

ЭВОЛЮЦИЯ ГИДРОСФЕРЫ THE EVOLUTION OF THE HYDROSPHERE

УДК 551.

DOI: 10.34753/HS.2022.4.4.346

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЗЁРНО- РУСЛОВЫХ СИСТЕМ СЕВЕРО- ЗАПАДА РОССИИ

А.В. Чернов¹, Д.А. Субетто²,
М.С. Потахин^{3,4}, Н.И. Летюка²,
А.В. Пивовар²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия;
²Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, Россия; ³Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия; ⁴Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

Alexey.chernov@inbox.ru

FEATURES OF THE FORMATION OF LAKE-CHANNEL SYSTEMS OF THE NORTH-WEST OF RUSSIA

Alexey V. Chernov¹, Dmitry A. Subetto²,
Maxim S. Potakhin^{3,4}, Nikolai I. Letyuka²,
Alexey V. Pivovarov²

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; ²Herzen Russian State Pedagogical University, St. Petersburg, Russia; ³Institute of Water Problems of the North of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia; ⁴Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

Alexey.chernov@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы постепенных изменений рисунка и других особенностей речной сети, происходящих до сих пор в областях, недавно освободившихся от осташковских ледниковых покровов. Выявляются участки аномального строения речной сети, на которых превращение сети потоков талых ледниковых вод в устойчивую гидросеть, типичную для речных русел, ещё не закончено. На них ещё не выработан продольный профиль, русловые процессы проявляются фрагментарно, чередуясь с накоплением озёрных осадков или, наоборот, с эрозией скального ложа потоков и образованием водопадов. Неустойчивым является само положение русел: они то раздваиваются, то периодически соединяются. Выделено четыре таких участка:

- 1) Ладожское озеро – река Вуокса – озеро Сайма (переток из Ладожского озера в озеро Сайма и далее в Балтийское море);
- 2) Ладожское озеро – река Нева – Финский залив (переток из Ладожского озера через вновь

Abstract. The article discusses the issues of gradual changes in the pattern and other features of the river network that are still taking place in areas that have recently been freed from the Ostashkov glacial covers. The sections of the anomalous structure of the river network are identified, where the transformation of the network of flows of thawed glacial waters into a stable hydraulic network typical of riverbeds has not yet been completed. A longitudinal profile has not yet been developed on them, channel processes manifest themselves fragmentally, alternating with the accumulation of lake sediments or, conversely, with the erosion of the rock bed of streams and the formation of waterfalls. The very position of the riverbeds is unstable: they then split, then periodically connect. There are four such sections:

- 1) Lake Ladoga – Vuoksa River – Lake Saimaa (flow from Lake Ladoga to Lake Saimaa and further to the Baltic Sea);
- 2) Lake Ladoga – Neva River – Gulf of Finland (flow from Lake Ladoga through the newly formed Neva River to the Gulf of Finland of the Baltic Sea);

образованную реку Неву в Финский залив Балтийского моря);

3) река Луга – река Россонь – река Нарва (или наоборот);

4) река Онега – разветвление с рекой Малой Онегой – слияние вновь с рекой Онегой.

Проведено районирование территорий, освободившихся от последнего ледника, по различному проявлению аномалий строения речной сети: в областях ледниковой экзарации, ледниковой аккумуляции и водно-ледниковых накоплений, связав эти аномалии также с положением существовавших в ту пору приёмных бассейнов рек: Балтийского (Литоринового) моря, Белого моря, Анцилового озера, озера Сайма.

Ключевые слова: речная сеть; аномалии строения; перестройки; озёра; русла; постледниковые изменения.

Введение

Формирование речной сети почти на всей территории Северной Евразии практически завершилось. Произошли перестройки планового положения рек на территориях, освободившихся от ледниковых покровов, приобрели современный облик расположение и форма озёр. Однако этого нельзя сказать о морфологии и динамике речных долин в целом и их пойменно-русловых комплексов в частности. Формирование речных долин в районах последнего (валдайского) оледенения ещё далеко от завершения: их ширина, форма продольного и поперечного профиля рек, состав руслообразующих наносов и вообще наличие или отсутствие самого русла в таких долинах, явно отличаются от флювиального рельефа других регионов Северной Евразии.

3) River Luga – the Rosson River – the Narva River (or vice versa);

4) the Onega River – branching with the Malaya Onega River – merging again with the Onega River.

The zoning of the territories freed from the last glacier was carried out according to various manifestations of anomalies in the structure of the river network: in the areas of glacial exaration, glacial accumulation and water-glacial accumulations, linking these anomalies also with the position of the receiving basins of rivers that existed at that time: the Baltic (Littoral) Sea, the White Sea, Ancyl Lake, Lake Saimaa.

Keywords: river network; structural anomalies; restructuring; lakes; channels; post-glacial changes.

Многие реки не выработали свой продольный профиль – в них зачастую отсутствуют не только поймы и террасы, но и само русло, замещаясь вытянутыми озёрными котловинами. Сток взвешенных наносов в таких озёрно-русловых системах крайне мал, влекомые наносы встречаются лишь местами, скапливаясь в понижениях на дне русла, в других местах речное дно сложено скальными породами.

Речь идёт о северо-западном регионе России, освободившемся от ледника сравнительно недавно (18–12 тысяч лет тому назад) и включающем восточную и юго-восточную части Фенноскандинавского кристаллического щита, а также прилегающие к нему территории Русской платформы. Речная сеть этого макрорегиона далеко не везде приобрела окончательные плановые очертания, а морфология водотоков, составляющих эту сеть, также ещё далека от завершённости (рисунок 1).



Рисунок 1. Озёрно-русловые системы Северо-Запада России, обсуждаемые в статье:

- 1 – озеро Сайма – река Вуокса – Ладожское озеро; 2 – Ладожское озеро – река Нева – Финский залив;
3 – река Луга – река Россонь – река Нарва; 4 – река Онега (Малая Онега).

Figure 1. Lake-river systems of the North-West of Russia, discussed in the article:

- 1 – Lake Saimaa – River Vuoksa – Lake Ladoga; 2 – Lake Ladoga – Neva River – Gulf of Finland;
3 – River Luga – River Rosson – River Narva; 4 – River Onega (Small Onega).

Методы

Для того чтобы обнаружить аномальные участки речной сети, были применены визуальные и палеорусловедческие (исторические) методы анализа: анализировались космические снимки высокого разрешения и топографические карты разных лет съемки. Кроме того, практиковались непосредственные (натурные) исследования отдельных аномальных участков.

При подготовке настоящего материала проводился тщательный визуальный обзор тех участков гидросети, где при беглом осмотре прослеживалась нетипичная картина её рисунка. В частности, при детальном анализе рисунка речной сети Карелии, которая, собственно, и

легла в основу выделения ещё С.В. Григорьевым в 1950-х годах [Григорьев, 1956] необычных озёрно-речных систем, оказалось возможным выделить по различным сочетаниям формы и длины озёр и проток между ними несколько морфологически разнообразных групп этой сети, отвечающих локальным особенностям их развития. В наших исследованиях такие системы получили название озёрно-русовых (далее – ОРС).

В процессе обзора ОРС были выявлены места с ещё более аномальным строением речной сети. Например, найдено место, где из одного озёра сток происходит сразу по двум протокам, что обычно может наблюдаться только при крайней молодости недавно освободившихся ото льда территорий. Для выявления иных причин

подобной бифуркации рукавов проводилось дистанционное профилирование коренных островов между такими рукавами.

Наконец, район с переменным направлением стока по рекам Россонь и Мертвица был исследован с позиций палеоруслового анализа, при котором в качестве архивов прошлых событий используются формы первичного пойменного рельефа; их следы, как известно, сохраняют те природные условия, в которых они формировались, а также строение различных пойменных массивов.

Элементы палеоруслового анализа, но использующего не первичный пойменный рельеф, а различного рода следы ныне брошенных протоков, сохранившихся в скальных понижениях Карельского перешейка, проводились в бассейне реки Вуоксы.

Результаты

Свойства морфологии речных долин в областях развития поздневалдайского оледенения различаются в зависимости от того, какие процессы преобладали в формировании рельефа в ледниковый период – экзарационные или аккумулятивные. В области ледниковой экзарации сформировались своеобразные водотоки, к которым больше всего применимо обобщённое понятие «озёрно-русловые системы». В общих своих чертах они представляют собой протоки, соединяющие многочисленные озёра. Плановая конфигурация таких водотоков определяется разломами и прогибами докембрийского фундамента, выходящего здесь прямо на поверхность. Однако сложная конфигурация этих разломов, степень их современной активности, неровности кровли фундамента позволили выделить во всем многообразии ОРС несколько групп, различающихся по морфологии и динамике русел и долин в целом и встречающихся на территории Феноскандинавии в пределах Карелии и Финляндии.

К первой группе ОРС можно отнести цепочки вытянутых по направлению движения ледника озёр, соединённых относительно короткими протоками. Эти протоки ещё не

приобрели типичного для речных русел набора эрозионно-аккумулятивных форм рельефа. В плане они имеют относительно прямолинейную форму: ширина их непостоянна, на некотором протяжении она может увеличиваться от 40 до 110 м и вновь уменьшаться (рисунок 2а). Такие протоки практически не врезаются в подстилающие кристаллические породы, дно и берега их часто скальные. Дно между скальными выступами складывается хорошо окатанными галькой и валунами, но происхождение таких отложений ледниковое – это перемытая водными потоками морена или флювиогляциальные отложения, где весь мелкозём унесён водой и отложен в озёрах.

Продольный профиль этих протоков ступенчатый, что вызвано частыми выходами на их дне скальных пород, образующих пороги и невысокие водопады; эффект ступенчатости усиливается, если рассматривать в комплексе протоки и разделяющие их озёра. В целом во всей Карелии на реках насчитывается более 100 водопадов, наиболее известным из которых является водопад Кивач на реке Суне [Григорьев, 1956].

Очевидно, что в таких протоках отсутствуют процессы, типичные для большинства рек, делаая их похожими на каналы. По сути дела, они и есть естественные каналы – каналы стока талых ледниковых вод небольшого размера. Здесь не происходят русловые деформации – наносы, встречающиеся на дне, не двигаются или перемещаются локально в углублениях дна, берега не размываются и не наращиваются, поймы и, соответственно, надпойменные террасы, не образуются.

Морфологически такие системы характеризуются очень высоким коэффициентом линейной озёрности – отношением суммарного протяжения озёр к общему протяжению реки – 60–80% (ОРС озёр Корoppi, Тулос, Айтозёро и других в центральной Карелии). Коэффициент линейной озёрности у реки Лендерка равен 64%, у реки Ковды – 67% [Григорьев, 1958]. В топонимическом отношении ОРС обычно объединяются под единым названием реки; наиболее крупными являются озёрно-русловые системы рек Кемь, Водла, Тулома.

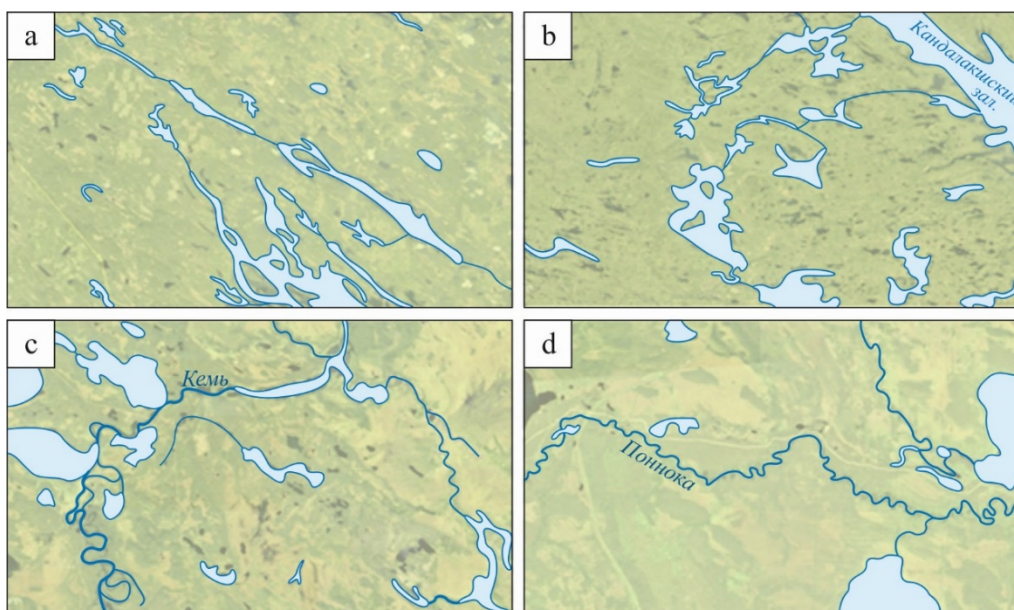


Рисунок 2. Озёрно-русловые системы центральной Карелии:

- а) линейно-вытянутые озёра и соединяющие их прямолинейные протоки (озёра Короппи и Мяндюярви – река Ягнойярви – река Оралампи);
 - б) изометричные озёра и короткие протоки-каналы между ними (озеро Кундозёро – река Кума – озеро Соколожеро);
 - с) широкопойменные меандрирующие реки в межморенных депрессиях (река Кемь);
 - д) интенсивное меандрирование реки Поннока, соединяющей озёра Тиксозеро и Боярское.
- Figure 2.** Lake-channel systems of central Karelia: a) linear-elongated lakes and rectilinear channels connecting them (Koroppi and Myanduyarvi lakes – Yagnoyarvi River – Oralampi River); b) isometric lakes and short channels between them (Kundozero Lake – Kuma River – Sokolozero Lake); c) wide-flood meandering rivers in intermoraine depressions (Kem River); d) intensive meandering of the Ponnoka River connecting Lakes Tiksozero and Boyarskoye.

Такие ОРС широко распространены в северо-западной Карелии, где они возникли в выпаханных двигавшимся ледником понижениях, ориентированных с севера, северо-запада на юг, юго-восток (рисунок 2а). На существование именно такого движения указывают также распространённые на этой территории бараньи лбы и их скопления по берегам озёр – курчавые скалы.

Особую группу образуют ОРС серии проточных озёр северной и восточной Карелии. Здесь сначала происходило таяние глыб мёртвого льда, потом вода проецировалась в понижениях кровли скальных пород, которые сейчас оказались занятыми озёрами. Их очертания совершенно случайны, но чаще всего имеют округлую форму; все они соединены короткими протоками: протоки эти имеют длину не более 3 км, тогда как расстояние по водной глади озера от устья одной протоки до истока

другой, вытекающей из того же озера, составляет 50–70 км (рисунок 2б). Эти протоки имеют скальные берега и ложе, никаких русловых форм в них нет, часто встречаются водопады (например: водопад Киваккакоски на реке Оланге, перетекающей из озера Паанаярви в озеро Пяозеро), таковы системы озёр Сегозеро – Линдозеро, соединённые рекой Сегежей, Выгозеро с реками Верхний и Нижний Выг (освоенные Беломорско-Балтийским каналом) и другие.

Вместе с тем в пределах зоны ледниковой экзарации можно, наряду с ярко выраженными ОРС, встретить и реки третьей группы, обладающие как признаками ОРС, так и обликом типичных рек. Располагаясь между озёрами, они испытывают русловые деформации: по ним осуществляется транспорт наносов, в их руслах размываются берега, образуются отмели, осерёдки, а при их зарастании – пойма

(рисунок 2с). Долины таких рек заложены в понижениях кровли скальных пород, где сверху залегают легкоразмываемые отложения позднечетвертичного или голоценового возраста, принесённые из перемытой морены. Изначально здесь тоже возникали ОРС первых двух групп, но при последовательном ослаблении приледниковых потоков и спуске приледниковых озёр, на протоках между озёрами, оказавшихся в рыхлых породах, начали происходить русловые деформации – размывы берегов, аккумуляция размытого и донного материала, ставшего аллювием. Протоки между озёрами стали постепенно извилистыми или, реже, разветвлёнными руслами, на их берегах стали появляться фрагменты сегментно-гривистой или островной поймы. На перегибах между излучинами сформировались гряды перекатов.

Некоторые небольшие реки этой группы, вытекая из озёр, на большей части своего дальнейшего пути интенсивно меандрируют с образованием сегментно-гривистой поймы, пересечённой старицами (рисунок 2d). Таковы, например, реки Тикшозёрка и Поннока, вытекающие из озера Тикшозеро и лишь через 20 км впадающие в озеро Боярское и затем в реку Чирко-Кемь. На всём своём протяжении эти реки

активно меандрируют – коэффициент извилистости их русел приближается к 2.

Относительно крупные реки на своём протяжении могли несколько раз менять свой облик – на участках, сложенных скальными породами, они переходят в группу ОРС – беспойменных, прямолинейных, скально-валунных, но попадая в понижения кровли, сложенные размываемыми породами, они приобретают облик типичных рек с руслами, отмелями, поймами. Такими, например, являются реки Шуя, Суна, Кемь – средний коэффициент их озёрности составляет 25–30% (40% у реки Кемь).

Характеризуя свойства речной сети в области ледниковой экзарации, можно найти и другие следы, говорящие о её крайней молодости и невыработанности. Например, протоки, соединяющие озёра с реками, могут подходить к этим рекам под острым углом, будучи направленными против течения основной реки, или же неожиданно образуют хаотичную сетку рукавов, обтекающих сложенные ледниковыми отложениями острова-останцы в русле; из одного и того же озера могут вытекать две протоки одинаковой водности (рисунок 3).

Сколь-нибудь чёткой региональности, то есть закономерного распространения ОРС той



Рисунок 3. Бифуркация рек в озёрно-русловых системах – две протоки, вытекающие независимо друг от друга из озера Нюк и впадающие в реку Чирку-Кемь.

Figure 3. Bifurcation of rivers in lake-channel systems – two channels flowing independently from each other from the lake Nyuk and flowing into the Chirka-Kem River.

или иной группы на изучаемой территории почти не просматривается. К закономерному распространению можно отнести:

а) относительно частую встречаемость в северо-западной Карелии ОРС с линейно-вытянутыми озёрами и соединяющими их протоками;

б) преобладание на юге Кольского полуострова и на севере Карелии ОРС с короткими протоками между обширными озёрами округло-причудливой формы;

в) большое распространение меандрирующих русел между озёрами в южной Карелии и на севере Ленинградской области.

В первом случае, где ОРС имеют линейную конфигурацию, такое соотношение озёр и проток можно объяснить активным движением льда, формирующего речные долины по тектонически обусловленным трещинам в земной коре, во втором – наоборот, малой подвижностью и невысокой экзарационной способностью ледникового щита в области накопления льда, в третьем случае меандрирование русел между островами объясняется преобладанием аккумулятивных процессов в ледниковой толще.

В области ледниковой аккумуляции на территории Русской равнины водотоки приобретают иной вид, более соответствующий обычным рекам. Здесь, в отличие от области экзарации, они протекают не по обнажённым кристаллическим породам Фенноскандинавского щита, а по моренным и озово-камовым равнинам, сложенным валунными суглинками, супесями, разнотерными песками, гравием и галькой, которые чередуются с озёрными и зандровыми котловинами, выстланными глинами и песками. Многие озёра к настоящему времени уже полностью спущены.

Речные долины приобретают чётко выраженный врезанный поперечный профиль, характер которого зависит от величины реки. Например, реки средних размеров, такие как Оредеж, Луга, Мста, при пересечении моренных полей врезаются в них, образуя узкопойменные V-образные долины, как правило, лишённые

террас; в межморенных и особенно в зандровых понижениях такие реки становятся широкопойменными, а долины – террасированными. Малые реки, наоборот, в моренных полях текут в широкопойменных долинах, как бы скользя по кровле морены. В котловинах малые реки, наоборот, уже успели врезаться в подстилающие рыхлые отложения и становятся врезанными, узкопойменными [Чернов, 2009]. Сохранившиеся озёра в областях ледниковой аккумуляции занимают подчинённое положение, в единые системы с водотоками они не объединяются и ОРС не образуют. Русла при пересечении моренных гряд изобилуют порогами, сложенными из валунов.

Таковы основные особенности молодых рек, разрабатывающих свои долины в областях сравнительно недавно (в конце осташковского оледенения) освободившихся от ледяного покрова, и обобщённые географические закономерности их распространения по этой территории. Однако только здесь можно встретить уникальные речные системы, возникшие в результате крупных перестроек речной сети на этапе перехода от ледниковых геоморфосистем к послеледниковым – либо недавно завершённых, либо ещё находящихся в стадии завершения. В первую очередь к таким перестройкам относится система река Вуокса – Ладожское озеро – река Нева, обеспечивающая сток из Ладожского озера после регрессии Балтийского ледникового озера и изоляции Ладоги от Балтики (11,5 тысяч лет назад). Проблема эволюции системы Вуокса – Ладожское озеро – Нева давно вышла за пределы сугубо научных исследований, она вызывает широкий интерес у петербургской и ленинградской общественности, порождает различные толкования, иногда довольно далёкие от реальных событий: так, на Интернет-канале «Музей Оранеллы», посвящённом главным образом проблемам Петергофа, в 2021 году (20 мая) вдруг появилась красочная статья «Вуокса: речная драма сестры Невы»¹, иллюстрированная современными и

¹Вуокса: речная драма сестры Невы | Музей Оранеллы | Дзен [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/media/oranela/vuoksa-rechnaia-drama-sestry-nevy-60a641c937335705558cbb67>.

историческими картографическими материалами и фотографиями. В этой статье приводятся взгляды ее авторов на проблему Сайменского озера – Вуоксы – Ладожского озера – Невы. Мы приводим ссылку на эту статью, но не предполагаем на этих страницах вступать в дискуссию относительно положения древнего стока из Ладожского озера в Балтийское море и времени образования современной Невы.

Ещё в середине голоцена сток воды из Ладожского озера и с его обширного водосборного бассейна, куда входят системы Онежского озера и озера Ильмень, происходил в северной части Карельского перешейка по озёрно-русловой системе, куда входила пра-Вуокса [Subetto et al., 2020], возникшая относительно недавно – около 5 700 лет назад в результате сильного землетрясения [Subetto et al., 2018].

Последующее изостатическое поднятие порога стока в северной части Карельского перешейка (Вещево–Хейниоки) привело к постепенному уменьшению стока из Ладожского озера в Балтийское море по системе реки Вуоксы, к последовавшей за этим трансгрессии ладожских вод, поднятию уровня озера до 18–22 м и формированию нового стока из него – реки Невы [Субетто, 2009]. Сток по реке Вуоксе при этом изменил направление на противоположное – из озёр южной Финляндии в Ладожское озеро.

Сейчас древняя Вуоксинская ложбина стока представляет собой сложную ОРС, представленную двумя ветвями. Северная ветвь древняя, созданная ещё при таянии ледника: она представляет собой весьма изогнутый путь из озера Вуокса-южное через реку Вуокса-Вирта, озёра Балахновское, Тростниковое, затем с очередной бифуркацией потока на собственно реку Вуоксу и реку Беличью, слиянием двух разделившихся рек в озере Вуокса-северное и впадением в Ладожское озеро возле города Приозёрска (рисунок 4).

Южная ветвь более короткая – через озеро Суходольское и реку Бурную. Впадение этой ветви в Ладожское озеро находится в 52 км

южнее. Разработка южной ветви ОРС Вуокса произведена искусственно в 1857 году, когда в результате взрывных работ на участке Вуокса-Суходольское была создана Лосевская протока. С этого времени река Вуокса потекла через озеро Суходольское и реку Бурную в Ладожское озеро. Длина Лосевской протоки ныне составляет 0,8 км, ширина в среднем – 75 м, а падение – около 3,1 м/км. Через протоку стал проходить практически весь объём стока реки Вуоксы, собираемого на огромном водосборе площадью 68 700 км² (включая водосбор озера Сайма) [Пивовар, 2021]. В настоящее время сток по Вуоксинской ОРС сохраняется, как и в среднем голоцене – из озера Сайменского через южную ветвь ОРС Вуокса в Ладожское озеро.

В целом вся ОРС реки Вуоксы морфологически похожа на другие ОРС, но выделяется среди них явным преобладанием озёр над русловыми отрезками с большим количеством порогов и водопадов в них, большой длиной (до 30 км) и шириной (0,5–1,5 км) этих озёр, наличием каменных островов в русле. Её можно отнести к первой группе ОРС.

Долина современной реки Невы также отличается своеобразием. Она как бы разделяется на две непохожие друг на друга части. Верхняя Нева (до Ивановских порогов) напоминает русловые составляющие в ОРС Карельского перешейка своей невыдержанной шириной, изменяющейся от 1 000 до 300 м, беспойменной и бестеррасовой долиной, ориентированной с северо-востока на юго-запад. Эта часть долины представляет собой молодую долину прорыва, разработанную на месте долины малой реки Мги после перекрытия стока из Ладожского озера через систему реки Вуоксы. Ниже Ивановских порогов долина резко меняет ориентировку на юго-восточную – северо-западную; здесь река наследует долину другой малой реки – реки Тосно, впадающую сейчас в реку Неву слева. Пойма и террасы по-прежнему отсутствуют, но ширина реки становится более выдержанной (300–450 м).



Рисунок 4. Уникальная озёрно-русловая система «Озеро Сайма – река Вуокса – Ладожское озеро – река Нева»: а) река Вуокса является древним каналом стока из Ладожского озера в Балтийское море; б) долины прорыва рек Вуоксы и Невы; в) река Нева, унаследовавшая долину реки Тосно.

Figure 4. The unique lake-channel system «Lake Saimaa – Vuoksa River – Lake Ladoga – Neva River»:

a) the Vuoksa River is the ancient position of the flow from Lake Ladoga to the Baltic Sea;

b) the Vuoksa River and Neva River breakthrough valleys;

c) the Neva River, which has inherited the valley of the Tosno River.

Ещё один необычный рисунок речной сети, который можно объяснить только её молодостью, расположен в нижнем течении реки Онеги, перекрывавшейся, как и все рассмотренные ранее реки, в поздневалдайское время ледником. Здесь, на удалении 58 км выше устья, река разделяется на два самостоятельных рукава, отходящих друг от друга в противоположных направлениях. Влево уходит река Малая Онега, вправо – просто река Онега (рисунок 5).

Судя по ширине обоих рукавов, водность их в месте разделения примерно одинаковая (ширина обоих рукавов здесь около 140 м), но в правый рукав вскоре впадает небольшая река Кодина и его ширина возрастает до 220 м. В левый рукав незадолго до слияния впадает река Кожа — с тем же морфологическим эффектом. Так что при слиянии ширина обоих рукавов вновь становится приблизительно равной. Длина левого рукава (реки Малой Онеги) составляет 21 км, длина правого рукава – 33 км. Расстояние между рукавами достигает 9–11 км, относительная высота острова между рукавами над урезом воды в рукавах достигает 13 м. Ландшафты острова

представлены округлыми озёрами и болотами с элементами деллей. Слияние двух рукавов, так же, как и их разделение, происходит с противоположных сторон, и ниже река Онега течёт в едином русле – порожищем, слабоизвилистом или относительно прямолинейном, с фрагментами гривистой поймы у выпуклых берегов. Нижние 23 км русла можно представить себе как слаборасширяющийся к устью эстуарий.

Очевидно, что данное разделение реки не является пойменным, а остров — не останец террасы в пределах одной долины; оно является реликтом периода таяния ледника, когда на его периферии происходил сток талой воды. Этот сток в моренной холмистой местности не образовывал задровых равнин, а использовал различные случайные понижения между холмами. После стаивания ледника большая часть таких ложбин заболотилась и вовсе пересохла, однако в месте разделения, о котором идёт речь, условия для сохранения стока по межморенным понижениям сохранились.



Рисунок 5. Разделение долины реки Онеги на две самостоятельных реки: реку Онегу (правый рукав) и реку Малую Онегу (левый рукав) в 58 км выше устья всей реки Онеги.

Figure 5. Division of the Onega River valley into two independent rivers: Onega River (right sleeve) and the Small Onega River (left sleeve) 58 km above the mouth of the entire Onega River.

Удивительная река Россонь расположена на приморской равнине южного обрамления Финского залива Балтики, в зоне ледниковой и морской аккумуляции. Она соединяет реки Лугу и Нарву и имеет переменное направление течения: во время половодья на реке Луге сток направляется отсюда в реку Нарву, но в межень, когда расход воды в зарегулированной озёрами реке Нарве выше, чем в реке Луге, течение направляется в обратную сторону. Русло реки Россони меандрирует, у выпуклых берегов сформирована современная сегментно-гривистая пойма; ориентировка грив указывает на формирование этой поймы потоком, текущим из реки Луги в реку Нарву, то есть во время половодья на реке Луге (рисунок 6).

Гидрография рек Луги и Нарвы во многом определялась периодическим изменением уровня Балтийского водоёма на протяжении всего голоцена [Летюка, Субетто, Леонтьев, 2017]. В этот период река Нарва то впадала в реку Лугу, то приобретала самостоятельный сток в Балтийский водоём. В частности, в регрессивную фазу Анцилового озёра (около 8,5 тысяч лет назад) река Нарва в районе Ивангорода направлялась к востоку и впадала в реку Лугу. На регрессивной

фазе Литоринового моря соединения рек Нарвы и Луги не произошло – обе реки впадали в обширную лагуну самостоятельно. Дальнейшее понижение уровня Литоринового моря вызвало постепенный спуск этой лагуны и разделения её на две небольшие, связанные между собой, акватории, в одну из которых впадала река Нарва, а в другую – река Луга. Водная масса лагуны «нарвской акватории» (в настоящее время это болото Лекова-со) постепенно замещалась стоком из реки Нарвы, а её сток происходил в «лужскую акваторию». Постепенное снижение уровня лагуны привело к тому, что реки Нарва и Луга прокладывали вслед за отступающей береговой линией свои русла, пока не соединились к западу от Куровичского плато в районе деревни Большое Кузёмкино около 5 тысяч лет назад. На трансгрессивной фазе Лимниевского моря реки Нарва и Луга вновь обособляются друг от друга: река Нарва сформировала выше по течению новое устье в районе озера Вайкне, которое в XIII веке было искусственно переброшено в её нынешнее расположение. Участок реки Нарвы между её «лужским» и новым устьем около 3,5 тысяч лет назад стал самостоятельной рекой – Россонь. Её существование поддерживается уникальным

соотношением режимов рек Нарвы и Луги. Расход реки Россони незначителен, однако из-за её зависимости от расхода реки Луги, эрозионно-аккумулятивные процессы могут достигать

катастрофических последствий. В частности, сохранились следы крупных наводнений, размыва, образования дельты и перехвата, происходившие в последние несколько сотен лет.

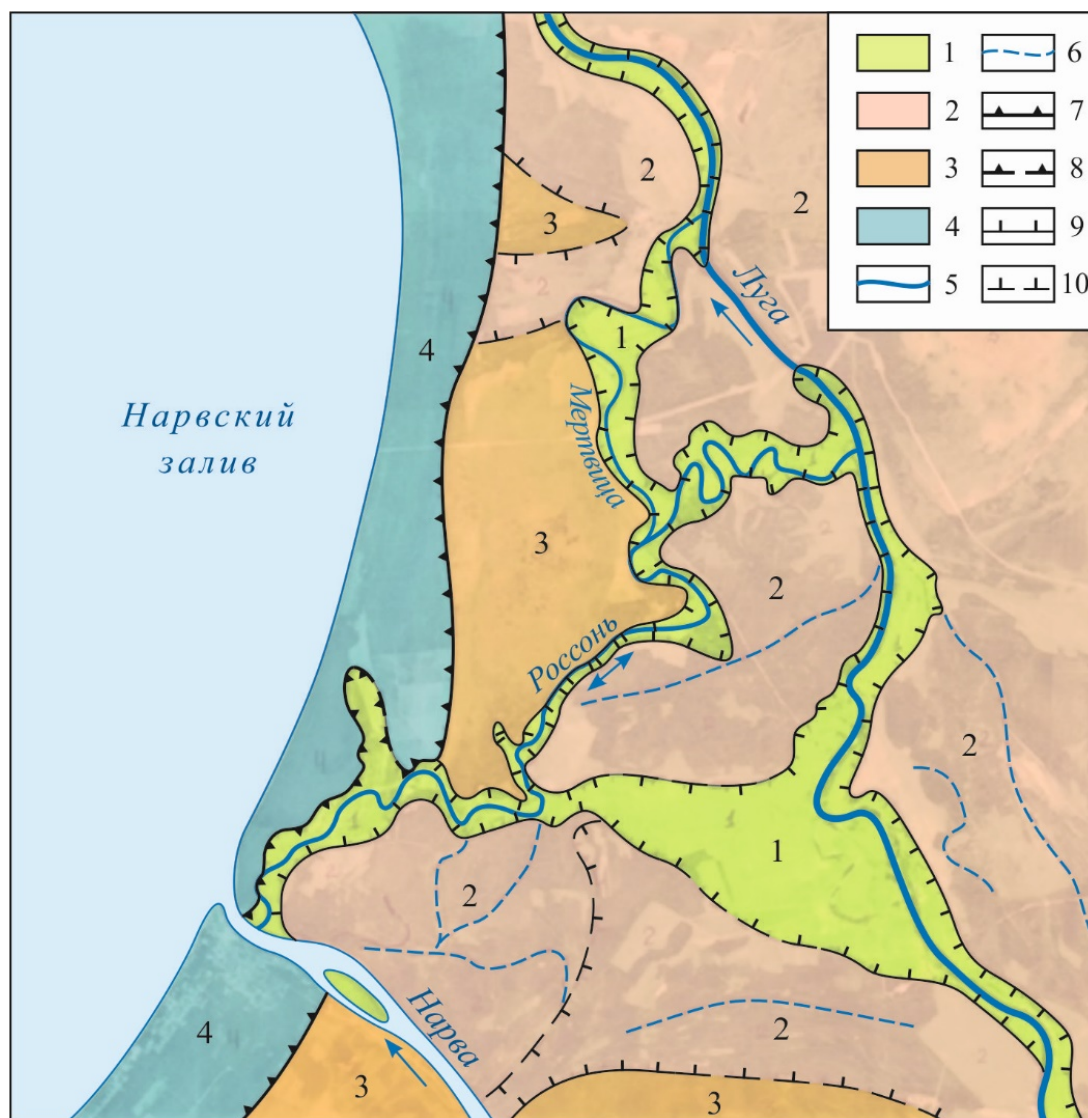


Рисунок 6. Русловая-дельтовая система «Луга – Россонь – Нарва».

Условные обозначения: 1 – современная пойма рек Луги, Россони, Мертвицы и голоценовой дельтовой равнины между ними; 2 – фрагменты позднеледниковой дельты Луги, ныне – 1-й надпойменной террасы; 3 – останцы внутри позднеледниковой дельты; 4 – морская равнина; Современные водотоки: 5 – действующие, 6 – отмирающие староречья и сухие ложбины на пойме;

Границы морской прибрежной равнины: 7 – чёткие, 8 – предполагаемые;

Границы террас и останцов позднеледниковой дельты Луги: 9 – чёткие, 10 – предполагаемые.

Figure 6. Channel-delta system "Luga – Rosson – Narva".

Legend: 1 – the modern floodplain of the Luga, Rossoni, Deadwood rivers and the Holocene delta plain between them; 2 – fragments of the Late Glacial delta of the Luga, now the 1st above-floodplain terrace; 3 – remnants inside the Late Glacial delta; 4 – sea plain.

The modern watercourses: 5 – active, 6 – dying old rivers and dry hollows on the floodplain.

The boundaries of floodplain and the marine coastal plain: 7 – clear, 8 – alleged;

The boundaries of terraces and indigenous delta outliers: 9 – clear, 10 – alleged.

Обсуждение

Резюмируя сказанное, можно отметить, что все приведённые выше примеры аномальных ситуаций в рисунке речной сети и формировании речных долин и русел являют собой чрезвычайно редкое в современных условиях явление продолжения формирования речной сети. Очевидно, что процессы формирования речной сети в регионах, имеющих значительно более длительную геологическую историю, уже завершились и именно в этом, устойчивом виде представляются современному наблюдателю. Однако в молодых ландшафтах, безлёдное существование которых едва ли превышает 15–17 тысяч лет, или испытывающих частые изменения уровня приёмных бассейнов, исследователям даётся возможность проследить различные этапы формирования речной сети, причём в разных геолого-тектонических и литологических условиях.

Благодарности

Работа выполнена по плану темы государственного задания НИЛ эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева МГУ имени М. В. Ломоносова «Гидрология, морфодинамика и геоэкология эрозионно-русловых систем», государственного задания Министерства просвещения России по проекту № FSZN-2020-0016.

Литература

- Григорьев С.В. Водопады Карелии. Петрозаводск: Госиздат Карельской АССР, 1956. 75 с.
- Григорьев С.В. О линейной озёрности рек // Известия Карельского и Кольского филиалов АН СССР. 1958. №4. С. 76–82.
- Летюка Н.И., Субетто Д.А., Леонтьев П.А. Формирование и развитие Наровского-Лужского соединения в голоцене // Известия РАН. Серия географическая. 2017. № 3. С. 65–81. DOI: [10.7868/S0373244417030069](https://doi.org/10.7868/S0373244417030069).
- Пивовар А.В. Эволюция гидрографической сети Карельского перешейка в позднем голоцене // Коллективная монография по материалам X

В завершение обзора можно взглянуть на практический аспект использования весьма своеобразного ресурсного потенциала рек, сформированных на территории последнего ледникового покрова. Невыработанность их продольных профилей, частое чередование порогов и водопадов располагает к максимальному использованию их гидроэнергетического потенциала. Вторым по значению ресурсом ОРС является туристско-рекреационный потенциал: в большей степени в районах ледниковой экзарации, в меньшей – в районах ледниковой моренной аккумуляции, акцентируя внимание не только на прохождении порогов, но и на уникальность ОРС в целом и отдельных объектов, в них входящих. В то же время в ОРС нельзя допускать практиковавшуюся в прошлом и несвойственную им функцию транспортировки плотов или какого-либо иного сплава, кроме сплава байдарками.

Acknowledgments

The work was carried out according to the plan of the topic of the state task by the N.I. Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and riverbed processes of Lomonosov Moscow State University "Hydrology, morphodynamics and geoecology of erosion-channel systems", the state task of the Ministry of Education of Russia under project No. FSZN-2020-0016.

References

- Chernov A.V. *Geografiya i geoekologicheskoe sostoyanie rusel i poim rek Severnoi Evrazii [Geography and geoecological state condition of riverbeds and floodplains of the rivers of Northern Eurasia]*. Moscow, Publ. Krona, 2009. 684 p. (In Russian).
- Grigor'ev S.V. *Vodopady Karelii [Waterfalls of Karelia]*. Petrozavodsk, Publ. of Gosizdat of the Karelian ASSR, 1956. 75 p. (In Russian).
- Grigor'ev S.V. O lineinoi ozernosti rek [On the linear lake character of rivers]. *Izvestiya Karel'skogo i Kol'skogo filialov AN SSSR [News of the Karelian and Kola branches of the USSR Academy of Sciences]*, 1958, no. 4, pp. 76–82.

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие (г. Санкт-Петербург, 27–28 октября 2021 г.). СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2021. С. 516–523.

Субетто Д.А. Донные отложения озёр: Палеолимнологические реконструкции. СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. 343 с.

Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М.: Крона, 2009. 684 с.

Subetto D.A., Kuznetsov D.D., Minina M.V., Druzhinina O.A. Palaeorunoff from Lake Ladoga to the Baltic Sea during the Holocene // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2020. Том 2. Вып. 2. С. 148–157. DOI: [10.34753/HS.2020.2.2.148](https://doi.org/10.34753/HS.2020.2.2.148).

Subetto D.A., Shvarev S.V., Nikonov A.A., Zaretskaya N.E., Poleshchuk A.V., Potakhin M.S. New evidence of the Vuoksi River origin by geodynamic cataclysm // Bulletin of the Geological Society of Finland. 2018. Vol. 90. Pp. 275–289. DOI: [10.17741/bgsf/90.2.010](https://doi.org/10.17741/bgsf/90.2.010).

(In Russian).

Letyuka N.I., Subetto D.A., Leontiev P.A. Formirovanie i razvitie Narovskogo-Luzhskogo soedineniya v golotsene [Forming and development of the Narva-Luga connection in the holocene]. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya. [Izvestiya RAN (Akad. Nauk SSSR). Seriya Geograficheskaya]*, 2017, no. 3, pp. 65–81. (In Russian; abstract in English). DOI: [10.7868/S0373244417030069](https://doi.org/10.7868/S0373244417030069).

Pivovarov A.V. Evolyutsiya gidrograficheskoi seti Karel'skogo peresheika v pozdnem golotsene [Evolution of the hydrographic network of the karelian isthmus in the late Holocene]. *Kollektivnaya monografiya po materialam 10oi Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem Prirodnoe i kul'turnoe nasledie: mezhdistsiplinarnye issledovaniya, sokhranenie i razvitie (Sankt-Peterburg, 27–28 oktyabrya 2021) [Collective monograph based on the materials of the 10th All-Russian scientific and practical conference with international participation Natural and cultural heritage: interdisciplinary research, conservation and development (St. Petersburg, October 27–28, 2021)]*. St. Petersburg, Publ. of A.I. Herzen Russian State Pedagogical University, 2021, pp. 516–523. (In Russian; abstract in English).

Subetto D.A. *Donnye otlozheniya ozer: Paleolimnologicheskie rekonstruktsii [Bottom sediments of lakes: Paleolimnological reconstructions]*. St. Petersburg, Publ. of A.I. Herzen Russian State Pedagogical University, 2009. 343 p. (In Russian).

Subetto D.A., Kuznetsov D.D., Minina M.V., Druzhinina O.A. Palaeorunoff from Lake Ladoga to the Baltic Sea during the Holocene. *Hydrosphere. Hazard processes and phenomena*, 2020, vol. 2, iss. 2, pp. 148–157. DOI: [10.34753/HS.2020.2.2.148](https://doi.org/10.34753/HS.2020.2.2.148).

Subetto D.A., Shvarev S.V., Nikonov A.A., Zaretskaya N.E., Poleshchuk A.V., Potakhin M.S. New evidence of the Vuoksi River origin by geodynamic cataclysm. *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 2018, vol. 90, pp. 275–289. DOI: [10.17741/bgsf/90.2.010](https://doi.org/10.17741/bgsf/90.2.010).