

Д.В.Севастьянов, Д.А.Субетто, Е.Д.Сикацкая, О.Е.Степочкина
**ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ ОЗЕРНО-РЕЧНОЙ СЕТИ
В БАССЕЙНЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА В ГОЛОЦЕНЕ**¹.

Изучение процессов лимногенеза и динамики развития озерно-речных геосистем в прошлом, оценка их современного состояния и тенденций развития - важная научная проблема, от решения которой во многом зависит выбор подходов и приоритетов в решении вопросов охраны водных ресурсов и рационального природопользования в связи с интенсивным хозяйственным освоением природных ресурсов региона и новыми аспектами в перспективном экономическом планировании.

В течение последних трех столетий антропогенное влияние на водные геосистемы в бассейне Ладоги непрерывно возрастало. Рост населения и интенсификация хозяйственной деятельности в регионе (создание новых фортификационных сооружений и населенных пунктов, спуск озер, мелиорация болот, строительство каналов и пр.) привели к существенным преобразованиям озерно-речной сети и вызвали ряд серьезных изменений в наземных и водных экосистемах. В частности, интенсивная мелиорация таежно-болотных ландшафтов региона, начавшаяся в XIX веке, широко распространилась на территории юга Финляндии и в Карелии и сопровождалась искусственным понижением уровней озер и преобразованием озерно-речной сети в целях быстрого осушения и сельскохозяйственного освоения прилегающих к озерам территорий и создания водно-транспортных коммуникаций. В результате наиболее существенным преобразованием подверглась гидрографическая сеть на Карельском перешейке. Благодаря созданию плотин на реках образовались Сестрорецкий разлив, озера Меднозаводское и Елизаветинское и ряд других. Но наиболее крупные изменения гидросети были связаны с понижением уровня Сайменской системы озер, оз.Суходольского (Суванто) и изменением направления стока р.Вуоксы.

В последние годы структура антропогенных воздействий на ландшафты региона стала иной. Приостановлены мелиоративные работы, прекращен молевой сплав леса по рекам и озерам, возросло количество насыпных грунтовых дорог, создающих локальный подпор естественного стока и заболачивание больших участков лесов, не поддерживается и значительно ухудшился искусственный дренаж лесных, луговых и болотных угодий. Это сопровождалось выведением из сельскохозяйственного оборота освоенных ранее лесных и луговых угодий, ухудшением качества травостоя и ускорением закустаривания лугов, распространением заболоченных территорий. Сплошные вырубki леса, практикуемые в последнее время в Карелии и Архангельской обл., вопреки существующим нормам, не компенсируются лесовосстановительными работами, что вызывает усиление эрозионных процессов и плоскостного смыва в водоемы, ускоряя заиливание, обмеление и заболачивание озер.

В то же время в сферу хозяйственной деятельности все больше включаются не только традиционные для зоны тайги лесные и водные ресурсы, но и

¹. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект № 98-05-65632.

минеральные. Наряду с активной вырубкой лесов и развитием целлюлозно-

бумажных производств, с характерными для этих видов деятельности нарушениями природного равновесия в наземных и водных геосистемах, возникают новые очаги горнодобывающей промышленности (карьеры, прииски), планируется строительство новых нефте- и газопроводов.

В связи с изложенным одним из важных направлений наших исследований был анализ существующих представлений об эволюции водных объектов и выявление длительновременных тенденций в развитии геосистем бассейна Ладожского озера на протяжении голоцена в сопоставлении их с новейшими изменениями озерно-речной сети, выявленными в ходе полевых работ.

Проблема истории развития Ладожского озера и других озер его бассейна, загадка образования р. Невы до настоящего времени по многим аспектам остаются дискуссионными. Имеющиеся фундаментальные обобщения, выполненные коллективами авторов [1-4 и др.], не решают целый ряд важных вопросов, требующих дальнейшей научной проработки. Главными из них являются время возникновения р. Невы, место и направление стока из Ладоги до предполагаемого прорыва р. Невы.

По существующим представлениям последнее сокращение Балтийского ледникового щита происходило неравномерно, как и последовавшие за этим спуск Балтийского приледникового озера (БЛО) и изостатическое поднятие территории.

Считается, что около 13 тыс. л.н. началось отступление края ледника от Лужской стадии распада оледенения и освобождение ото льда Невской низины и южной части Ладожской котловины. К югу от Онежской котловины существовало Южно-Онежское озеро, которое являлось частью Верхне-Волжской системы приледниковых озер и имело сток в Белое море [1].

Около 10,3 тыс. л.н. в районе современной горы Билленген между двумя крупными озерами Веннерн и Веттерн в центре Швеции, распад ледниковой лопасти привел к открытию более низких порогов стока и катастрофическому падению уровня БЛО (за 1–2 года) с 95 м до 25 м (рис. 1), что вызвало освобождение из-под воды огромной территории, прилегавшей к краю ледникового щита [Уточнения S. Björck, 1995]. С этого времени Ладога и Онега обособились, и, как и для других крупных озерных котловин Северо-Западного региона, на начальном этапе развития их контуры существенно отличались от современных. Онежское озеро на этом этапе занимало только южную часть современной котловины и имело сток по сквозной долине Ошта-Тукша-Оять и его уровень понизился до отметки 100 м.

Около 9500 л.н. вследствие трансгрессии Онежского озера на юг, которая была вызвана изостатическими подъемами северного побережья, произошел прорыв р. Свири и образование стока в Ладогу, что привело к постепенному понижению уровня Онеги до 75 - 55 - 45 - 35 м по мере врезания р. Свири [4]. Бассейны Онеги и Ладоги соединились и начали изменяться молодые озерно-речные системы, замыкавшиеся на эти крупнейшие водоемы.

Располагаясь на юго-восточной границе Фенноскандии, в зоне глубинной трещиноватости земной коры, Ладога, Онега, Водлозеро и некоторые другие рассматриваемые озера, относятся к одному гидрографическому бассейну (рис. 2). Кроме того, они имеют общую историю послеледникового развития, которая зафиксирована в стратиграфии, составе и строении донных озерных отложений. Время существования БЛО в позднеледниковые отмечено накоплением многометровых толщ ленточных глин. Прорыв и спуск БЛО в начале голоцена привел к появлению локальных нарушений этих осадков. В разрезах озерно - болотных отложений данному времени соответствуют размыв глин и отложение тонкозернистых песков. В структуре осадков в пределах трассы предполагаемого стока из пр.Ладоги, располагавшегося длительное время на севере Карельского перешейка - Хейниокского пролива, соединявшего Ладогу и Балтику, обнаруживаются несогласное залегание озерных илов на глинах или прослойки песка, перекрывающие ленточные глины, отложенные в период спуска БЛО. Выше по разрезам прослойки песков перекрываются органо - минеральными озерными отложениями (сапропелями) и болотными торфами [5, 6]. Датировки обломков древесины, погребенной в прослойке песков из + / Björck S. A review of the history of the Baltic Sea, 13,0-8,0 ka BP. // *Quaternary International*. 1995, vol. 27.

разреза Нижнеосиновского болота (район пос. Вещево), показывают возраст 9220 ± 70 л.н. (ЛУ - 2181) [7], а из песков в разрезе отложений озер Суури - Мянтю-лампи (район пос. Кузнечное) 10790 ± 680 л.н. (ЛУ - 3247) [6].

Начиная со второй половины пребореального времени и в бореале по имеющимся данным происходил подъем уровня Ладоги до 18 - 25 м. Это считается следствием Анциловой трансгрессии Балтики, которая проникала в Ладогу через Хейниокский пролив. Отмеченный уровень датирован по торфам, залегающим в террасах северо - восточного Приладожья, возраст которых от 8760_{+100} до 8170_{+80} л.н. [8]. На этом же уровне выявлена верхняя из береговых террас в северо - западном Приладожье [6].

Вопрос о том, где же располагался исток из Ладоги в период Анциловой трансгрессии и регрессии до сих пор остается не решенным окончательно.

В начале атлантического времени около 8000 л.н. уровень Ладоги вновь понижается до отметок, вероятно, ниже современного положения, что фиксируется по данным изучения донных отложений в мелководной южной части озера [1,5,9]. Происходит расчленение Ладоги и Балтики, обсыхает Хейниокский пролив, и обособляются многие озера Карельского перешейка, в которых формируются органогенные илы, а в устьях рек образуются торфяники. По данным разных авторов, их радиоуглеродный возраст составляет 7870_{+110} л.н. в районе Питкяранты, 7970_{+260} и 7960_{+230} л.н. в устье р.Оять, 7110_{+170} л.н. - на р.Вьюн, 6900_{+70} л.н. - на р.Олонке [8-10]. Принято считать, что сток из Ладоги в это время направлялся через систему проток озерно-речной системы Вуоксы в Выборгский залив, а порог стока из Ладоги находился в районе современного пос. Вещево и был, вероятно, ниже современной отметки 18 м [1-4].

Наиболее интересным и дискуссионным периодом в истории Ладоги является отрезок времени последних 6000 лет. Этап, получивший в литературе наименование “Ладожской трансгрессии”, соотносится с интервалом 5000 - 2900 л.н. Причины этой “трансгрессии” трактуются неоднозначно.

М. Саарнисто [11] главную причину видел в опережающем изостатическом поднятии земной коры на северном побережье Финского и Балтийского залива. Вследствие этого прекратился сток вод из Сайменской системы озер в Финский залив, а в результате перекоса возник новый порог стока через краевую гряду морены Сальпаусселькя – I у г. Иматра в систему р. Вуокса, (которая в то время текла из Ладоги в Балтику!). Воды крупнейшей Сайменской озерной системы Финляндии, которая подпруживается грядами морен Сальпаусселькя, по его представлению, прорвались в Ладогу, резко увеличив приходную часть водного баланса озера. (Возможно, этому здесь способствовали и сейсмические проявления. Следы дислокаций озерно-речных осадков мы неоднократно наблюдали в зачистках обнажений).

По мнению А.В. Шнитникова [12,13], развитие Ладожской трансгрессии было обусловлено очередным многовековым ритмом колебания общей увлажненности, который широко проявился в данный период голоцена и что могло привести к прорыву вод из оз.Сайма и к значительному возрастанию стока в Ладогу с обширного водосборного бассейна,

По-видимому, в этот период сложилось действие нескольких факторов, эндогенных и экзогенных, которые способствовали существенным преобразованиям гидрографической сети бассейна и водного баланса Ладоги.

Результатом развития новой “трансгрессии”, как принято считать, явился перелив Ладоги через Мгинско - Тосненский водораздел, имевший отметку 18-19 м, и образование р. Невы. Большинство исследователей, начиная с Г. де Геера и Ю. Айлио, на которых позднее ссылался Д.Д. Квасов [3], считали, что Невская протока между Ладогой и Балтикой образовалась главным образом, за счет гляциоизостатического поднятия северного Приладожья и Прионежья и перекоса Ладожской котловины, вследствие которого воды озера затопили ее южную часть и внедрились в долину праМги, впадавшей в Ладогу. Они достигли высоты Мгинско-Тосненского водораздела, размывли его и осуществили спуск вод Ладоги по долине пра-Тосны, впадавшей ранее в

Финский залив. При этом нижние части долин были расширены и углублены стоком из Ладоги.

Время максимума Ладожской трансгрессии и начало образования р. Невы у разных авторов имеет различные датировки. Ю. Айлио и С.А. Яковлев (1926 г.) считали, что Нева возникла в период 4,0-4,5 тыс. л. н. Позднее К.К. Марков и др. [14] указывали на кратковременность Ладожской трансгрессии, которая умещалась в часть суббореального периода. О.М. Знаменская и др. [15] датируют ее 2000 л.н., а Д.Д. Квасов [3] - промежутком 2,3 – 1,2 тыс. л.н. По данным М. Саарнисто [4, 11], Нева возникла около 3100 л.н. (см.рис.1).

В работе Д.Б. Малаховского и др. [7] приводятся новые выводы о времени Ладожской трансгрессии и образования р. Невы, которые уточнены по датировкам разновозрастных террас и кровли торфяников, подстилающих осадки трансгрессии в разрезе “ Невский лесопарк” (2800 - 3000 л.н.) и перекрывающих их в разрезе “ Невский пяточок” (2400 л.н.). Таким образом, на основе этих данных за короткий промежуток времени около 400 лет уровень Ладоги понизился с 18 до 5 - 6 м, что вполне реально, учитывая, что южный водораздел озера был сложен рыхлыми осадочными породами, тогда как западный, Хейниокский, – кристаллическими.

Однако, у такой гипотезы есть ряд спорных положений. Во-первых, остается неясным вопрос о месте стока из Ладоги в ходе регрессии озера ниже порога стока Хейниокского пролива, вплоть до образования р.Невы. Так, по данным Н.Н.Верзилина и Н.А.Калмыковой [16,17], в разрезе осадков в верховьях р.Невы присутствуют однородные по литологическому составу ритмично-слоистые аллювиальные отложения, накапливавшиеся в течение всего позднеледникового времени и свидетельствующие о чередовании трансгрессивных и регрессивных фаз в истории Ладоги, а также о существовании стока по праНеве со времени дегляциации Невской низины. Возможно, эта ложбина стока существовала уже со времени отступления края ледника от Лужской стадии дегляциации? Возможно, было временное существование бифуркации стока по этой ложбине и по протоке Хейниоки?

Следующий спорный вопрос - о неотектонических движениях территории Ладожского бассейна.

В литературе нет единого мнения об их характере. В обобщающей работе Д.А. Лилиенберга с соавторами [18], посвященной морфоструктурному анализу вертикальных движений территории и в книге А.Д. Лукашова [19], освещающей материалы по новейшей тектонике Карелии, показано, что в тектоническом отношении вся юго - восточная часть Фенноскандии, где расположен бассейн Ладоги, включающий Онежское озеро, оз. Водлозеро с р. Илексой и систему озер ее бассейна, входит в область относительно слабых новейших движений. Они представляют собой перемещения жестких блоков кристаллического фундамента по омоложенным разломам в зоне трещиноватости, с образованием в рельефе системы сложных и простых горстов, грабенов, структурных ступеней и блоков. Этот ход движений был осложнен в послеледниковое время проявлением крупномасштабных импульсов гляциоизостатических компенсационных движений, сопровождаемых сейсмическими проявлениями.

С точки зрения других авторов [20, 21], основная роль в формировании рельефа рассматриваемого региона принадлежит исключительно процессам денудации, а дифференцированных тектонических движений здесь не было на

протяжении всего фанерозоя и лишь в послеледниковое время допускаются проявления гляциоизостазии.

Остается добавить, что неравномерность относительных перемещений блоков земной коры отмечается большинством авторов в зоне контакта кристаллического щита Фенноскандии и Восточно - Европейской плиты. Эта зона протягивается от Балтики с юго - запада на северо - восток и проходит через север Карельского перешейка, восточное Приладожье и Заонежье. Именно здесь происходит осложнение равномерных вертикальных изостатических подъемов подвижками по блоковым разломам (рис.2).

По границе этого раздела котловина Ладожского озера подразделяется на две части: меньшую по площади и глубоководную (до 235 м) северо - западную и большую и относительно мелководную (менее 50 м) юго - восточную. Вероятно, они имели разную скорость изостатического поднятия в послеледниковое время. Такие проявления существуют и в настоящее время.

По результатам обобщений нивелировок береговых террас и расположения стоянок человека на берегах Ладожского озера времени палеолита, мезолита и неолита, выполненных Б.И. Кошечкиным [22] и др., разница абсолютных высот одновозрастных уровней озера на северном и южном берегах не превышает 5-6 м (20 -21 м над уровнем моря в северной и 14 - 15 м - в южной части озера). На основе этих данных наибольший градиент изменения высоты береговой линии, сформированной Ладожской трансгрессией, от северной части озерной котловины к южной по восточному берегу составляет 4 см/км, а дополнительный, проявившийся в ходе регрессии, - 2.3 см/км. По западному берегу Ладоги, охватывающему Карельский перешеек, высоты береговых линий также уменьшаются с севера - запада на юго-восток, но с градиентом 3 - 4 см/км.

Неравномерность высот одновозрастных береговых линий на побережье Ладоги, отмеченную многими авторами, скорее всего можно объяснить именно дифференцированностью блоковых перемещений отдельных участков Карельского и Ладожско - Онежского перешейков на фоне относительно равномерного подъема Фенноскандии. Только с этих позиций можно обосновать неоднократные изменения гидрографической сети в бассейне Ладоги и Онеги и попытаться восполнить существующий пробел в вопросе о стоке из Ладожского озера на протяжении длительного, более 4000 лет, периода времени - от регрессии озера и обнажения Хейниокского порога стока на севере Карельского перешейка до последней суббореальной Ладожской трансгрессии и образования р. Невы.

Указанный вопрос в истории Ладоги, несмотря на его важность, не получил удовлетворительного решения. Считается, что существование гипотетического Хейниокского пролива между Ладогой и Балтикой как бы автоматически снимает этот вопрос. Однако, как показано Д.Б. Малаховским и др.[4], характерных аллювиальных осадков в этом районе не наблюдается, а порог стока в этом проливе (или наименьшая высота водораздела между современными Ладогой и Балтикой) находится на уровне около 23 м (по другим данным около 18 м), что не позволяет существовать стоку из Ладоги в этом направлении при уровне ниже данной отметки. Даже если принять, что высота указанного порога стока была ниже Мгинско - Тосненского водораздела до того как образовалась р.Нева, остается **необъяснимым** длительное отсутствие стока в период регрессии уровня Ладоги ниже 15 - 18 м. Дело здесь в нарушении гидрологического закона, согласно которому в

гумидной зоне практически не бывает бессточных озер, так как осадки и сток всегда превышают испарение, что обеспечивает переполнение водой любой отрицательной формы рельефа и образование стока из озера. Достаточно напомнить, что современный объем Ладожского озера (908 км³) обеспечивается суммарным притоком впадающих в него рек всего за 11-12 лет, что уравнивается объемом стока р. Невы за то же время, составляя период условного водообмена Ладоги.

Приведенный факт, наряду с анализом литолого-минералогических характеристик разрезов озерно-аллювиальных отложений в районе современного истока р. Невы дали основание Н.Н. Верзилину [16,17] утверждать, что сток из Ладоги по руслу Невы существовал всегда на протяжении послеледникового времени.

Несколько иное представление о стоке из Ладоги возникает в случае признания дифференцированных перемещений земной коры по разломам, секущим Карельский перешеек, Ладожскую котловину и Ладожско-Онежский перешеек по линии Выборгский залив – пос. Вещево – р. Вуокса - оз. Суходольское (Суванто) – устье р. Бурной – р. Свирь – р. Водла и далее на северо-восток. Эти разломы отчетливо проявляются на космических снимках территории.

В результате оживления движений по разломам, по мере изостатического поднятия северной части Карельского перешейка, происходило пересыхание и заболачивание возможного Хейниокского пролива как системы озерно-речных протоков, соединявших Ладогу и Балтику по линии Приозерск – пос. Вещево - Выборг. Основная ложбина стока сместилась на 30-40 км южнее, до рубежа оз. Суходольского (Суванто) и реки Вуоксы. Сток из Ладоги, вероятно, стал осуществляться по новому, более молодому каналу, форма которого и в настоящее время сохраняет черты речного русла, способного пропускать в 3-4 раза больший объем стока, чем современный сток р. Вуоксы (до 80-100 км³/год).

В ходе регрессии Анцилового озера, на фоне продолжающегося поднятия и перекоса северной части Ладожской котловины в атлантическое время уровень Ладоги и Балтики сравнялся. В то время из Сайменской системы озер прорвался новый сток с севера и возникло его разветвление. Частично этот сток пошел по старой ложбине Хейниокского пролива к Приозерскому заливу, а часть стока продолжала поступать в Балтику. Большой объем влекомых наносов пошел вдоль западного берега Ладоги и способствовал блокированию стока из Ладоги по ложбине Суходольского озера (оз. Суванто) песчаными береговыми валами. Изученные нами мощные песчаные береговые валы суббореального времени, высотой более 17 м, прилегающие к ледниковым отложениям (древнему озу, протянувшемуся с севера на юг почти от Приозерска до Пятиречья), фиксируются вдоль берега Ладоги. (Позднее Они были прорваны водным потоком в 1818 г. в районе современного устья р. Бурной (залив Тайполе).

Необходимо подчеркнуть, что предполагаемое перекрытие стока из Ладоги в районе зал. Тайполе могло произойти только в результате совмещенных по времени блоковых движений на Карельском перешейке, вызванных активизацией изостатических подъемов северного Приладожья, увеличения увлажненности и изменения направления стока из Сайменской системы. И в этом случае относительное опускание южной части котловины могло привести к прорыву воды из Ладоги и образованию р. Невы (или значительному

увеличению стока по руслу праНевы, если оно существовало до этих событий, т.е. имела бифуркация стока из Ладоги).

В рассмотренном варианте событий Ладожское озеро продолжало оставаться проточным и в период регрессии Анцилового озера и в период последней “трансгрессии” Ладоги, которая по сути происходила без существенного изменения объема водной массы, а за счёт **перекоса озерной котловины** по оси, близкой к линии разлома, секущего Карельский перешеек от Выборгского залива до устья р. Бурной и далее через Ладожскую котловину на устье р. Свири (см. рис.2).

Река Тайполе (Бурная), как известно, образовалась в результате внезапного прорыва вод оз. Суванто (Суходольского) и его спуска в Ладогу в мае 1818 года [3,23]. Затем уровень оз. Суванто резко понизился до 10-11 м, а его дно обнажилось на площади более 5000 га. Протока, вытекавшая из него в р. Вуокса полностью пересохла, на ее месте образовался скалистый перешеек.

Дальнейшие значительные изменения стока произошли в 1857 г., вследствие искусственного увеличения проточности и попытки создания водного пути из Вуоксы в Ладогу. С помощью взрывных работ на участке р. Вуокса – оз. Суванто была образована нынешняя Лосевская протока. Именно с того времени р. Вуокса потекла в оз. Суходольское и через р. Бурную стала впадать в Ладогу. Озеро Суходольское превратилось в водоем озерно-речного типа, уровень его упал до 7 м.

Вслед за этим многочисленные озера Карельского перешейка тоже резко понизили свой уровень, обмелели и существенно сократили акватории в результате снижения местных базисов эрозии в бассейне р. Вуоксы. Сопоставление площадей наиболее крупных озер на картах Карельского перешейка начала XIX в. и 1983 г., приведенных к одному масштабу 1:200.000, выполненное С.В. Калодниковым, показало, что, например, площадь озера Суходольского уменьшилась на 32,4%, оз. Балахановское – на 59,5%, оз. Раковое – на 88,6%, распавшись на два самостоятельных плеса, а десятки мелких озер полностью исчезли. (Табл.1)

Таким образом, создание рукотворной протоки между озерами Вуокса и Суходольское отразилось на всей гидрографической сети Карельского перешейка и повлекло за собой соответствующую перестройку в структуре его ландшафтов, изменив соотношение лесных, болотных и луговых геосистем. На водосборной площади системы Вуоксы между озерами Сайма и Ладожское площадь озер уменьшилась почти на 40% и было получено более 100 км² новых сенокосных угодий на осушенных озерных террасах. Кроме того, с этой же целью на юге Финляндии были спущены десятки мелких озер. Следствием значительного сокращения размеров озер и осушения заболоченных угодий к концу XIX в. было возрастание на 8-12% площадей сенокосных, пахотных и селитебных территорий [23].

Таблица 1.

Изменение площадей озер Карельского перешейка в результате преобразования гидрографической сети (км²)

Название озера	Площадь до 1857 г.	Современная площадь	Изменение площади, %	Современная отметка ур – вня озера, м

Суходольское.....	78,8	53,9	32,4	7
Вуокса.....	85,4	51,0	40,2	9
Балахановское.....	40,3	16,3	59,5	9
Раковое.....	57,3	6,56	88,6	12
Глубокое	38,7	35,7	7,9	17
Вишневское.....	10,8	9,3	14,4	16
Правдинское.....	7,6	6,2	17,4	15
Красное.....	8,9	8,6	3,0	15,5
Волочаевское.....	3,7	2,7	26,1	20
Мичуринское.....	7,2	5,7	20,7	94
Журавлевское.....	3,5	3,2	8,0	62
Любимовское.....	16,5	13,0	21,3	11
Михалевское.....	10,7	8,3	21,9	16
Бородинское.....	2,7	2,6	5,5	19
Макаровское.....	7,7	4,8	38,0	11
Итого:.....	379,7	227,9	39,9	

Аналогичная природная модель изменения места стока из озера и возникновения бифуркации была рассмотрена в восточной части Ладожского водосбора, на примере оз. Водлозера. Оно располагается на юго-восточной окраине Фенноскандии в зоне сочленения Восточно-Карельского сложного горста и Онежского грабена. Эти структуры, по имеющимся данным [18, 19], перемещаются по омоложенным зонам разломов, образуя систему простых горстов, грабенов, структурных ступеней и блоков. Их перемещения осложнены проявлением гляциоизостатических компенсационных движений. Восточно-Карельский горст имеет асимметричное строение. Его поверхность наклонена на юго-запад в сторону Онежского грабена. По морфоструктурным признакам он распадается на две структуры: блок Ветренного пояса и Водлинский блок. Границей между ними является система разломов северо-западного простирания. Согласно карте современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы, в пределах Восточно - Карельского сложного горста наблюдается смена знака движения. Структуры Ветренного пояса поднимаются со скоростью 1 мм/год, а максимальные погружения происходят в районе Водлозера со скоростью 2,6 мм/год и пространственно сопряжены с тектонической депрессией северо-западного простирания в зоне разломов на границе блоков Ветренного пояса и Водлинского [24]. Ось, относительно которой, по-видимому, происходит взаимное перемещение блоков на территории Заонежья, в бассейне р.Илексы проходит по линии р. Охтома - южнее озер Нельмозеро и Лузское, вдоль Лузской друмлиной гряды на восток до р. Нетома, текущей на юг (рис.3).

По ориентировочным оценкам суммарный подъем блока Ветренного пояса за последние 5 тыс. лет может быть оценен не менее, чем в 5 м, а проседание Водлинского блока за тот же отрезок времени превышает 10 м. Однако следует учитывать, что перекося территории идет не линейно, и блоковые движения могли менять скорость и направление на разных этапах послеледниковой времени. Такие перемещения не могли не отразиться на перестройке озерно-речной сети и развитии процессов заболачивания.

В условиях относительных подъемов территории и оживления зон разломов происходили усиление водно-эрозионных процессов и более интенсивный

спуск озер. Уменьшение глубины водоемов вызывает их интенсивное зарастание высшей водной растительностью, образование сплавин и торфяников на месте бывших озер. Относительные опускания земной коры могут приводить к увеличению обводненности и глубины отдельных озерных котловин, изменению положения водоразделов, порогов стока и водообмена озер.

Так, косвенное влияние изостатического поднятия северной части бассейна р. Илексы проявляется в большей степени заболоченности этой местности. На севере Архангельской области в пределах Водлозерского национального парка заболоченность территории составляет более 50%. Озер здесь меньше, а верховых болот больше по сравнению с южной, карельской, частью парка, где степень заболоченности территории не превышает 30-40%. Коэффициент озерности бассейна р.Илексы в северной части в настоящее время составляет всего 3,1%, в то время как в среднем по Карелии он превышает 12% (без учета Ладожского и Онежского озер) [25].

Все озера в бассейне р.Илексы мелководны, их средние глубины не превышают 0,5-2,5 м (Табл. 2). Поэтому они хорошо прогреваются, перемешиваются и подвержены зарастанию высшей водной растительностью. Донные отложения озер илистые, насыщены органическим веществом.

Таблица.2

Гидрологическая характеристика некоторых озер бассейна р.Илекса
(по [25] с дополнениями авторов)

ОЗЕРО	Площадь, км ²	Длина, Км	Ширина, макс, км	Глубина, М		Площадь Бассейна Км ²	Абс. Высота, М
				Макс.	Сред.		
Калгачинское	8,2	4,9	2,6	2,6	1,5	393,0	178
Ухтозеро	4,6	3,3	1,9	1,9	1,4	27,4	203
Тунозеро	3,7	3,3	2,7	1,5	1,2	2200,0	166
Сенегозеро	3,1	2,7	1,5	2,8	0,8	7,2	184
Мельничное 1	0,99	1,9	0,8	4,4	2,4	3,3	167
Носовское	3,2	3,3	1,6	1,4	1,2	107,0	163
Копозеро	1,9	2,0	1,3	1,1	0,6	17,5	164
Монастырское	26,4	11,5	4,1	2,5	1,4	2620,0	163
Лузское	12,1	9,4	3,7	2,4	0,6	2920,0	158
Нельмозеро	14,4	5,5	3,0	2,7	0,9	269,0	158
Ламбужное	1,2	2,0	0,9	1,5	0,6	1862,0	166
Могжозеро	1,8	3,2	1,1			51,7	166
Новгудозеро	2,3	2,1	1,5			81,5	155
Водлозеро	256,0	36,5	15,0	16,0	3,5	5207,0	136

Особенно густое зарастание тростником и камышом наблюдается на мелководных озерах северной группы – Керажозеро, Калгачинское, Ухтозеро, Ламбужное, Тун, Носовское, в меньшей степени - на озерах южной части парка – Монастырское, Икозеро, Нельмозеро, Лузское, Новгудозеро, Келкозеро и др. По-видимому, это является следствием более интенсивных поднятий северной части территории и усиления водно-эрозионных процессов, ускоряющих понижение уровня и деградацию озер.

Большинство озер в бассейне р.Илексы возникли в котловинах, имеющих гляциогенное происхождение, подпружены моренными грядами. Они

деградируют, окружены верховыми болотами, которые в прошлом были либо заливами нынешних озер, либо самостоятельными водоемами, обмелевшими и заросшими в процессе врезания р. Илексы и понижения местных базисов эрозии.

В результате можно отметить, что зарастание акваторий озер и их превращение в болота происходит в процессе циклического врезания реки, дренирующей данный район, а также вследствие изостатического поднятия северной части территории Водлозерского национального парка. Перекоп котловины Водлозера, обмеление и пересыхание р. Сухой Водлы и образование р. Вамы указывают на продолжающийся процесс изостатической дифференциации территории.

В ходе развития этой тенденции более интенсивно идут процессы обмеления озер и заболачивания именно северных территорий бассейна р. Илексы.

Косвенные оценки данного процесса могут быть сделаны и по расположению археологических памятников на берегах Водлозера, и даже по топонимике некоторых объектов. Можно отметить, что наибольшая концентрация неолитических стоянок и поселений древнего человека наблюдается вблизи устьев рек впадающих в Водлозеро в его северной части (реки Илекса, Келка, Б. Охтома, Сомбома) и особенно это относится к вытекающей из него р. Сухой Водле, где обнаруживаются многослойные стоянки времени неолита. В то же время у истоков и по берегам современной р. Вамы не обнаружены остатки ни одного древнего поселения, что подтверждает молодой возраст этой протоки (не древнее бронзового века, а возможно и рубежа нашей эры).

По данным М. Г. Косменко [26], в районе южных берегов Водлозера произошло подтопление целого ряда древних стоянок, в то время как на северных берегах озера такое явление не наблюдается, а стоянки часто отстоят на десятки и сотни метров от современной береговой линии. По оценке этого автора поднятие северного берега Водлозера за последние 8 тыс. лет составило около 1 м. Соответственно, относительное опускание южного берега привело к затоплению расположенных на нем стоянок.

Выполненные в ходе исследований нивелировки озерных террас на о. Рагуново и юго-восточном берегу озера в районе Вавдипольской лахты показали существование нескольких уровней древнего стояния вод озера (2,5; 3,5; 6,0 и около 8 м над уровнем современной пойменной террасы.). Аналогичные три нижних уровня были выявлены и на о-ве Рагуново. Из этого следует, что после отступления ледниковой лопасти от конечноморенного комплекса, подпруживающего современное Водлозеро с юга и юго-востока, уровень озера был значительно выше, его акватория была в 2-3 раза больше современной. Озеро, вероятно, простиралось к северу в пределы урочища Новгуда, затапливало прибрежные низины, позднее превратившиеся в верховые болота. В результате эрозионного врезания р. Сухой Водлы уровень озера неравномерно понижался, оставляя береговые террасы, его акватория сокращалась, особенно за счет заболачивания районов, лежащих к северу от устья р. Илексы.

Вследствие гляциоизостатического перекопа котловины на каком-то этапе голоцена южное побережье было подтоплено, произошли перелив воды и прорыв моренной гряды в южной части Водлозера с образованием молодой протоки р. Вамы, которая, подобно р. Неве, не имеет террас. Она прорезала моренные отложения, слилась с р. Ильвамой и далее с Водлой. Из озера образовался бифуркационный сток (по р. Сухой Водле и р. Ваме), а Водлозеро в результате

распалось на два плеса – северный и южный, разделенные островами и наволоками. С этого времени р. Сухая Водла продолжала мелеть и отмирать. В отдельные годы сток по ней полностью прекращался, оправдывая название этой реки. Понижение местных базисов эрозии способствовало развитию верховых болот на месте мелевших озер и формированию к северу от Водлозера преобладающих в современных условиях ландшафтов озерно-ледниковых сильно-заболоченных равнин с сосновыми и елово-сосновыми лесами [27].

Антропогенное изменение гидрологических условий произошло в бассейне озера в 1930-1934 гг., в связи со строительством плотин в истоках рек Вама и Сухая Водла для целей лесосплава, а позднее – для нужд рыбного хозяйства. Уровень озера был поднят на 2 м, в результате северный и южный плесы вновь соединились. Средняя глубина озера увеличилась до 3,5 м. С тех пор регулируемые сезонные колебания уровня водохранилища имеют амплитуду около 2,2 м. При этом количество высшей водной растительности в акватории озера сократилось, трофность его уменьшилась, изменился видовой состав ихтиофауны. В прилегающих частях котловины Водлозера возник подпор уровня грунтовых вод, в экотонных зонах изменились условия естественного дренажа почв, увеличилась степень заболоченности прибрежных лесов, изменился их флористический состав [28].

Таким образом, можно заключить, что изостатические движения земной коры и системы разломов на рассматриваемой территории оказывают весьма существенное естественное влияние на развитие озерно-речной сети, процессы заболачивания и состояние ландшафтов. Рассмотренные примеры показывают, что эволюция гидрографической сети в Северо-Западном регионе, освободившемся от ледяного покрова 13-10 тыс. л.н., на протяжении голоцена шла в направлении сокращения числа многочисленных озерных бассейнов, связанных короткими протоками, к речным системам. В ходе эрозионного вреза рек происходило снижение уровней озер и заполнение озерных котловин минеральными и органическими осадками. Следствием уменьшения глубины водоемов было увеличение скоростей их зарастания и рост площадей, покрытых болотными формациями, возникавшими на месте бывших озер. Общая озерность территории по картометрическим оценкам сократилась за голоцен не менее чем на 30-50%. Площадь болот соответственно возростала и будет продолжать возрастать в будущем, не только за счет деградации озер, но и вследствие экспансии существующих верховых болот.

Гляциоизостатические подьемы и перекося блоков земной коры в одних случаях ускоряли процессы заболачивания озерных котловин, что в большей степени проявилось в северных районах рассматриваемой территории, а в других - при опускании или перекося блоков - наблюдалось увеличение отдельных акваторий и подтопление болотных и лесных угодий.

Антропогенное преобразование стока на рассмотренной территории вызывало неоднозначные последствия: на Карельском перешейке сократились озерность территории и заболоченность. Подпор стока из некоторых водоемов (например, из Водлозера) показывает, что в водных геосистемах возможны и обратимые процессы, которые могут возникать при подьеме уровней озер: уменьшение зарастания макрофитами, изменение видового состава ихтиоценоза, увеличение заболоченности прилегающих территорий и др.

В целом, оценивая современные тенденции развития ландшафтной структуры Карелии и севера Ленинградской обл., можно отметить тенденцию к

развитию процессов заболачивания лесов, ускорению зарастания и эвтрофирования озер и общего сокращения озерности территории. С учетом продолжающегося потепления климата увлажненность в зоне тайги будет возрастать, способствуя развитию процессов заболачивания

Литература

1. *История* Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки / Под ред. Д.Д. Квасова. Л., 1990.
2. *Эволюция* природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера / Под ред. Н.Н.Давыдовой, Б.И.Кошечкина. СПб. 1993.
3. *Квасов Д.Д.* Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л. 1975.
4. *The First International Lake Ladoga Symposium //Hydrobiologia*, 1996. vol. 322.

5. *Subetto D.A., Davydova N.N., Rybalko A.E.* Contribution to the lithostratigraphy and history of Lake Ladoga // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 1998. Vol.140.
6. *Севастьянов Д.В., Субетто Д.А., Арсланов Х.А., и др.* Процессы седиментации в озерно-болотных геосистемах северо- западного Приладожья // *Изв. Русск. географич. о-ва*. 1996. Т.128. Вып.5.
7. *Малаховский Д.Б., Арсланов Х.А., Гей Н.А. и др.* Новые данные по голоценовой истории Ладожского озера // *Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера* / Под ред. Н.Н.Давыдовой, Б.И.Кошечкина. СПб., 1993.
8. *Кошечкин Б.И., Экман И.М.* Голоценовые трансгрессии Ладожского озера // Там же.
9. *Субетто Д.А., Давыдова Н.Н., Вольфархт Б., Арсланов Х.А.* Лито-, био- и хроностратиграфия озерных отложений Карельского перешейка на границе позднего плейстоцена – голоцена // *Изв. Русск. геогр. о-ва*. 1999. Т.131. Вып.5.
10. *Абрамова С.А., Давыдова Н.Н., Квасов Д.Д.* История Ладожского озера в голоцене по данным спорово-пыльцевого и диатомового анализов // *История озер Северо-Запада.* / Под ред. Д.Д. Квасова Л., 1967.
11. *Saarnisto M.* The Late Weichselian and Flandrian history of the Saimaa Lake complex. Helsinki. 1970.
12. *Шнитников А.В.* Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария // *Зап. геогр. о-ва СССР. Нов. сер.* Т.16. М.;-Л. 1957.
13. *Шнитников А.В.* Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. Л. 1969.
14. *Марков К.К., Порецкий В.С., Шлямина Е.В.* О колебаниях уровней Ладожского и Онежского озер в послеледниковое время // *Труды комитета по изучению четвертичного периода*. 1934. Т.4. Вып.1.
15. *Знаменская О.М., Соколова В.Б., Хомутова В.И.* Сравнительный анализ палеогеографических условий развития южных и западных берегов Ладожского озера // *История озер.* / Под ред. А.В.Раукаса. Вильнюс. 1970.
16. *Верзилин Н.Н.* Новые данные о голоценовой истории Ладожского озера и Невы // *Докл. РАН*. 1995. Т.342, №2.
17. *Верзилин Н.Н., Калмыкова Н.А.* Особенности и причины изменений уровня воды в Ладожском озере в голоцене // *Вестн. С.-Петербур. ун-та. Сер.7. Геология, география*. 2000. Вып.1(№7).
18. *Лилиенберг Д.А., Сетунская Л.Е., Благоволин Н.С. и др.* Морфоструктурный анализ современных вертикальных движений Европейской части СССР // *Геоморфология*. 1972, №1.
19. *Лукашов А.Д.* Новейшая тектоника Карелии. Л., 1976.
20. *Малаховский Д.Б., Амантов А.В.* Геолого-геоморфологические аномалии на Севере Европы // *Геоморфология*. 1991, №1.
21. *Амантов А.В.* Этапы геологического развития Ладожского озера // *Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера* / Под ред. Н.Н. Давыдовой, Б.И.Кошечкина. СПб. 1993.
22. *Кошечкин Б.И.* Геоморфология береговой зоны Ладожского озера // *История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки* / Под ред. Д.Д.Квасова. Л., 1990.
23. *Исаченко Г.А.* Динамика ландшафтов Карельского перешейка, Приладожья и Ижорской земли за последние 500 лет: основные факторы и

- этапы // Изв. Русск. геогр. о-ва. 1995. Т.127, вып.5.
24. *Куликова В.В., Куликов В.С., Бычкова Я.В.* Геологическое строение кристаллического фундамента Водлозерского национального парка. // Природное и культурное наследие Водлозерского национального парка. / Под ред. В.С.Куликова. Петрозаводск. 1995.
25. *Вислянская И.Г., Куликова Т.П., Литвиненко А.В., Мартынова Н.Н.* Современное состояние озерных экосистем бассейна р. Илексы // Там же.
26. *Косменко М.Г.* Археологические памятники и основные этапы истории древней культуры Водлозерья. // Там же.
27. *Шелехов А.М., Громцев А.Н.* Ландшафты Водлозерского национального парка // Там же.
28. *Степочкина О.Е., Севастьянов Д.В.* Дендроиндикация состояния прибрежных экотонов в котловине оз. Водлозеро (Национальный парк "Водлозерский") // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер.7. Геология, география. 1999. Вып. 3.

Реферат

УДК 551.481.1

Севастьянов Д.В., Субетто Д.А., Сикацкая Е.Д., Степочкина О.Е.

Особенности эволюции озерно-речной сети в бассейне Ладожского озера в голоцене. // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер.7. 2001. Вып.1.

Рассмотрены особенности лимногенеза и развития озерно-речной сети в бассейне Ладожского озера в послеледниковое время. Обсуждаются существующие представления о влиянии трещиноватости и компенсационных гляциоизостатических движений территории на формирование стока из Ладожского озера и Водлозера, на процессы заболачивания и состояние наземных и водных экосистем. Показано, что общая озерность территории за

голоцен сократилась на 30-50%. Площадь болот соответственно возрастала и эта тенденция будет сохраняться за счет деградации озер и экспансии верховых болот.

Библиогр. 27 назв. Ил. 2. Табл. 1.

Подрисуночные подписи к статье: Севастьянова Д.В. и др. – Особенности эволюции озерно-речной сети в бассейне Ладожского озера в голоцене.

Рис.1. Реконструкция изменений уровней Ладожского озера и Балтийского моря в поздне- и послеледниковое время [по 4]

Рис 2. Схема гидрографического бассейна Ладожского озера и зона трещиноватости на границе Фенноскандии и Русской равнины. Прямые пунктирные линии показывают направление основных разломов [по 19].

Рис.3. Схема бассейна р. Илексы и оз. Водлозера. Сплошные линии – тектонические разломы разного порядка [по 24]. Пунктиром обозначены ориентировочные границы древних озер в послеледниковое время.

Summary

The features of development of hydrographic network in basin of Ladoga Lake during Holocene are considered. The regularities of lakes and landscapes evolution on an example of investigated territory of National park “Vodlozersky” are discussed. It is shown that natural tendency is appeared in reduction of lakes and in increase of marsh area of the territory.