

РОЛЬ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ИХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ГРАНИЦЕ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА И ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Субетто Д.А.¹, Никонов А.А.², Шварев С.В.³,
Зарецкая Н.Е.⁴, Гурбич В.А.⁵, Потахин М.С.⁵,
Полещук А.В.⁶, Греков И.М.⁵

Роль природных катастрофических событий в формировании природной среды региона в послеледниковое время не вызывает сомнений. В ряду таких событий – перестройки гидрографической сети и водного режима на огромных территориях, связываемые обычно с медленными тектоническими движениями, обусловившими неравномерное поднятие территории после отступления ледника и снятия ледниковой нагрузки. В качестве альтернативы традиционному подходу, в последние годы разработана новая концепция [Никонов, 2017] – рассмотрение, помимо длительной, эволюционной составляющей, редкие сейсмотектонические пароксизмы с перестройками гидрографической сети и водного режима, сопровождаемые кардинальными изменениями природной среды [Никонов и Шварев, 2015; Никонов, 2017; Никонов и др., 2017]. Новый подход предопределен двумя факторами: 1) огромной площадью и сложностью гидрографической среды в регионе и 2) выявлением при специальных исследованиях проявлений в регионе в течение всего голоцена мощных сейсмических возмущений. В последние десятилетия в регионе удалось сначала обнаружить, а затем обосновать и параметризовать крупные сейсмотектонические подвижки при мощных землетрясениях в голоцене, в ряде случаев сопровождавшиеся цунами. При высокомагнитудных, $M \geq 6,0$, $I \geq VIII - IX$ баллов, событиях моментально нарушалось равновесие земной коры, разрывы и перемещения по

¹ *Субетто Д. А.* – РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург.

² *Никонов А.А.* – ИФЗ им. О.Ю.Шмидта РАН, Москва.

³ *Шварев С.В.* – ИФЗ им. О.Ю.Шмидта РАН; ИГ РАН, Москва.

⁴ *Зарецкая Н.Е.* – ГИН РАН; ИФЗ им. О.Ю.Шмидта РАН, Москва.

⁵ *Гурбич В.А., Потахин М.С., Греков И.М.* – Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, Петрозаводск.

⁶ *Полещук А.В.* – ИГ РАН, Москва.

ним на метры меняли рельеф и отражались в ландшафтах. Мощные землетрясения порождали крупные цунами в местных бассейнах. Обнаружение таких реалий заставляет, вместо принимавшегося *a priori* и принимаемого по традиции (без анализа) варианта преодоления порога стока крупных бассейнов – простым переливом, искать признаки и анализировать и другие варианты, а именно перехлест, прорыв, т.е. рассматривать не только медленные, длительные изменения элементов гидросреды, но и драматические повороты в ней.

Объектом исследования является крупнейшая Онежско-Ладожская гидрологическая система. Изучаемый период определяется средним-поздним голоценом, охватывая последние примерно 7 тыс. л. Способ исследования включает анализ свойств, масштаба, возраста, последовательности и взаимосвязи выдающихся по силе пароксизмов – землетрясений, цунами, сокрушительных водных валов через пороги стока, по каналам стока (причина – цепь процессов – следствия). Конечной задачей ставится выяснение механизма событий, их кардинальных воздействий на природную среду. Узловые участки для исследования – зоны крупнейших перестроек гидрографической сети, пространственно сопряженные с выделенными на территории Восточной Фенноскандии и параметризованными сейсмолинеаментами [Никонов и Шварев, 2015]. Ныне в каждом сейсмолинеamente, а на крупнейших из них – в каждом секторе линеамента, установлено по несколько мощных землетрясений прошлого не только в позднеледниковый период, но и в голоцене, включая и поздний голоцен, вплоть до последних 0,5 тыс. лет. Ключевыми в данном исследовании выбраны участки: исток р. Вуоксы из оз. Сайма (1), исток р. Свирь из Онежского озера (2) и исток р. Невы – из Ладожского озера (3).

Участок 1. Изменение стока вод из Сайменской водной системы в сторону ЛО вместо прежнего стока в Финский залив датировано 5,7 тыс. л.н. кал., и оно рассматривалось как следствие медленного перекоса земной коры в виде спокойного перелива через гряды Сальпаусселька I, как в работе предложившего такой механизм Я.Седерхольма [Sederholm, 1897], так и в позднейших [Saarnisto, 1970]. «Поднимающиеся воды [озера Сайма во время трансгрессии, начиная с 8 тыс. л. н. ^{14}C] прорвали гряду [Сальпаусселька I], и таким образом возникла река Вуокса, а ниже по течению и крупная стремнина Иматры» [Saarnisto, 1970, р. 59]. Но такое толкование не объясняло некоторых, уже тогда известных особенностей на участке прорыва. На основании ряда косвенных данных А.А. Никонов предположил прорыв сайменских вод по прорану – сеймотектоническому рву на участке

порогов Иматры, порожденному сильным землетрясением, что получило подтверждение при обследовании летом 2016 г. [Subetto et al., 2017]. В ныне сухом (после постройки плотины в 1936 г.) русле р. Вуоксы на участке порогов у ее истока обнаружена система расколов и смещений в скальных породах, определяемая как сейсмодислокация. Свежесть бортов и граней трещин (в русле!) свидетельствует об их молодости. На правом борту обнаружен продольный открытый субвертикальный разрыв с латеральным смещением крыльев до первых десятков см, а на левом — поперечные трещины, сопровождающие блоковые подвижки и дробление коренных пород вдоль русла. Этот комплекс деформаций определяет морфологию ансамбля сдвигового послеледникового сейсмогенного обновления древней разломной зоны. Кроме разрывов в коренных породах наблюдаются и сейсмогравитационные проявления. Интенсивность местного землетрясения 5,7 тыс. л.н. кал. определена в VIII–IX баллов. За ним следовали сильное цунами и внезапный прорыв озерных вод по небольшой ложбине Вуоксениска и одновременный спуск уровня оз. Сайма на 2–2,5 м [Saarnisto, 1970]. Внезапная смена направления стока вод обширной Сайменской системы с ЮЗ, в Финский залив, на ЮВ, в Ладогу, положила начало Ладожской трансгрессии — одному из главных палеогеографических процессов в голоцене в обширном регионе.

Участок 2. На юге Онежского озера геологическими и археологическими исследованиями Б.Ф. Землякова [Земляков, 1940] и В.И. Равдоникаса [Равдоникас, 1940] еще в конце 30-х гг. XX века в истоке р. Свирь установлены признаки необычных палеогеографических событий. Основным тогда считалось обнаружение неолитических местонахождений и, главное, разнос артефактов по левобережью вниз по течению р. Свирь на 0,7 км, а, вообще, — перемыв и переотложение артефактов от истока р. Свирь вниз по ее течению на 60–90 км. «Вода, перемывшая здесь культурные отложения в их первоначальном залегании, уничтожила следы самих жилищ, выровняла рельеф, унесла уголь с золой, также костные остатки и др.» [Равдоникас, 1940, с. 204]. Столь далекие перенос и переотложение таких артефактов, как керамика, невозможно объяснить переносом водами обычно спокойно, даже в периоды высокой воды в озере, изливающейся из Онежского озера р. Свирь. Все выявленные признаки переотложения потоком указывают на его необычайную мощную, стремительность, а также на внезапность возникновения и непродолжительность. Мощный внезапный накат — это вал мощного, внезапно возникшего в озере цунами. Подобные цунами, в свою

очередь, не возникают без сильных, разрушительного характера, I≥VIII–IX баллов, землетрясений. Такие землетрясения голоценового возраста исследованы карельскими специалистами в северной части Онежской котловины (А.Д. Лукашов, А.П. Журавлев, И.М. Эрман). Возможное время катастрофического события определяется с одной стороны возрастом переотложенных артефактов, который установлен по региональному сходству археологических находок на Свири [Равдоникас, 1940] и Ладожском озере [Иностранцев, 1882] в интервале 7,5–3 тыс. л.н. [Никонов, 2008; Никонов и Лийва, 2015]. Установленный возраст сейсмических событий в северной части Онежского бассейна по СПА спектрам (начало Sv) и по ¹⁴C (~4,7 тыс. л.н. и 5,3 тыс. л.н. кал.) сужает искомый интервал до 5,3–4,7 тыс.л.н. кал. С этими данными согласуется обнаружение следов мощного волнового воздействия на песчано-галечные отложения в основании низкой террасы Онежского озера на юго-западном побережье, с ИК-ОСЛ датой 4,5+/-0,4 т.л.н. (RLQG 2506-058) [Shvarev, 2018]. Мощное землетрясение на севере Онежского озера, сопровождаемое обширным цунами на юге, переклест всеразрушающего водного вала из озера в долину верхнего течения р. Свирь и по ней – все эти события экстремальны, импульсны, т.е. отражают региональный природный пароксизм.

Участок 3. Вопрос о переходе Ладожского бассейна из стадии бессточного, в течение ладожской трансгрессии, в сточный в ее конце, обсуждался на протяжении ста лет. Ныне, на основе комплексного изучения уровней и разрезов по периферии Ладожского озера, с набором датировок по ¹⁴C, обоснованным признано резкое начало спуска уровня Ладожского озера (прорыв Невы) 3,1–3,0 л.н. [Saarnisto, Grönlund, 1996; Субетто, 2009; Никонов, 2017]. Начиная с первых работ скандинавских исследователей (G. De Geer; J. Ailio), речь шла о переливе вод озера через порог стока вблизи нынешних Ивановских порогов за счет послеледникового, постепенного, но неравномерного в пространстве, с перекосом к ЮВ, поднятия всего ЮВ фланга области оледенения. Представление о спокойном переливе вод озера в ходе ладожской трансгрессии не раскрывает механизма события и несостоятельно уже потому, что уровень Ладоги в максимум ЛТ достигал 15(16) м, тогда как порог стока находился на 2–3 м выше. Перелив и последовавший быстрый спуск вод Ладоги мог осуществиться только при сильном, внезапном и скачкообразном возмущении водных масс озера и их мощном боковом натиске в горловину залива, с превышением озерного уровня не менее, чем на 5 м. Это был моментальный прорыв, породить кото-

рый могло только мощное цунами в узком дефиле [Никонов, 2008]. Временем, совпадающим с прорывом Невы, теперь датируется мощное сейсмическое событие в бассейне с эпицентром у западного побережья [Никонов и Шварев, 2015]. Едва ли не решающим аргументом в пользу признания возникшего в это время в бассейне катаклизма служат материалы А.А. Иностранцева [1882] в интерпретации А.А. Никонова [2008] и наблюдения в большом разрезе в низовьях р. Оять [Бискэ и др., 2009]. По данным А.А. Иностранцева [1882], при прорытии Ладожских каналов все остатки обнаруживались в переотложенном, рассеянном и фрагментированном состоянии. В ходе ладожской трансгрессии культурные слои перемывались, артефакты, угли, кости людей и животных переотлагались выше по разрезам. Основной последующий размыв связан, вероятно, с мощным цунами около 3 тыс. л.н. на южном побережье Ладожского озера [Никонов, 2008]. Для понимания специфики событий на пике ладожской трансгрессии в Южной части бассейна Ладожского озера важны результаты изучения обширного разреза террасы высотой над современным зеркалом вод Ладожского озера 9–10 м на левом берегу р. Оять в ее нижнем течении [Бискэ и др., 2009]. В теле террасы отложения ладожской трансгрессии содержат разнообразные деформации, определенно идентифицированные в качестве сейсмонарушений с возрастом в пределах 4,7–2,8 тыс. л.н. ¹⁴C. Авторы исследования резонно наметили их связь с сейсмическим событием 3 тыс. л.н. Но здесь ими остался незамеченным еще один, весьма специфический вид нарушения позднеголоценовых осадков. На одном из участков обнажения в верхней части разреза присутствуют следы мощно возмущенной водной массы. Движение происходило вверх по долине р. Оять, в восточном направлении. Столь мощной динамической, латерально движущейся водной стихией после землетрясения могло стать только порожденное им же цунами.

В рамках обозначенного геодинамического подхода в пределах Онежско-Ладожской водной системы теперь выявлено три разделенных во времени пароксизма. Обнаруженная триада: землетрясение – сильное цунами – мощный выброс водных масс по каналу стока – это модель геодинамически обусловленного пароксизма [Никонов, 2017]. В палеогеографическом отношении каждое – это не набор случайных событий, а цепь взаимосвязанных экстремальных возмущений среды, т.е. природная катастрофа. В регионе выявлено 3 подобных катаклизма за последние 7 тыс. лет.

Литература

- [1] *Никонов А.А.* Воздействие голоценовых пертурбаций Онежско-Ладожской гидрологической системы на древнее население прибрежных пространств // Самарский научный вестник. 2017. Т. 6, №3 (20). – С. 171–177.
- [2] *Никонов А.А., Шварев С.В.* Сейсмолинеаменты и разрушительные землетрясения в российской части Балтийского щита: новые решения для последних 13 тысяч лет // Геолого-геофизическая среда и разнообразные проявления сейсмичности: материалы междунар. конфер.; г. Нерюнгри, 23–25 сентября 2015 г. Нерюнгри, 2015. – С. 243–251.
- [3] *Никонов А.А., Шварев С.В., Николаева С.Б., Родкин М.В.* Опорные участки изучения голоцено-вых палеоземлетрясений восточной части Фенноскандинавского щита: методы, способы параметризация, результаты // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: матер. X всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. – М., 2017.
- [4] *Saarnisto M.* The Late Weichselian and Flandrian history of the Saima lake. Helsinki. 1970. 108 p.
- [5] *Sederholm, J.J.* Über eine archaische Sedimentformation im südwestlichen Finland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges // Bulletin de la Commission géologique de Finlande. Geolo. kommissionen, Helsingfors, 1897. V. 6, – 254 p.
- [6] *Subetto D.A., Shvarev S.V., Nikonov A.A., Zaretskaja N.E., Poleshchuk A.V.* Catastrophic changes of the Karelian Isthmus hydrographic network in the Late glacial–Holocene: palaeoseismological origin // Peribaltic Simposium INQUA. Rovaniemi. 2017. –P. 156–157.
- [7] *Земляков Б.Ф.* Геологические условия неолитической стоянки у села Вознесенье на реке Свири // Советская археология. 1940. Т. V. – С. 206–214.
- [8] *Равдоникас В.И.* Археологические исследования на реке Свири в 1934 г. // Советская археология. 1940. Т. V. – С. 187–205.
- [9] *Иностранцев А.А.* Доисторический человек каменного века Ладожского озера. – СПб. 1882. – 244 с.
- [10] *Никонов А.А.* Человек каменного века на Ладожском озере // Природа. 2008. №7. – С. 26–34.
- [11] *Никонов А.А., Лийва А.А.* О времени обитания неолитического человека и переотложения его культурных остатков на южном берегу Ла-

дожского озера // Труды IV (XX) Всероссийского археологического съезда в Казани. – Казань, 2015. – С. 91–93.

- [12] *Shvarev S.* Traces of postglacial seismic activity in the bedrock and unconsolidated sediments on the south-western shore of Lake Onega // Lateglacial – Interglacial transitions: glaciotectonic, seismoactivity, catastrophic hydrographic and landscape changes. – Petrozavodsk, 2018. – P. 15–18.
- [13] *Saarnisto M., Grönlund T.* Shoreline displacement of Lake Ladoga – new data from Kilpolansaari // *Hydrobiologia*. 1996. – P. 205–215.
- [14] *Субетто Д.А.* Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. – СПб., 2009. – 344 с.
- [15] *Бискэ Ю.С., Сумарева И.В., Шитов М.В.* Позднеголоценовое сейсмическое событие в юго-восточном Приладожье. I. Принципы исследования и деформационные текстуры // *Вестник С-Петербургского универ-та. Сер. 7. Геол. Географ.* 2009. №1. – С. 3–25.