

К ИСТОРИИ ВЫДЕЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЕ ИЗУЧЕНИЯ МОЛОДЫХ СЕЙСМОДИСЛОКАЦИЙ В ОНЕЖСКОЙ СТРУКТУРЕ БАЛТИЙСКОГО (ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО) ШИТА

А.А. Никонов¹, А.В. Полещук², Д.С. Зыков²

¹ФГБУН Институт физики Земли РАН им. О.Ю. Шмидта, Москва, nikonov@ifz.ru

²ФГБУН Геологический институт РАН, Москва, anton302@mail.ru

Геоморфологические и геологические особенности Онежской структуры (ОС) обратили на себя внимание русских исследователей издавна [Озерецковский, 1812; Тимофеев, 1919; и др.]. В.М. Тимофеев обратил внимание на чередование прямолинейных скалистых кряжей (полуостровов) с узкими заливами и озерами, тянущимися на десятки верст, признав связь рельефа с тектоникой как ландшафтную особенность Заонежья. Он писал о трещинах раскола, по которым «в некоторых случаях происходили перемещения участков земной коры» [Тимофеев, 1919]. Однако о возрасте этих перемещений и их кинематике в то время сведений еще не было.

На основе маршрутных наблюдений первое геологическое обобщение по ОС выполнено А.А. Иностранцевым [Иностранцев, 1877], который привел обширный фактический материал, как по геологии, так и по геоморфологии ОС. В публикациях по новейшей тектонике и геоморфологии в 20-м веке исследование А.А. Иностранцева не упоминается. Между тем, в этой работе содержатся сведения о нарушениях рельефа и горных пород, в которых распознаются не только древние тектонические разрывы и деформации, но и следы молодых разрывов и смещений, ныне интерпретируемых как сейсмодислокации. В XIX веке такого понятия еще не существовало и специальному изучению подвергаться они не могли. Обнаруживать геологические следы крупных землетрясений прошлого стали лишь к началу 60-х гг. XX века, что положило начало научному направлению «палеосейсмогеология» [Солоненко, 1989 и др.], успешно развивающемуся, как у нас в стране, так и за рубежом. В отношении палеосейсмодислокаций в работе А.А. Иностранцева важны, в частности, сведения относительно объектов под названием «каменные сельги». Например, в р-не д. Койкары в крутом борту р. Суна А.А. Иностранцев исследовал кряж светло-серого сланца, западный склон которого (ССЗ простирания) осложнен крутыми (до вертикальных) обрывами, в которых нижележащие слои вывалены, а части вышележащих пород выдаются друг над другом в виде опрокинутой лестницы [Иностранцев, 1877]. Подобная морфология обрывистых склонов позднее была установлена А.Д. Лукашовым [Lukashov, 1995] и на Заонежском п-ове, где выдвигание (боковые выколы) блоков составляют 0,97-2,75 величины общей высоты уступа, что указывает на их сейсמודинамический характер. Наблюдения А.А. Иностранцева в долине р. Кумса, к востоку от оз. Кумчезеро, прямо свидетельствуют о проявлении здесь новейшей разрывной тектоники. По его сведениям, на этом участке выходы эпидот-хлоритовых диоритов, разбитых вертикальными трещинами, образуют гряды ССЗ простирания с отвесными стенами, подножия которых покрыты россыпями обломков той же породы, а река, прорезая три таких гряды, образует водопад Бугма, высотой до 5 м.

Без малого через столетие после пионерных наблюдений А.А. Иностранцева группа геологов Карелии под руководством Г.С. Бискэ [Бискэ и др., 1966 а, б; Бискэ, Лак, 1967] без опоры на сведения А.А. Иностранцева выявила на целом ряде участков ОС сильную раздробленность кристаллического фундамента и, соответственно, контрастный характер современного рельефа. Были выделены блоковые структуры, расколы с вертикальными смещениями амплитудой в десятки метров, сформировавшиеся в поздне- и послеледниковое время. Хотя детальных описаний не приводилось, а о сейсмодислокациях речь тогда не шла, фактически именно этими исследованиями [Бискэ и др., 1966 а, б] заложена основа

палеосейсмогеологического подхода при изучении соответствующих объектов на Фенноскандинавском (Балтийском) щите.

Принципиальной с точки зрения обнаружения и доказательства существования дифференцированных разрывных (независимых от гляциоизостатических) тектонических движений в ОС стали наблюдения в долине р. Кумсы на Онего-Сегозерском водоразделе (Рис.).

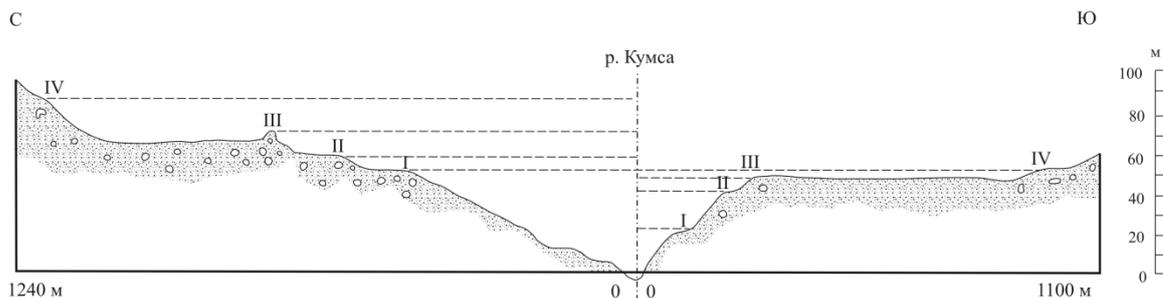


Рисунок - Схематический поперечный профиль через долину р. Кумса по [Биске и др., 1966]. Штрих-пунктиром показана осевая часть речной долины, маркирующая позицию разрывного нарушения. Горизонтальным пунктиром отражены уровни террас на разных бортах долины. Кружками показано положение окатанных валунов, точечным крапом – песчаные отложения.

Долина р. Кумсы, как и впадина оз. Остер и одноименной реки с простираением СЗ–ЮВ с дальнейшим изменением простирания на широтное, подходят с запада к котловине Онежского озера в западной части Повенецкого залива. Именно в долине р. Кумса и в линейной впадине оз. Остер развиты озовые гряды, причем именно здесь (редкий случай) они обнаруживаются сдвоенными и строенными параллельными в единой полосе [Биске и др., 1966 а]. Поскольку озовые гряды, как правило, возникали вдоль разрывов в краевой зоне отступающего ледникового покрова (и в подстилающем кристаллическом фундаменте), логично принимать возникновение на этом участке нескольких, последовательных разрывов в период позднеледниковья. Следовательно, не случайно, что они располагались вдоль крупной, унаследованной с палеопротерозоя, зоны СЗ простирания. И также не случайно именно на этом участке русло реки дважды смещалось, реагируя на возникновение крупных параллельных трещин-расколов.

О Кумсинской глубинной зоне разломов архейского возраста и возможности ее активизации одновременно с возникновением в третичном периоде Онежского новейшего грабена, а затем и в ледниковое время, сообщали сотрудники группы Г.С. Бискэ, Г.Ц. Лак и А.Д. Лукашов [Лак, Лукашов, 1967]. Они же определили залегание позднеледниковых озерных глин к югу от Кумсинского разлома на абс. высоте 190 м, тогда как обычно в районе такие глины находятся на высоте 125-150 м, и объяснили это расхождение дифференцированными блоковыми перемещениями с амплитудой 30-50 м в конце последнего оледенения. Эти исследователи привели также доводы в пользу подобных смещений в более северной Сегозерско-Остерской зоне и сделали вывод об унаследованном обновлении разломов архейско-протерозойского возраста. Позднее при подробных палеосейсмогеологических исследованиях в ОС были установлены три крупных сейсмических события в течение позднеледниковья [Лукашов, 1993].

На восточном, широтном участке протяжения Кумсинской структуры геологи группы Г.С. Бискэ [Бискэ и др., 1966 а, б; Лак, Лукашов, 1967] установили резкое, на величину 15-35 м, несоответствие высоты поздне- и послеледниковых террас на противоположных бортах долины р. Кумса на участке протяжением всего 150 м (Рис.). Объяснить такое различие иначе, чем, признав возникновение смещений по разлому (к которому приурочена долина реки) после дегляциации района, невозможно. Косвенное подтверждение активизации разломов Кумсинской структуры (которое произошло, вероятно, еще в позднеледниковье), видится в том, что абсолютная высота наивысшей береговой линии Онежского озера (это арктическая, субарктическая климатическая фаза дегляциации) у г. Повенца на 10 м (!) ниже, чем у г. Медвежьегорска, т.е. береговая линия имеет высоту соответственно 88 и 98-97 м

[Бискэ и др., 1966 а, б]. Еще одно, не привлекавшее ранее внимания, обстоятельство состоит в том, что поднятым является северное крыло Кумсинской структуры (Рис.). Разница в высотах террас от низких террас к высоким на разных бортах долины р. Кумса нарастает неравномерно. Отсюда логично заключить, что активизация разлома и вертикальное перемещение блоков по нему происходило не постепенно, но «рывками», импульсно. Если так, то смещения, скорее всего, проявлялись как сейсмотектонические, вследствие мощных землетрясений.

В 60-х гг. прошлого века, в ходе дальнейших исследований, в **северном Заонежье** были выявлены разрывы со смещениями в рыхлых, озерных и флювиогляциальных, отложениях позднеледникового возраста, что указывало на тектоническое раздробление территории разрывами в этот период [Венус и др., 1966; Бискэ и др., 1971]. Позднее, в основном в работах Г.Ц. Лака и А.Д. Лукашова, публиковались конкретные характеристики голоценовых разрывных и пликативных нарушений в пределах ОС, уже с указаниями их сейсмического происхождения и с определениями возраста по радиоуглеродным и археологическим данным [Лукашов, 1993; Лукашов, Журавлев, 1996]. Там же, опять-таки впервые, указывалось на существование на Заонежском п-ове деформаций смятия и на иные нарушения в рыхлых отложениях послеледникового времени.

На двух участках Заонежского п-ова (в губе Святуха и в южной части впадины Путкозеро) помимо наземных палеосейсмологических исследований осуществлены профилирование методом звуковой геолокации и бурение донных отложений вкрест простирающихся основных разрывных структур [Lukashov, 1995]. По эхограмме, совмещенной с геологическим разрезом общей длиной около 1 км, следующим вкрест юго-восточной части **котловины Путкозеро**, выделены литологические типы донных отложений, их положение в разрезе и вертикальные зоны нарушения корреляции, идентифицируемые с молодыми разрывами. Величина вертикальных смещений по кровле среднеголоценовых алевритов оценена в 1-2 м, тогда как вероятное смещение по главному разлому у юго-западного борта – до 5 м (возможно, суммарно за два импульса в позднем голоцене). Здесь, таким образом, не только по геоморфологическим и геологическим признакам в скальных породах (как это фиксировалось на суше в пределах всего участка [Lukashov, 1995; Сыстра, Спунгин, 2008], но и по деформациям и разрывам в стратифицированных поздне- и послеледниковых водных накоплениях, устанавливаются сейсмотектонические подвижки (признаки палеоземлетрясений), причем неоднократно, самая молодая из которых возникла, возможно, сотни лет назад. Интенсивность событий по совокупности вышеуказанных признаков определяется как $I \geq VIII$, частично $I \geq IX$ баллов. Сбросы в пределах линейных депрессий могли происходить в условиях регионального растяжения ЮЗ–СВ ориентировки.

Во впадине оз. Путкозеро выявлено 4-5 разрывов, секущих моренные отложения и перекрывающие их ленточные глины мощностью до 6-10 м, 4 разрыва, захватывающие, как алевриты толщиной до 2-2,5 м, так и 2-3 разрыва, выходящие к поверхности дна сквозь самые молодые на дне сапропели мощностью 1-3 м. Иными словами, здесь выделяется не менее трех разновозрастных сейсмотектонических импульсов за последние 13-10 тыс. лет.

В дальнейшем А.Д. Лукашов успешно продолжал изучение палеосейсмодислокаций в Карельском регионе [Глубинное..., 2004]. В результате Карелия оказалась на передовом рубеже разработки направления в Европейской (платформенной) части страны, обогнав (в то время) такого рода исследования в скандинавских странах. Основные достижения касались именно района Онежской структуры [Lukashov, 1995; Лукашов, 2004].

Развивая исследования по неотектонике и палеосейсмичности Карелии, авторы настоящей публикации установили еще на нескольких участках ОС наличие в скальных породах морфоструктур с признаками палеосейсмодислокаций поздне- и послеледникового возраста. На них выявлены, во-первых, разломы с обновлением в поздне- и послеледниковое время и, во-вторых, эпицентральные и/или приэпицентральные области сильных землетрясений прошлого. Выявленные сейсмодислокации соотносятся, как с купольными, так и с синклиналиными палеопротерозойскими геологическими структурами,

осложненными крупными разломами докембрийского заложения и зонами складчато-разрывных дислокаций с признаками активизации в новейшее время. Первые результаты публикуются [Никонов и др., 2017]. Таким образом, подтверждается унаследованное, длительное тектоническое развитие древних разломных структур и их активизация в поздне- и послеледниковое время в виде мощных землетрясений. Исследования продолжаются, как с целью обнаружения дополнительно объектов подобного рода, так и для уточнения параметров уже выявленных сейсмических событий, что откроет возможность более реалистичных оценок сейсмической опасности в регионе в долговременном аспекте.

Так продолжают и развиваются пионерные разработки группы под руководством Г.С. Бискэ и ее сподвижников по неотектонике и по палеосейсмичности Карелии.

Работа выполняется в рамках программы государственного задания (№ темы 01201459182), при поддержке грантов РФФИ № 16-05-00727а, а также программы ОНЗ № 10.

Литература:

Бискэ Г.С., Лак Г.Ц., Лукашов А.Д., Горюнова Н.Н., Ильин В.А. Строение и история котловины Онежского озера. Петрозаводск, 1971. 73 с.

Бискэ Г.С., Горюнова Н.Н., Лак Г.Ц. Новые данные о четвертичных отложениях и неотектонике Онего-Сегозерского водораздела / Вопросы геологии и закономерности размещения полезных ископаемых Карелии. 1966. Петрозаводск. С. 375–382.

Бискэ Г.С., Лак Г.Ц. О причинах послеледниковых колебаний береговых уровней на юго-восточной окраине Балтийского щита / Baltica. 1967. Т. 3. Вильнюс, 1967. С. 203–213.

Бискэ Г.С., Лак Г.Ц., Лукашов А.Д. Береговые образования Онежского озера и их связь с неотектоникой / Развитие морских берегов в условиях колебательных движений земной коры. 1966. Таллин. С. 178–182.

Венус Б.Г., Линьков А.Г., Тырин А.К. Геолого-геоморфологическое строение дна Онежского озера по данным геоакустического зондирования // Вестн. Ленингр. Универ. Сер. геол. и геогр. 1966. № 24. Вып. 4. С. 110–116.

Глубинное строение и сейсмичность Карельского региона и его обрамления. Ред. Н.В. Шаров. Петрозаводск: Кар. НЦ РАН, 2004. 353 с.

Иностранцев А. А. Геологический очерк Повенецкого уезда Олонецкой губернии и его рудных месторождений / Матер. по геол. России. 1877. Т. VII. СПб. 728 с.

Лак Г.Ц., Лукашов А.Д. Неотектоника в зоне докембрийских разломов Южной Карелии. В кн.: Тектонические движения и новейшие структуры земной коры. М.: Недра. 1967. С. 198–201.

Лукашов А.Д. Палеосейсмодислокации Заонежья // Кижский вестник. Заонежье. 1993. № 2. Петрозаводск. С. 35-42.

Лукашов А.Д., Журавлев А.П. Древнее Пегремское землетрясение. Петрозаводск, 1996. 39 с.

Никонов А.А., Полещук А.В., Зыков Д.С. О новейших разрывах и палеосейсмодислокациях в Онежской палеопротерозойской структуре Балтийского щита (Восточно-Европейская платформа). Тр. Кар.НЦ РАН. 2017 (в печати).

Озерцовский Н.Я. Путешествие академика Н. Озерцовского по озерам Ладожскому и Онежскому и вокруг Ильменя. С-Пб., 2-е изд., 1812. 561 с.

Солоненко В.П. Инженерно-сейсмологические последствия сильных землетрясений (в Байкальской рифтовой зоне) // Инженерная геодинамика и геологическая среда: сб. науч. тр. / АН СССР. СО. Ин-т земной коры. Новосибирск, 1989. С. 66-72.

Сыстра Ю.Й., Спунгин А.В. Некоторые типы послеледниковых сейсмодислокаций Республики Карелия (Россия) и Эстонии / Связь поверхностных структур с глубинными. Петрозаводск, 2008. С. 245–249.

Тимофеев В.М. Отчет о работах вдоль линии Мурманской железной дороги на участке Петрозаводск – Масельская // Изв. Геол. ком. Т. XXXIII, № 3, 1919. С. 279–288.

Lukashov A.D. Paleoseismotectonics in the northern part of lake Onega. (Zaonezhsky peninsula, Russian Karelia) / Geol. Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research Report Yst-90. ESPOO, 1995. 36 p.