij MAJe RAN* [Materials of field studies of the MAE RAS]. — St. Petersburg: Museum of Anthropology and Ethnography named after Peter the Great (Kunstkamera) RAS, 2015. — P. 243-259. [in Russian]
- Gerasimov D.V. Otchet o polevyh arheologicheskikh izyskaniyakh Pribaltijsko-Ladozhskoj arheologicheskoy ekspedicii MAE RAN na yuzhnom poberezh'e Finskogo zaliva i na Karel'skom pereshejke v 2015 g. [Report on field archaeological surveys of the Baltic-Ladoga archaeological expedition of the MAE RAS on the southern coast of the Gulf of Finland and on the Karelian Isthmus in 2015] / D.V. Gerasimov // *Arhiv IA RAN* [Archive of the IA RAS]. — 2016. — R-1. [in Russian]
- Gerasimov D.V. Pamyatniki kamennogo veka Rossijskoj chasti Narvsko-Luzhskogo mezhdurech'ya [Monuments of the Stone Age of the Russian part of the Narva-Luga interfluve] / D.V. Gerasimov — St. Petersburg: MAE RAS, 2019. — 201 p. [in Russian]
- Gerasimov D.V. Na dal'nih rubezhah: stoyanka kul'tury shnurovoj keramiki Rosson' 9 v Narvsko-Luzhskom mezhdurech'e [At the distant frontiers: the Rosson 9 Corded Ware culture site in the Narva-Luga interfluve] / D.V. Gerasimov, A. Kriiska, K. Nordqvist [et al.] // *Verhnedonskoj Arheologicheskij Sbornik Verkhnedonskoj* [Archaeological Collection]. — Iss. 11. — 2019. — P. 375-391. [in Russian]
- Gerasimov D.V. Proizvodstvennyj otchyot ob arheologicheskom obsledovanii uchastka nedr "Kuzjomkino-2" v Kingisepskom rajone Leningradskoj oblasti [Production report on the archaeological survey of the subsoil area "Kuzemkino-2" in the Kingisep district of the Leningrad region] / D.V. Gerasimov. — St. Petersburg: MAE RAS, 2019. — 25 p. [in Russian]
- German K.E. Kul'tura sperrings (sovremennoe sostoyanie izucheniya) [Sperring culture (current state of study)] / K. E. German // *Samarskij nauchnyj vestnik* [Samara Scientific Bulletin]. — 2018. — Vol. 7. — № 3(24). — P. 225-230. [in Russian]
- Gurina N.N. Iz istorii drevnih plemen Evropejskoj chasti SSSR [From the history of the ancient tribes of the European part of the USSR] / N.N. Gurina // *Materialy i issledovaniya po arheologii SSSR* [Materials and research on archeology of the USSR] / Acad. Sciences of the USSR. Institute of Archeology. — L.: Nauka, 1967. — 208 p. [in Russian]
- Kleimenova G.I. K paleogeografii severovostochnogo poberezh'ya Finskogo zaliva v srednem i pozdnem golocene [On paleogeography of the northeastern coast of the Gulf of Finland in the middle and late Holocene] / G.I. Kleimenova, E.M. Vishnevskaya, P.M. Dolukhanov [et al.] // *Izv. VGO* [Proceedings of VSO]. — 1988. — Vol. 120. — Iss. 4. [in Russian]
- Geologicheskaja karta chetvertichnyh otlozhenij Leningradskoj, Pskovskoj i Novgorodskoj oblastej [Geological map of the Quaternary deposits of the Leningrad, Pskov and Novgorod regions] / Ministry of Geology of the USSR; Ed. by I.I. Krasnov, V.A. Selivanova; Comp. by N.I. Apuhtin. — 1969. [in Russian]
- Kriiska A. Nekotorye voprosy vozniknoveniya zemledeliya v Vostochnoj Pribaltike [Some questions of the emergence of agriculture in the Eastern Baltic] / A. Kriiska // *Tverskoj arheologicheskij sbornik* [Tver archaeological collection]. — Tver, 2009. — P. 39-48. [in Russian]
- Kuznetsov D.D. Stratigrafiya donnyh otlozhenij ozer Karel'skogo pereshejka [Stratigraphy of bottom sediments of lakes of the Karelian Isthmus] / D.D. Kuznetsov, D.A. Subetto; Lake Science Institute. — Moscow: GEOS, 2019. — 120 p. [in Russian]
- Kukarina A.S. Paleogeografiya pamyatnikov epohi neolita v bassejne reki luga (na primere arheologicheskogo pamyatnika Galik) [Paleogeography of Neolithic sites in the meadow river basin (on the example of the archaeological site Galik)]

- Galik)] / A.S. Kukarina, M.A. Kulkova, M.A. Streltsov // *Geologiya, geoekologiya, evolyucionnaya geografiya* [Geology, geoecology, evolutionary geography]. — St. Petersburg: Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen, 2020. — P. 269-274. [in Russian]
16. Kul'kova M.A. Geohimicheskaja indikacija landshaftno-klimaticheskikh uslovij v golocene v regionah Dvinsko-Lovat'skogo mezhdurech'ja i Juzhnoj Sibiri [Geochemical indication of landscape-climatic conditions in the Holocene in the regions of the Dvina-Lovatsky interfluvium and Southern Siberia] : dis. abst. ... PhD in Geological and Mineralogical Sciences : 25.00.09 / Kul'kova Marianna Alekseevna. — St. Petersburg, 2005. — 32 p. [in Russian]
17. Kulkova M.A. Paleogeografiya i arheologiya stoyanok neolita-rannego metalla v ust'e reki Ohty (Sankt-Peterburg) [Paleogeography and archeology of Neolithic-Early Metal sites at the mouth of the Okhta River (St. Petersburg)] / M.A. Kulkova, T.V. Sapelko, A.V. Ludikova [et al.] // *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva* [Proceedings of the Russian Geographical Society]. — 2010. — Vol. 142. — № 6. — P. 13-31. [in Russian]
18. Kulkova M.A. Metody prikladnykh paleolandshaftnykh geohimicheskikh issledovanij [Applied paleolandscape geochemical research methods] / M.A. Kulkova — St. Petersburg: Publishing house of the State Pedagogical University of Russia named after A.I. Herzen, 2012. — 152 p. [in Russian]
19. Monin A.S. Istoriya klimata [History of climate] / A.S. Monin, Yu.A. Shishkov. — L.: Gidrometeoizdat, 1979. — 406 p. [in Russian]
20. Sapelko T.V. Rekonstrukciya srede obitaniya cheloveka na territorii karel'skogo pereshejka (po materialam issledovaniya mnogoslojnogo poseleniya Ozernoe 3) [Reconstruction of the human habitat on the territory of the Karelian Isthmus (based on the study of the multi-layered settlement of Ozernoe 3)] / T.V. Sapelko, A.V. Ludikova, M.A. Kulkova [et al.] // *Zamiatninskij sbornik. Vyp. 1. Hronologiya, periodizaciya i krosskul'turnye svyazi v kamennom veke* [Zamiatninsky collection. Issue 1. Chronology, periodization and cross-cultural relations in the Stone Age]. — St. Petersburg, 2008. — P. 149-164. [in Russian]
21. Sapelko T.V. Ladozhskaya transgressiya: rekonstrukciya final'noj stadii i posleduyushchego spada v severnoj chasti ozera [Ladoga transgression: reconstruction of the final stage and subsequent decline in the northern part of the lake] / T.V. Sapelko, A.V. Terekhov, A.V. Amatov // *Regional'naya geologiya i metallogeniya* [Regional Geology and Metallogeny]. — 2018. — № 75. — P. 23-34. [in Russian]
22. Sapelko T.V. Radiouglerodnoe datirovanie v mezhdisciplinarnykh arheologicheskikh i paleolimnologicheskikh issledovaniyakh na r. Rosson', Narvsko-Luzhskaya nizmennost' [Radiocarbon dating in interdisciplinary archaeological and paleolimnological studies on the river. Rosson, Narva-Luga lowland] / T.V. Sapelko, D.V. Gerasimov, A. Kriiska [et al.] // *Radiouglerod v arheologii i paleoekologii: proshloe, nastoyashchee, budushchee: Materialy mezhdunarodnoj konferencii, posvyashchennoj 80-letiyu starshego nauchnogo sotrudnika IIMK RAN, kandidata himicheskikh nauk G.I. Zajcevoj, Sankt-Peterburg, 23-25 noyabrya 2020 goda* [Radiocarbon in archeology and paleoecology: past, present, future: Proceedings of the international conference dedicated to the 80th anniversary of the senior researcher at the IIMK RAS, Candidate of Chemical Sciences G.I. Zaitseva, St. Petersburg, November 23-25, 2020] / Ed. by N.D. Burova, A.A. Vybornov, M.A. Kulkova. — St. Petersburg: Institute of the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences, 2020. — P. 79-80. [in Russian]
23. Subetto D.A. Donnye otlozheniya ozer Leningradskoj oblasti kak letopis' baltijskikh transgressij i regressij [Bottom sediments of the lakes of the Leningrad region as a chronicle of the Baltic transgressions and regressions] / D.A. Subetto, D.V. Sevastyanov, L.A. Savelyeva [et al.] // *Vestnik SPbGU. Ser. 7* [Bulletin of St. Petersburg State University. Ser. 7]. — 2002. — Issue. 4 — № 31. — P. 75-85. [in Russian]
24. Subetto D.A. Paleoklimat na Karel'skom pereshejke na rubezhe pozdnego plejstocena i golocena po dannym izucheniya donnykh otlozhenij oz. Medvedevskogo [Paleoclimate on the Karelian Isthmus at the turn of the Late Pleistocene and Holocene according to the study of bottom sediments of the lake. Medvedevsky] / D.A. Subetto, N.N. Davydova, T.V. Sapelko [et al.] // *Izvestiya Russkogo Geograficheskogo obshchestva* [Proceedings of the Russian Geographical Society]. — 2002. — Vol. 134. — Iss. 1. — P. 47-64. [in Russian]
25. Subetto D.A. Istoriya formirovaniya Ladozhskogo ozera i ego soedineniya s Baltijskim morem [The history of the formation of Lake Ladoga and its connection with the Baltic Sea] / D.A. Subetto // *Obshchestvo. Sreda. Razvitie* [Society. Environment. Development]. — 2007. — № 1(2). — P. 111-120. [in Russian]
26. Subetto D.A. Paleostok iz ladozhskogo ozera v Baltijskoe more v golocene [Paleostock from Lake Ladoga to the Baltic Sea in the Holocene] / D.A. Subetto, D.D. Kuznetsov, M.V. Minina [et al.] // *Gidrosfera. Opasnye processy i yavleniya* [Hydrosphere. Dangerous processes and phenomena]. — 2020. — Vol. 2. — № 2. — P. 148-157. [in Russian]
27. Subetto D.A. Rekonstrukciya paleobassejnov krupnykh ozernykh sistem yugo-vostochnoj periferii Skandinavskogo lednikovogo shchita v pozdnem plejstocene [Reconstruction of paleobasins of large lake systems of the southeastern periphery of the Scandinavian ice sheet in the late Pleistocene] / D.A. Subetto, N.V. Anisimov, M.V. Minina // *Rel'ef i chetvertichnye obrazovaniya Arktiki* [Relief and Quaternary formations of the Arctic]. — 2020. — Iss. 7. — 2020. — P. 264-267. [in Russian]
28. Streltsov M.A. Geoekologicheskie faktory, vliyayushchie na zhiznedeyatel'nost' cheloveka v neolite na territorii Narvsko-Luzhskogo mezhdurech'ya [Geoecological factors affecting human life in the Neolithic on the territory of the Narva-Luga interfluvium] / M.A. Streltsov, M.A. Kulkova // *Verkhnedonskoy arheologicheskij sbornik: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Arheologiya v issledovaniyakh molodyh"*, Lipetsk, 24 noyabrya 2017 goda [Verkhnedonsky archaeological collection: Materials of the interregional scientific-practical conference "Archaeology in the studies of the young", Lipetsk, November 24, 2017] / Managing ed. A.N. Bessudnov. — Lipetsk: Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky, 2017. — P. 24-27. [in Russian]
29. Streltsov, M.A. Geoekologicheskie faktory, vliyavshie na zhiznedeyatel'nost' Drevnego cheloveka karel'skogo pereshejka [Geoecological factors that influenced the vital activity of the Ancient Man of the Karelian Isthmus] / M.A. Streltsov, M.A. Kulkova // *Prirodnoe i kul'turnoe nasledie: mezhdisciplinarnye issledovaniya, sohranenie i razvitie: Kollektivnaya monografiya po materialam X Vserossijskoy nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*

- 27-28 oktyabrya 2021 [Natural and cultural heritage: interdisciplinary research, conservation and development: Collective monograph based on the materials of the X All-Russian scientific and practical conference with international participation October 27-28, 2021]. — St. Petersburg: State Pedagogical University of Russia named after A.I. Herzen, 2021. — P. 528-531. [in Russian]
30. Timofeev V.I. Otchet o razvedkah v severnoj chasti Karel'skogo pereshejka v iyule 1997 g. [Report on exploration in the northern part of the Karelian Isthmus in July 1997]. [in Russian]
31. Kholkina M.A. Hronologiya keramiki konca IV-III tys. do n.e. na Karel'skom pereshejke [Chronology of ceramics of the end of the 4th-3rd millennium BC on the Karelian Isthmus] / M.A. Kholkina — Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta [Bulletin of St. Petersburg University]. — 2014. — № 3. — P. 102-108. [in Russian]
32. Ailio J. Die geographische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit und ihre Beziehung zur steinzeitlichen Besiedelung [The geographic development of Lake Ladoga in the postglacial period and its relation to the Stone Age] // Bulletin de la Commission géologique de Finlande [Bulletin of the Geological Survey of Finland]. — 1915. — № 45. — 157 p. [in German]
33. Chen J. Variation in the chemical composition of the eolian dust in Chinese Loess Plateau over the past 2.5 Ma and chemical weathering in the Asian Inland / J. Chen, Zh. An, J. Head [et al.] // Science in China (Series D). — 2001. — № 5. — P. 403-413.
34. Holliday V.T. Methods of soil P analysis in archaeology / V.T. Holliday, V.G. Gartner // Journal of Archaeological Science. — 2007. — № 34. — P. 301-333.
35. Kholkina M.A. Some aspects of Corded Ware on Rosson river (Narva-Luga klint bay) / M.A. Kholkina // Estonian Journal of Archaeology. — 2017. — Vol. 21(2). — P. 148-160.
36. Kriiska A. Preliminary results of the research at Corded Ware sites in the Narva — Luga interfluve, Estonian — Russian border area in 2008-2014 / A. Kriiska, K. Nordqvist, D. Gerasimov [et al.] // Archaeological Fieldwork in Estonia 2014. — P. 39-50.
37. Kriiska A. Late mesolithic Narva stage in Estonia: pottery, settlement types and chronology / A. Kriiska, E. Oras, L. Lõugas [et al.] // Estonian Journal of Archaeology. — 2017. — Vol. 21(1). — P. 52-86.
38. Nordqvist K. The Rupunkangas 1A Site in the Archipelago of Ancient Lake Ladoga: a Housepit with Several Rebuilding Phases // Fennoscandia archaeologica. — 2007. — № 24. — P. 3-28.
39. Nordqvist K. Keramika tipa Kierikki: datirovka i paralleli v Severo-Vostochnoj Evrope [Kierikki Ware: Dating and Parallels in Northeastern Europe] / K. Nordqvist, T. Mökkönen // Tverskoj arheologičeskij sbornik [Tver archaeological collection]. — 2018. — № 11. — P. 312-317. [in Russian]
40. Palsi S. Riukjarven ja Piiskunsalmen kivikautiset asuinpaikat Kaukolassa [Stone Age settlements of Riukjarvi and Piiskunsalmi in Kaukola] / S. Palsi // SMYA. — 1920. — Vol. XXVIII. — № 1. [in Finnish]
41. Pesonen P. Neolithic pots and ceramics technology — ams-datings of middle and late neolithic ceramics in Finland / P. Pesonen // Fenno-Ugri et slavi. Dating and chronology. National board of antiquities. — Helsinki: NBA, 2004. — P. 87-96.
42. Rosentau A. Stone Age settlement and Holocene shore displacement in the Narva-Luga Klint Bay area, eastern Gulf of Finland / A. Rosentau, M. Muru, A. Kriiska [et al.] // Boreas. — 2013. — Vol. 42(4). — P. 912-931.
43. Saarnisto M. Emergence history of the Karelian Isthmus / M. Saarnisto // Karelian Isthmus – Stone Age studies in 1998-2003. Iskos 16. — Helsinki, 2008, — P. 128-139.
44. Sandgren P. Mid-Holocene Littorina Sea transgressions based on stratigraphic studies in coastal lakes of NW Russia / P. Sandgren, D.A. Subetto, B.E. Berglung [et al.] // Gff Uppsala. — 2005. — № 126(4). — P. 363-380.
45. Schlezinger D.R. Organic phosphorus and elemental ratios as indicators of prehistoric human occupation / D.R. Schlezinger, B.L. Howes // Journal of Archaeological Science. — 2000. — № 27. — P. 479-492.
46. Siiriainen A. On the late stone age asbestos ware culture of northern and eastern Finland / A. Siiriainen // Iskos 4. — 1984. — P. 30-36.
47. Terry R.E. Quantitative phosphorus measurement: A field test procedure for archaeological site analysis at Piedras Negras, Guatemala / R.E. Terry, P.J. Hardin, S.D. Houston [et al.] // Geoarchaeology. An International Journal. — 2000. — № 15. — P. 151-166.
48. Young G.M. Process controlling the distribution of Ti and Al in weathering profiles, siliciclastic sediments and sedimentary rocks / G.M. Young, H.W. Nesbitt // J Sedim Res. — 1998. — № 68 — P. 448-455.
49. Nesbitt H.W. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites / H.W. Nesbitt, G.M. Young. — 1982. — № 299(5885). — P. 715-717.
50. Updated GIS packages of operational geological information [Updated GIS-packages of operational geological information] // GIS – Atlas "Subsoil of Russia". — 2022. — URL: <http://atlaspacket.vsegei.ru> (accessed: 01.05.23). [in Russian]