УДК 550.34/550.348.098:551.1/.4+528.77(571.65)

Б.П. Важенин

(Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН; e-mail: vazhenin.bp@mail.ru)

РОЙ ПАЛЕОСЕЙСМОДИСЛОКАЦИЙ ОЛА (ХУРЭНДЯ) В СЕВЕРНОМ ПРИОХОТЬЕ

Изучением по космоснимкам из интернет-сервисов Google Earth и SASplanet уточнено строение и размещение палеосейсмодислокаций, роя Хурэндя, что позволяет разделить его на два роя Ола и Нуке и уточнить уровень сейсмической опасности в Арманско-Бахапчинской зоне сейсмического пояса Черского, располагающейся в наиболее освоенной части Магаданской области с важными техносферными объектами.

Ключевые слова: гравитационные и тектонические палеосейсмодислокации, обвалы, оползни, сбросы, расщелины, сейсмический пояс Черского.

B.P. Vazhenin THE OLA (KHURENDYA) SWARM OF PALEOSEISMIC DISLOCATIONS IN THE NORTHERN PRIOKHOTJE AREA

The author uses the Google Earth and SASplanet space photos in order to define more exactly the structure and distribution of Khurendya swarm of paleoseismic dislocations. On the basis of revised data, the Khurendya swarm is distinguished into Ola and Nuke swarms. Another important result is a more reliable assessment of seismicity level in Arman-Bakhapcha area of Chersky seismic belt, which is placed in the industrially developed territory of Magadan Region, where infrastructural facilities of crucial significance are located.

Key words: gravitational and tectonic paleoseismic dislocations, rock falls, landslide, faults, gaps, Chersky seismic belt.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 4 мая 2017 г.

Рой палеосейсмодислокаций Хурэндя выявлен в 1987 г. по спектрозональным стереокосмоснимкам масштаба 1 : 280 000 в пределах Ольского плато, сложенного вулканическими породами основного и среднего состава палеогенового и мелового возраста [1, 2]. Он включает весьма интересную – геоморфологически аномальную – структуру: предполагаемый палеосейсмоблок НУКЕ-1,5¹. Позже дешифрированием аэроснимков обнаружены и изучены другие дислокации роя, в том числе крупные (объёмами более 1 *млн м*³) обвалы и сейсмотектонические расщелины в верховьях р. Ола. Всё это было заверено в 1993 г.

¹ Палеосейсмоблоки представляют собой блоки земной коры размерами до 1 км и более, имеющие резкие ограничения от фона по всему (или почти по всему) периметру в виде сбросовых (редко взбросовых) уступов, расщелин, маркированных по всей их длине часто сплошным шлейфом гравитационных и тектонических дислокаций. Название сейсмоблока записывается, в отличие от гравитационных дислокаций, заглавными буквами, а числа (число) в названии означают объём в км³ [3].

полевыми работами с участием П.С. Минюка и Ф.П. Минюка [4]. Обнаружение и изучение роя Хурэндя проводились в рамках многолетнего палеосейсмогеологического исследования юго-восточной половины сейсмического пояса Черского. При этом использовалась "тотальная" палеосейсмогеологическая методика, основанная на дешифрировании спектрозональных стереокосмоснимков с разрешением в первые десятки метров [4]. Всего выявлено несколько десятков комплексных роёв палеосейсмодислокаций, включающих тектонические, гравитационные и гравитационно-тектонические деформации горных пород и рельефа, интерпретируемых в качестве следов разрушительных землетрясений с магнитудой от 6-6,5 и выше (рис. 1).



Рис. 1. Рои палеосейсмодислокаций в юго-восточной половине сейсмического пояса Черского:

 1 – рои, изученные по космо- и аэроснимкам;
 2 – рои, изученные дистанционными и полевыми методами;
 3 – номера лучше изученных роев: 1 – Тирехтях, 2 – Елау, 3 – Арга-Тас, 4 – Нючага, 5 – Дарпир, 6 – Дарпирчик, 7 – Умара, 8 – Бахапча, 9 – Светлый, 10 – Хурэндя, 11 – Дёл-Урэкчэн, 12 – Момолтыкис, 13 – Дукча, 14 – Магадан, 15 – Сиглан, 16 – Чинганджа, 17 – Туманы В южной части роя Хурэндя – в прежних его границах (рис. 2 [4]) – обнаружен крупный двухъярусный обвал – Ола 1,6-3,7².



Рис. 2. Рой палеосейсмодислокаций Хурэндя в Северном Приохотье [4]:
1 – брошенный рекой Хурэндя участок долины; 2 – палеосейсмоблок; 3 – обвалы;
4 – бровки ниш и стенок срыва обвалов; 5 – бровки обрывистых склонов;
6 – расщелины; 7 – выраженные в рельефе крупные разломы и трещины;
буквы в индексации дислокаций означают их названия: *H* – Нуке, *O* – Ола; *БС* – подпрудный бассейн седиментации

Ранее [4] геометрические размеры двух ярусов обвала были приблизительно измерены по топокарте масштаба 1 : 100 000 и вычислены их объёмы: нижнего – 3,7 *млн м*³, верхнего – 1,6 *млн м*³. После дополнительного изучения по крупномасштабным космоснимкам из интернет-сервисов *Google Earth* и *SASPlanet* с разрешением около 1 *м*, уточнены эти геометрические параметры. Теперь, в связи с новыми данными по объёмам (15 и 2,5 *млн м*³), он получил новое название Ола-15-2,5 (рис. 3).

² Здесь и далее числа в индексации обвалов означают их объёмы в *млн м*³



Рис. 3. Долина верховьев р. Ола на участке между ручьями Грозовой и Дайковый: 1 – контуры крупных обвалов; 2 – контуры осыпей;

3 – контуры пролювиально-селевых конусов выноса; 4 – суффозионные ложбины;
 5 – контур подпрудного бассейна седиментации; 6 – суффозионно-эрозионные каньоны;

7 – бровки стенок срыва и ниш отрыва обвалов; 8 – разломы.

Соотношение вертикального и горизонтального масштабов 2 : 1

Двухъярусный обвал Ола-15-2,5 залегает на днище и на левом склоне долины р. Ола между её притоками – ручьями Цирковый и Грозовой. Сегментный в плане террасовидный нижний ярус с объёмом около 15 *млн м*³ (вычисленным по усредненными размерам 670×460×50 *м*) достиг своим фронтальным уступом противоположного правого борта долины и вместе с крупными пролювиально-селевыми конусами выноса правых притоков Олы запрудил её долину.

Верхний ярус обвала Ола-2,5, с усреднёнными размерами 280×220×40 м, также сегментный и террасовидный, но имеет большой уклон тыльной грани (~ 15°), поскольку залегает на склоне и отчасти на субгоризонтальной поверхности нижнего яруса.

Над ним возвышается резко выраженная в рельефе ниша отрыва, соразмерная с верхним обвалом. Остатки стенки срыва нижнего обвала только угадываются в строении левого борта долины. Заметные различия в степени постгенетической эволюции денудационных и аккумулятивных форм, возникших при образовании двух ярусов обвала, указывают на существенное различие в их возрасте. Дополнительным свидетельством двухфазного формирования обвалов в Ольской долине является наличие под тем же левым бортом возле устья руч. Цирковый еще двух обвалов, представляющих собой, удивительно похожее на предыдущее, но меньшее по размеру, двухъярусное образование Ола-0,5-0,13 (рис. 3, 4).

Все эти обвалы, как и другие в рое Ола, сложены угловатыми и трещиноватыми глыбами и щебнем палеогеновых [1] или позднемеловых (по новым данным [2]) основных и средних эффузивов Ольского плато.



Рис. 4. Долина р. Ола возле устья руч. Цирковый: 1 – контуры обвалов; 2 – контур подпрудного бассейна седиментации, возникшего выше обвала Ола-15, запрудившего реку; 3 – бровка стенки срыва обвала; 4 – разломы

В долине реки выше обвального тромба сформировался округлый в плане подпрудный бассейн седиментации поперечником до 400 M (рис. 3, 4). На стыке фронтального уступа обвала Ола-15 с пролювиально-селевыми конусами выноса правого борта выработался суффозионно-эрозионный каньон длиной около 1 κM , шириной до 40 M, врезавшийся уже и в отложения подпрудного бассейна (рис. 3, 4).

В долине Олы, ниже этой – верхнеольской – группы обвалов, накопился обширный (шириной до 170 *м*, длиной в несколько километров) аккумулятивный шлейф из продуктов размыва обвальных, осыпных и пролювиальноселевых тромбов на осях литосбора [4] (рис. 5).



Рис. 5. Аккумулятивный шлейф в долине р. Ола: 1 – контуры обвалов; 2 – контур подпрудного бассейна седиментации; 3 – контуры пролювиально-селевых конусов выноса; 4 – контур аккумулятивного шлейфа

Кроме того в верховьях р. Ола на южной периферии Ольского плато выявлено и изучено ещё несколько крупных и малых обвалов: Грозовой-0,5 (рис. 3), Булум-2,8, Булум-2, Булум-0,8 и др. (рис. 6).



Рис. 6. Палеосейсмообвалы роя Ола: 1 – обвалы выраженные в масштабе карты; 2 – наиболее крупные разломы, выраженные в рельефе; 3 – контур роя

Обвалы Булум-2,8 (рис. 7) и Грозовой-0,5 (рис. 3) выявлены в 2015 г.

Почти все подножья склонов в 8-километровом промежутке между верхнеольской группой обвалов и долиной р. Булум, где залегают обвалы Булум-2,8 и Булум-2, пригружены многочисленными обвально-осыпными конусами выноса и шлейфами, малыми обвалами. Это позволяет судить о пространственном и генетическом единстве роя Ола.



Рис. 7. Палеосейсмообвал Булум-2,8:

1 – контуры обвалов; 2 – контуры обвально-осыпных конусов выноса;

3 – разломы без заметной вертикальной составляющей; 4 – сбросовые уступы

В истоке р. Булум ранее [4] обнаружен шлейф из нескольких обвалов, сомкнутых на флангах и пригруженных обвально-осыпными конусами выноса – Булум-2 (рис. 8).



Рис. 8. Палеосейсмообвал Булум-2: 1 – контуры обвалов; 2 – контуры обвально-осыпных конусов выноса; 3 – разломы без заметной вертикальной составляющей Помимо гравитационных сейсмодислокаций в составе роя Ола выявлено множество эрозионно-сейсмотектонических расщелин (рис. 9, 10). Так только на отрезке левого борта долины р. Ола длиной всего 1340 *м* – ниже Ольско-Хурэндинского перевала – насчитывается более 20 расщелин с V-образным поперечным сечением, шириной большей частью до 10-50 *м*, приблизительно такой же глубиной и длиной до 200-550 *м* и более. Они совпадают по субширотному простиранию с многочисленными основными и, отчасти, кислыми дайками, рассекающими вулканиты Ольского плато.



Рис. 9. Долина р. Ола в её истоках с бортами, иссечёнными многочисленными расщелинами



Рис. 10. Аномально многочисленные эрозионно-сейсмотектонические расщелины в левом борту долины р. Ола в её истоках, рассекающие его в среднем через каждые 54 м: 1 – контуры селевых конусов выноса; 2 – места прорыва русла р. Ола сквозь селевые конусы выноса, подпрудившие долину; 3 – ось крупной расщелины, разорванной сдвигом по более молодому разлому

Поскольку хурэндинские сейсмодеформации вблизи руч. Нуке и в истоках р. Ола связаны между собой только субмеридиональной сквозной долиной с низким (80 *м* относительной высоты) перевалом между долинами рр. Ола и Хурэндя, на расстоянии между ними около 15 *км* (с отсутствием на этом участке явных сейсмодислокаций и даже обвально-осыпных конусов выноса), а сейсмоподвижки, вызвавшие их образование, скорей всего, "привязаны" к хорошо выраженным в рельефе субширотным и диагональным разломам, то, вероятно, имеет смысл разделить все описанные деформации на два самостоятельных роя – Ола и Нуке (рис. 11).



Рис. 11. Тектоническая раздробленность Ольского плато на стыке долин рек Ола и Хурэндя:
1 – разломы, выраженные в рельефе; 2 – контуры роев палеосейсмодислокаций Ола и Нуке

Убедительными доказательствами сейсмогенности роя Ола являются: наличие множества крупных и малых обвалов, обвально-осыпных и пролювиально-селевых конусов выноса; сочетание их с аномально большим количеством разломов различной кинематики, в том числе и эрозионно-тектонических расщелин. И все это наблюдается на фоне полного отсутствия таких деформаций на смежных участках Ольского плато с достаточным для их образования обвальным потенциалом (определяемым высотой и крутизной склонов [4, 5]) и сходным геолого-геоморфологическим строением.

Вычисление магнитуды роя Ола по длине сейсмогенных разрывов неосуществимо ввиду отсутствия таковых с достаточными длиной и однозначностью интерпретации. Магнитуда, землетрясения, определенная ранее [4] по площади всего роя Хурэндя (80 км²), составила 6,9. Магнитуда палеоземлетрясения, вычисленная (посредством формулы Дж. Адамса³ [6]) по величине площади роя Ола в новых границах (100 км²) составила 6,9. Глубина очага древнего землетрясения для роя Ола – с его довольно большой площадью и умеренной величиной дислокаций – интерпретируется как средняя – до 15-20 км.

³ $M = 0,5 \lg S + 5,9$, где M – магнитуда; S – площадь роя в κm^2

Различия в признаках постсейсмической адаптации гравитационных дислокаций роя Ола, позволяют предполагать их формирование в два приёма:

1) поросшие лесом обвалы нижних ярусов, эрозионносейсмотектонические расщелины и пролювиально-селевые конусы выноса возникли около 5-10 *тыс*. лет назад;

2) незадернованные обвалы верхних ярусов, обвально-осыпные конусы выноса, а также часть расщелин – около сотен первых *тыс*. лет назад.

Обвал Ола-15-2,5 оказался настолько интересным феноменом, что в 2012 г. – всего-то через 25 лет – он был заново обнаружен в полевом маршруте и изучен бригадой из четырёх квалифицированных учёных [7], которые, не знали, что он уже был выявлен по космоснимкам в 1987 г., заверен "в поле" в 1993 г. и описан в монографии 2000 г. [4; с. 175-178]. Эти ученые не увидели даже на местности ни аномально многочисленных расщелин, ни еще целого десятка других обвалов Ольского роя, что характеризует уровень квалификации таких палеосейсмогеологов периода 1970-х годов прошлого века; демонстрирует их неумение и нежелание дешифрировать информативные и весьма доступные теперь космоснимки.

Литература

1. Геология СССР. Т. XXX. Северо-Восток СССР. Геологическое строение. М.: Недра, 1970. Кн. 1. 548 с.; кн. 2. 536 с.

2. Щепетов С.В. Позднемезозойские отложения Северного Приохотья (схемы распространения региональных и местных стратиграфических подразделений). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. 12 с.

3. Важенин Б.П. Сейсмоблоки как генераторы сейсмического излучения // Геофизические модели геологических процессов на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. С. 34-51.

4. Важенин Б.П. Принципы, методы и результаты палеосейсмогеологических исследований на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2000. 205 с.

5. Важенин Б.П. Обвальный потенциал гор // Рельеф и экзогенные процессы гор: мат. Всероссийской научной конференции, с международным участием, посвящённой 100-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора Л.Н. Ивановского (Иркутск, 25-28 октября 2011 г.). Иркутск: изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2011. Т.1. С. 24-27.

6. Adams J. Earthquake-dammen lake in New Zealand // Geology, 1981. Vol. 9. Pp. 215-219.

7. Смирнов В.Н., Шведов С.Д., Кондратьев М.Н., Колегов П.П. Палеосейсмодислокация в верховье р. Ола (Северное Приохотье) // Материалы докладов Всероссийской научной конференции (Магадан, 26-28 ноября 2013 г.). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2013. С. 67, 68.

References

1. Geologiia SSSR. T. XXX. Severo-Vostok SSSR. Geologicheskoe stroenie (North-East of the USSR. Geological structure). M.: Nedra, 1970. Kn. 1. 548 p.; kn. 2. 536 p.

2. Shchepetov S.V. Pozdnemezozoiskie otlozheniia Severnogo Priokhotia (skhemy rasprostraneniia regionalnykh i mestnykh stratigraficheskikh podrazdelenii) (Late Mesozoic sediments of the Northern priokhotje (distribution scheme, the regional and local stratigraphic units)). Magadan: SVKNII DVO RAN, 1994. 12 p.

3. Vazhenin B.P. Seismobloki kak generatory seismicheskogo izlucheniia (Seismology as generators of seismic radiation) // Geofizicheskie modeli geologicheskikh protsessov na Severo-Vostoke Rossii. Magadan: SVKNII DVO RAN, 1996. Pp. 34-51.

4. Vazhenin B.P. Printsipy, metody i rezultaty paleoseismogeologicheskikh issledovanii na Severo-Vostoke Rossii (Principles, methods and results paleoseismogeological studies in the North-East of Russia). Magadan: SVKNII DVO RAN, 2000. 205 p.

5. Vazhenin B.P. Obvalnyi potentsial gor (Landslide potential of the mountains) // Relef i ekzogennye protsessy gor: mat. Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii, s mezhdunarodnym uchastiem, posviashchennoi 100-letiiu so dnia rozhdeniia doktora geograficheskikh nauk, professora L.N. Ivanovskogo (Irkutsk, 25-28 oktiabria 2011 g.). Irkutsk: izd-vo Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2011. T.1. Pp. 24-27.

6. Adams J. Earthquake-dammen lake in New Zealand // Geology, 1981. Vol. 9. Pp. 215-219.

7. Smirnov V.N., Shvedov S.D., Kondratev M.N., Kolegov P.P. Paleoseismodislokatsiia v verkhove r. Ola (Severnoe Priokhote) (Paleoseismodislocations in the upper river Ola (Northern Priokhotie)) // Materialy dokladov Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii (Magadan, 26-28 noiabria 2013 g.). Magadan: SVNTs DVO RAN, 2013. Pp. 67, 68.