

## Walerian A. SNYTKO<sup>1, 2</sup>, Tadeusz SZCZYPEK<sup>3</sup>, Jurij A. ZULIAR<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut Historii Nauk Przyrodniczych i Techniki im. S. I. Wawilowa RAN, ul. Bałtijskaja 14, 125315 Moskwa, Rosja; e-mail: vsnytko@yandex.ru

<sup>2</sup>Institut Geografii im. W. B. Soczawy SO RAN, ul. Ułan-Batorskaja 1, 664033 Irkuck, Rosja; e-mail: vsnytko@yandex.ru

<sup>3</sup>Uniwersytet Śląski, Institut Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, Polska; e-mail: bajkal58@wp.pl

<sup>4</sup>Irkucki Uniwersytet Państwowy, Wydział Historyczny, ul. Czkałowa 2, 664003 Irkuck, Rosja; e-mail: uzulyar@yandex.ru

## Bajkalska Zatoka Prował

Снытко В. А., Щипек Т., Зуляр Ю. А. **Залив Провал на Байкале**. Залив Провал образовался в январе 1862 г. вследствие сильного (магнитуда 7,5) землетрясения на восточном побережье Байкала, рядом с дельтой р. Селенги. Тогда была затоплена т. наз. Цаганская степь (5 бурятских улусов, пашни, степные пастбища), населению удалось спасти, тогда как погибли все животные, было полностью уничтожено имущество населения. Результатом землетрясения было понижение местности (260 км<sup>2</sup>) на 4–8 м и его затопление водой Байкала. В настоящее время средняя глубина залива Провал составляет 3–4 м, максимальная же – 7–7,5 м (рядом с м. Облом). Побережье залива интенсивно перерабатывается как абразионными, так и эоловыми процессами.

Snytko V. A., Szczypek T., Zulyar Yu. A. **Lake Baikal's Proval Bay**. The Prował Bay was established in January 1862 as a result of a strong (magnitude 7.5) earthquake on the eastern coast of Lake Baikal at the Selenga river delta. The so-called Tsaganskaya Steppe (5 Buryat ulus, arable land, steppe pastures) was sunk, the population was saved, however, all animals perished, and the property of the population was completely destroyed. As a result of the earthquake, the surface (260 km<sup>2</sup>) of the area was lowered by 4–8 m and its height flooding by the waters of Baikal. Currently, the average depth of the Proval Bay is 3–4 m, maximum – 7–7.5 m (in the vicinity of Oblom Cape). The shores of the bay are intense transformed by abrasive processes and by aeolian processes.

**Słowa kluczowe:** trzęsienie ziemi, Bajkał, Step Cagański, Zatoka Prował, delta Selengi, przyl. Obłom, procesy abrazyjne, procesy eoliczne

**Ключевые слова:** землетрясение, Байкал, Цаганская степь, залив Провал, дельта р. Селенги, мыс Облом, абразионные процессы, эоловые процессы

**Key words:** earthquake, lake Baikal, Tsaganskaya Steppe, Proval Bay, delta of Selenga river, Oblom cape, abrasive processes, aeolian processes

### Zarys treści

Zatoka Prował powstała w styczniu 1862 roku w wyniku silnego (maginituda 7,5) trzęsienia ziemi na wschodnim wybrzeżu Bajkału przy delcie Selengi. Zatopieniu uległ wówczas tzw. Cagański Step (5 buriackich ulusów, grunty orne, pastwiska stepowe), ludność uratowała się, natomiast zginęły wszystkie zwierzęta, całkowitemu znisz-

czeniu uległ dobytek ludności. Skutkiem trzęsienia ziemi było obniżenie się powierzchni (260 km<sup>2</sup>) terenu o 4–8 m i jego zalanie przez wody Bajkału. Obecnie średnia głębokość Zatoki Prował wynosi 3–4 m, maksymalna – 7–7,5 m (w sąsiedztwie przylądka Obłom). Brzegi zatoki są intensywnie przeobrażane przez procesy abrazyjne oraz przez procesy eoliczne.

## Wstęp

Jeziro Bajkał leży w środkowej części bajkalskiej strefy ryftowej, której początki sięgają wczesnego oligocenu (około 40 mln lat temu). Korzenie zapadliska bajkalskiego znajdują się w górnym płaszczu Ziemi na głębokości 50–60 km. Wspomniana strefa ryftowa jest największą tego typu strukturą w Rosji i drugą pod względem wielkości na naszej planecie (po systemie ryftów wschodnioafrykańskich): ma długość około 2 500 km i ciągnie się od zachodniej Mongolii po południową Jakucję. W bajkalskiej strefie ryftowej stwierdzono specyficzne cechy pola grawitacyjnego i magnetycznego oraz anomalnie intensywne nagrzewanie się mas skalnych pod Bajkałem.

Bezpośrednim impulsem do powstania ryftu było zderzenie Eurazji z płytą indyjską. Proces formowania się ryftu bajkalskiego trwa również obecnie i przejawia się w postaci zwiększonej aktywności sejsmicznej oraz horyzontalnego rozciągania skorupy ziemskiej. Ustalono, że na linii Irkuck – Ułan-Ude brzegi Bajkału rozchodzą się z prędkością 5 mm/rok.

Przejawem zwiększonej aktywności sejsmicznej są m. in. trzęsienia ziemi. Zjawisko to nad Bajkałem zachodzi często: w ciągu roku notowanych jest tu od 3 do 8 tys. takich zdarzeń. W zdecydowanej większości są one bardzo słabe i rejestrowane tylko przez sejsmografy, ale na omawianym obszarze występują też silne trzęsienia ziemi. W ciągu ostatnich 300 lat zarejestrowano tu 15 silnych trzęsień o magnitudzie 6,4–8,3. Jednym z bardziej znanych było Cagańskie (Sagańskie) trzęsienie ziemi. Ogniska trzęsień ziemi nad Bajkałem (i tych słabych, i tych silnych) znajdują się na głębokościach od 12 do 22 km (GAŁAZIJ, 1987; ŁAPIERDIN, AŁTU-CHOW, 1988; *Bajkał*, 1993; GILIEWA i in., 2000 i in.).

**Celem** niniejszej pracy jest przypomnienie geologicznych, geomorfologicznych oraz społecznych i gospodarczych skutków wspomnianego wyżej Cagańskiego trzęsienia ziemi, odpowiedzialnego za powstanie jednej z większych i młodszych zatok na Bajkale – Zatoki Prował.

Podstawę analiz stanowiła literatura naukowa, popularno-naukowa oraz różnorodne materiały kartograficzne.

## Cagańskie trzęsienie ziemi i jego skutki

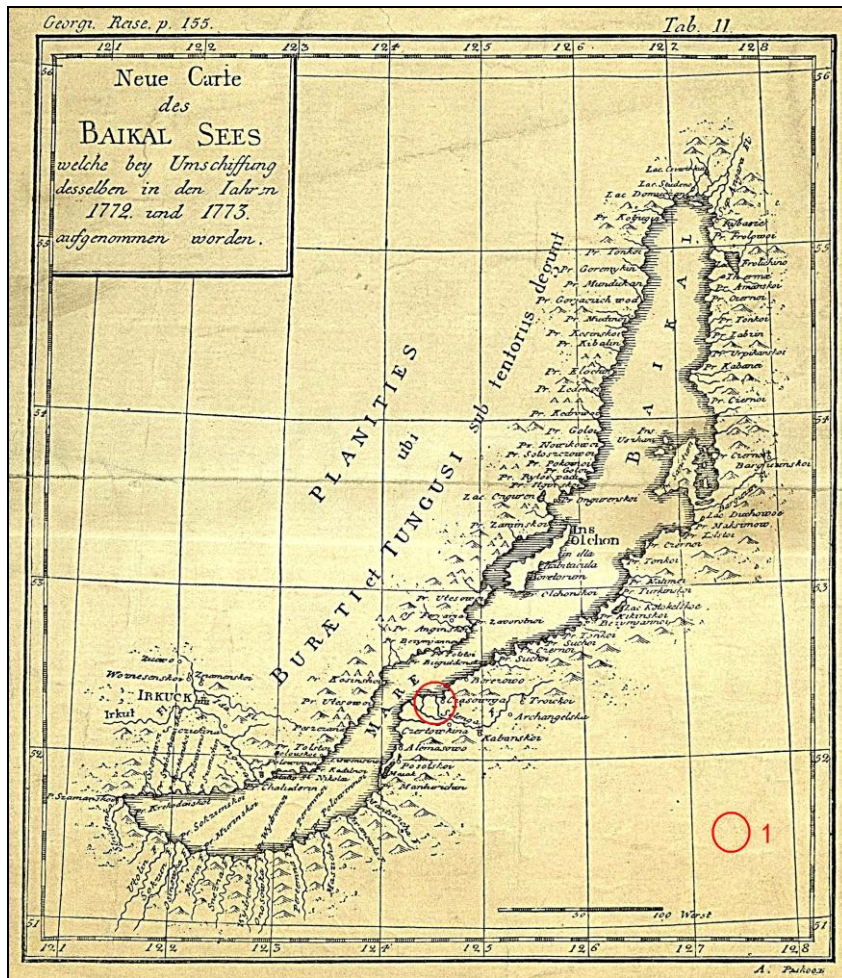
Cagańskie (wcześniej Sagańskie) trzęsienie ziemi – o magnitudzie 7,5, uznawane za jedno z najsilniejszych tego typu zjawisk nad Bajkałem – miało miejsce 11–12 stycznia 1862 roku (w „starym stylu”: 30–31 grudnia 1861 r.) na południowo-wschodnim wybrzeżu Bajkału: objęło głównie lądowy obszar przyległy od północo-wschodu do ówczesnej delty Selengi (rys. 1 i 2, fot.1 i 2). Tym lądowym obszarem przyległym do delty był tzw. Cagański (Sagański) Step. A niemal 100 lat później, 29 sierpnia 1959 roku, miała miejsce na Bajkale analogiczna naturalna katastrofa o magnitudzie 6,8...

Obszar Stepu Cagańskiego przed zatopieniem stanowił formę akumulacyjną, utworzoną w wyniku akumulacji osadów niesionych przez prądy przybrzeżne wzdłuż brzegu. Część akwatorium była stopniowo odcinana przez barywały, których pozostałości zachowały się do dzisiaj przy północo-wschodnim wybrzeżu zatoki. Za każdym wałem powstawała wąska laguna, która szybko zarastała, była zasypywana osadami i, stopniowo wypływając się, przekształcała się w obszar zabagniony. Tworzyła się terasa jeziorna (bajkalska). I ta terasa (w zasadzie system teras) znalazła się, w wyniku trzęsienia ziemi, pod wodą (LIEONTJEW, AJBUŁATOW, 1956 i in.).

Wspomniany wyżej Cagański Step był równiną ze stepowymi pastwiskami, łąkami, gruntami ornymi, pięcioma buriackimi ulusami (wioskami): Bachajskij, Bałtaszewskij, Barszeriejewskij, Batogajewskij i Pietruszki Szamana. Środkowo-północną część obszaru zajmowało kilka niewielkich zatoczek-jezior bajkalskich z zabagnionym sąsiedztwem i z licznymi rzeczkami i kanałami, a w północo-zachodnim fragmencie istniały zarośla brzoźowe. Od północy do Stepu Cagańskiego przylegała mała zatoka

bajkalska Staryj Sor, oddzielona od otwartego akwenu ciągiem piaszczystych wysepek,

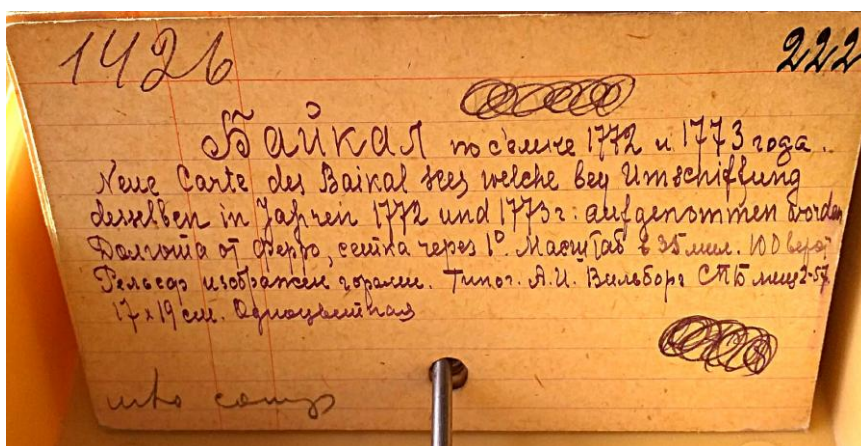
zwanym Kosa Pieriewołoka/Poliwnaja (rys. 3).



Rys. 1 i fot. 1. *Neue Carte des Baikal Sees* (1772–1773) i fiszka mapy w Muzeum Krajoznawczym w Irkucku (fot. Ju. A. Zuliari); 1 – delta Selengi i główny obszar trzęsienia ziemi

Рис. 1 и фото 1. *Neue Carte des Baikal Sees* (Новая карта Байкала), 1772–1773 и учетная карточка карты в Иркутском областном краеведческом музее (фот.: Ю. А. Зуляр); 1 – дельта р. Селенги и главная территория землетрясения

Fig. 1 and photo 1. *Neue Carte des Baikal Sees* (1772–1773) and fishcard in the Irkutsk Sightseeing Museum (phot. by Yu. A. Zulyar); 1 – Selenga river delta and main area of earthquake

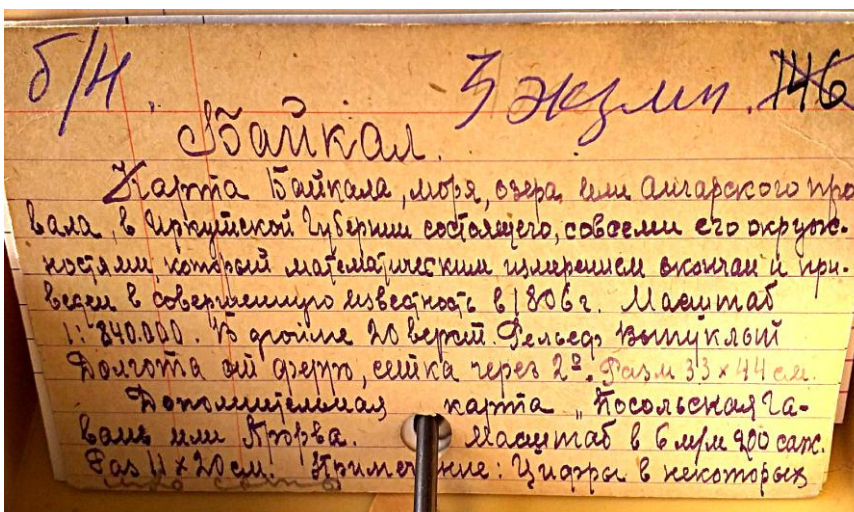




Rys. 2 i fot. 2. Karta Bajkala, moria, oziera ili Angarskogo prowała w Irkutskoj Gubernii sostojaszcziego so wsiemi jego okružnostiami, kotoryj matiematiczieskim izmierieniem okoncian i priwiedion w sowierszennuju izwiestnost' w 1806 godu, skala 1 : 840 000 i fiszka mapy w Muzeum Krajoznawczym w Irkucku (fot. Ju. A. Zuliar); 1 – delta Selengi i główny obszar trzęsienia ziemi

Рис. 2 и фото 2. Karta Bajkala, moria, oziera ili Angarskogo prowała w Irkutskoj Gubernii sostojaszcziego so wsiemi jego okružnostiami, kotoryj matiematiczieskim izmierieniem okoncian i priwiedion w sowierszennuju izwiestnost' w 1806 godu, m. 1 : 840 000 и учетная карточка карты в Иркутском областном краеведческом музее (фот.: Ю. А. Зуляр); 1 – дельта р. Селенги и главная территория землетрясения

Fig. 2 and photo 2. Karta Bajkala, moria, oziera ili Angarskogo prowała w Irkutskoj Gubernii sostojaszcziego so wsiemi jego okružnostiami, kotoryj matiematiczieskim izmierieniem okoncian i priwiedion w sowierszennuju izwiestnost', scale 1 : 840.000, and fishcard in the Irkutsk Sightseeing Museum (phot. by Yu. A. Zuliar); 1 – Selenga river delta and main area of earthquake





Rys. 3. Step Cagański – uproszczony schemat wg: <https://baikalskieogni.ru/articles/media/2018/2/2/v-kabanskom-rajone-do-1940-goda-mezhdu-ojmurom-i-dulanom-suschestwoval-nebolshoj-hutorok-mostovajal/>:

1 – Step Cagański, 2 – współczesna linia brzegowa; rzeki, 3 – współczesne punkty osadnicze, 4 – zatopione punkty osadnicze – buriackie ulusy, 5 – luźne osady piaszczyste, 6 – zarośla brzożowe

Рис. 3. Схема Цаганской степи (по: <https://baikalskieogni.ru/articles/media/2018/2/2/v-kabanskom-rajone-do-1940-goda-mezhdu-ojmurom-i-dulanom-suschestwoval-nebolshoj-hutorok-mostovajal/>):

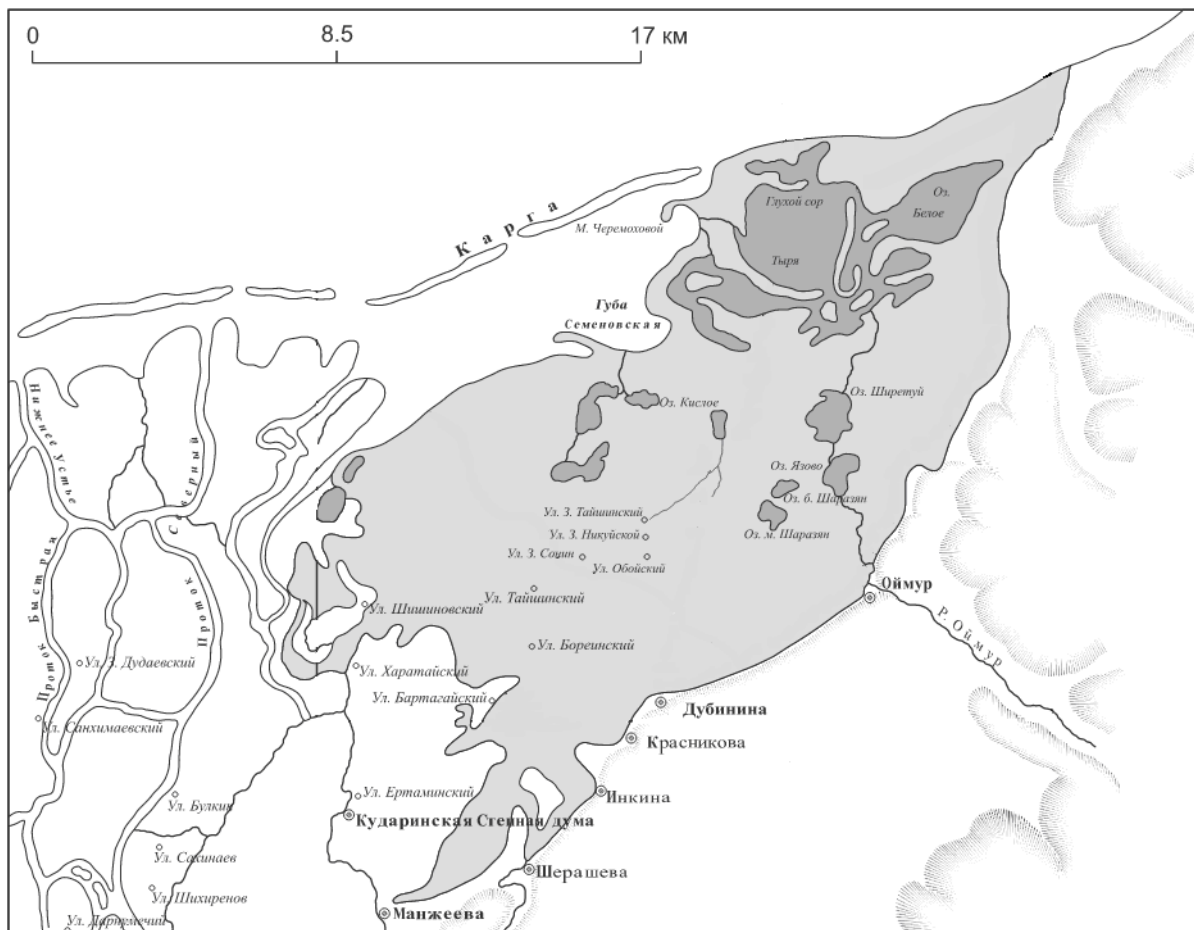
1 – Цаганская степь, 2 – современная береговая линия; реки, 3 – современные населенные пункты, 4 – затопленные населенные пункты – бурятские улусы, 5 – песчаные наносы, 6 – березовая роща

Fig. 3. Tsaganskaya Steppe (scheme after: <https://baikalskieogni.ru/articles/media/2018/2/2/v-kabanskom-rajone-do-1940-goda-mezhdu-ojmurom-i-dulanom-suschestwoval-nebolshoj-hutorok-mostovajal/>):

1 – Tsaganskaya Steppe, 2 – modern shoreline; rivers, 3 – present-day localities, 4 – sunken localities – Buryat ulus, 5 – sandy deposits, 6 – birch thickets

Należy tu zwrócić uwagę, że istnieje też inny szkic Stepu Cagańskiego z nieco odmiennym kształtem, innym zasięgiem jezior (rys. 4), wykonany przez A. P. ORŁOWA (1872). Na tym rysunku jest zaznaczonych więcej ulusów (co najmniej 7) i mają one zupełnie in-

ne nazwy, niż powszechnie przytaczane. Jest natomiast na tym rysunku na południe od ciągu piaszczystych wysepek (karga) zatoka jako – niepodpisana – Staryj sor, nie ma Zatoki Bajchor, jest natomiast w innym miejscu Zatoka Siemionowskaja.



Rys. 4. Step Cagański (szary kolor) wg A. P. ORŁOWA (1872) (za: WOŁOGINA i in., 2008)  
 Рис. 4. Цаганская степь (серый цвет) по А. П. Орлову (ORŁOW, 1872) (по: WOŁOGINA и др., 2008)  
 Fig. 4. Tsaganakaya Steppe (grey colour) after A. P. ORŁOW (1872) (after: WOŁOGINA et al., 2008)

Według świadków tych wydarzeń, 11 stycznia 1862 r. miało miejsce kilka wstrząsów, wskutek czego ze studni zaczęła się wylewać woda. Jednak najsilniejsze i najbardziej niszczące wstrząsy pojawiły się przed wschodem słońca w dniu 12 stycznia. Ich rezultatem było powstawanie pagórków ze szczelinami (szerokość tych szczelin sięgała 0,7 m, zauważalna głębokość – nieco ponad 10 m), którymi – wskutek obniżania się terenu – na powierzchnię zaczęła wydostawać się woda z piaskiem. Również ze studni wypływała woda w postaci fontann o wysokości do około 6,5 m. Interesującym zjawiskiem, wówczas trudnym do wytłumaczenia, było pojawienie się na powierzchni terenu ciepłej wody (w styczniu nad Bajkałem!): teraz wiadomo, że były to wody termalne, w różnych miejscach występujące w okolicach tego jeziora, uwolnione wskutek wstrząsów tektonicznych.

Dodatkowo, silne wstrząsy spowodowały pęknięcie grubej pokrywy lodowej na otwartym Bajkale, a przez powstałe szczeliny woda jeziora, tworząc lokalne tsunami, przerwała wał brzegowy o wysokości około 3 m i wdarła się w głąb Stepu Cagańskiego na odległość 2 km. W związku z powyższym poziom wody na omawianym obszarze szybko się podnosił.

Zatem w warunkach niezwykle realnego zagrożenia życia, ludność była zmuszona ratować się ucieczką na łódkach, które miała każda rodzina, zabierając ze sobą podstawowy dobytek i żywność. Wszyscy (około 1 300 osób) znaleźli się na południo-wschodzie: w sąsiedztwie wiosek Inkino, Dubinino, Ojmur i innych, bez dachu nad głową, bez nagromadzonego dobytku i środków do życia, bez zwierząt gospodarskich.

Należy pamiętać, że omawiane trzęsienie ziemi w równym stopniu i w podobny sposób (choć bez spektakularnego zapadania się gruntu) odczuwalne było we wspomnianych wyżej wioskach przyległych od południa i południowo-wschodu do Stepu Cagańskiego, a wstrząsy były rejestrowane w promieniu około 600 km od epicentrum, natomiast powierzchnia obszaru dotkniętego w różnym stopniu tym zjawiskiem wyniosła około 2 mln km<sup>2</sup>.

Wspomniane wyżej groźne naturalne zjawisko spowodowało ogromne straty o różnym charakterze: śmierć trzech osób, śmierć wszystkich (ponad 17 tys. sztuk) zwierząt gospodarskich hodowanych na Stepie Cagańskim, całkowite zatopienie ulusów (310 domów i 357 drewnianych jurt), pól uprawnych z zebraniem wcześniej zbożem i przygotowaną mąką, łąk z przechowywanym na nich sianem, pastwisk (są też przytaczane inne liczby). W przyległych wioskach i miejscowościach bardziej oddalonych, w większym lub mniejszym stopniu zniszczeniu i uszkodzeniu uległy różne budynki, drogi itp. (ŁOPATIN, 1862; FITINGOF, 1865; LIEONTJEW, AJBULATOW, 1956; SOŁONIENKO, 1968; GOLJENIECKIJ, 1996; IMIETCHJENOW, 2003; UFIMCEW, 2004; DIEMIN, 2005; DIEMIN – <http://www.visitburiatia.ru/places/section-14/item-1852/>; ŁUNINA, ANDRIEJEW, GŁADKOW, 2012; W Buriatii..., 2017; <https://irk.today/2021/01/12/12-janwarja-1862-goda-na-bajkale-proizoshlo-moshhnoe-caganskoe-zemletrjasenie-v-10-ballov/>).

## Zatoka Prował

Wspominana już Zatoka Prował jest głównym tektonicznym i morfologicznym skutkiem Cagańskiego trzęsienia ziemi. Powstała ona „w mgnieniu oka” na miejscu Stepu Cagańskiego: wskutek stopniowego, trwającego dobę, obniżania się mas skalnych (to powolne zapadanie się gruntu/zalewanie terenu przez wkraczającą wodę pozwoliło na w miarę bezpieczną – wspomnianą wyżej – samoewakuację ludności). Nowa zatoka jest w zasadzie ograniczona dwoma uskokami: głównym, tzw. deltowym, o prze-

biegu NE-SW (niemal pokrywającym się z obecną południowo-wschodnią i wschodnią linią brzegową zatoki), a także sachalińsko-enchełuckim, biegnącym wzdłuż piaszczystej Kosy Pieriewołoka, przyl. Obłom i dalej ku północowo-wschodowi wzdłuż brzegu bajkalskiego (por. rys. 3 i 4) (FITINGOF, 1865, ŁUNINA, ANDRIEJEW, GŁADKOW, 2012 i in.).

Rys. 5 przedstawia ogólny zarys delty Selengi oraz Zatoki Prował pod koniec XIX wieku, rys. 6 natomiast – Zatokę Prował na współczesnej mapie topograficznej.

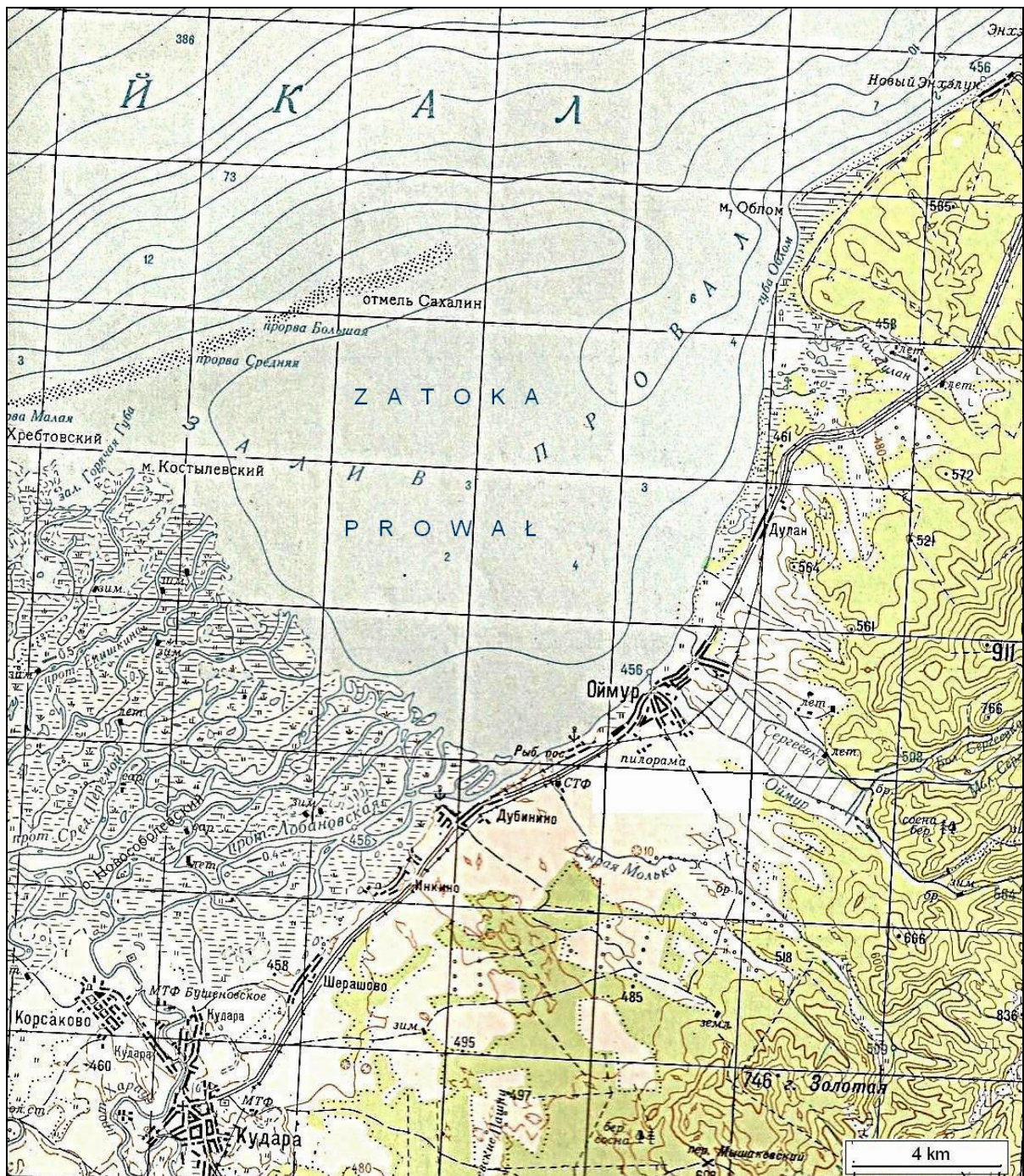


Rys. 5. Mapa delty rzeki Selengi w końcu XIX wieku (wg: BOGOSŁOWSKIJ, 1897)

Рис. 5. Карта дельты реки Селенги в конце XIX в. (по: БОГОСЛОВСКИЈ, 1897)

Fig. 5. Map of the Selenga river delta at the end of the 19th century (after: BOGOSŁOWSKIJ, 1897)

Powierzchnia Zatoki Prował wynosi około 260 km<sup>2</sup>. Głębokość tektonicznie obniżonych powierzchniowych mas skalnych na odcinku Szeraszewo – przyl. Obłom wyniosła 7–8 m (rys. 4 i 6). Po utworzeniu się zatoki zaczęły się kształtować nowe główne ramiona delty Selengi (*Siewiernyj Pieriemoj, Sriednij Pieriemoj, Bolszoy Pieriemoj, Nowyj Pieriemoj; pieriemoj* – koryto), a potem stopniowe poszerzanie się delty wskutek nanoszenia osadów aluwialnych i zmniejszanie powierzchni zatoki.



Rys. 6. Zatoka Prował na współczesnej mapie topograficznej 1 : 200 000 (Pribajkalje..., 1996)

Рис. 6. Залив Провал на современной топографической карте 1 : 200 000 (Pribajkalje..., 1996)

Fig. 6. Proval Bay on a present-day topographic map 1 : 200.000 (Pribajkalje..., 1996)

Skutkiem trzęsień ziemi nad Bajkałem jest częste pojawianie się **osuwisk sejsmiczno-grawitacyjnych**, które przesuwiają duże, w miarę zwarte masy skalne oraz zwietrzelinę. Jedno z takich osuwisk wykrył A. B. IMIETCHIENOW (1987) po prawej stronie przydeltowego odcinka Selengi w okolicach wioski Inkino. W planie cechuje się ono owalnym kształtem: ma 1,5 km

długości, 350–400 m szerokości i jest nachylone w kierunku Bajkału pod kątem 3–5°. Osunięciu uległa tutaj część rozległej bajkalskiej terasy kudarińskiej o wysokości 18–20 m. Utwory terasowe są tu reprezentowane przez jasnoszare drobno- i średnioziarniste piaski z przewarsstwieniami i soczewkami brunatnych glin i aleurytów (mułowców). Geneza tego osuwiska ma



związek z silnym trzęsieniem ziemi o sile 9–10 stopni, które miało miejsce około 400 lat temu. Istnienie takiego osuwiska świadczy, że przydeltowa równina Selengi podczas silnych trzęsień ziemi może nie tylko zapadać się, jak Zatoka Prował, ale też podlegać deformacjom sejsmiczno-grawitacyjnym.

Rezultatem trzęsień ziemi są również tzw. **deformacje kosejsmiczne**, czyli różnorodne niewielkie zaburzenia struktury osadów: zostały one odnalezione i szczegółowo scharakteryzowane w okolicach wioski Kudara, Szergino, Szeraszewo, Inkino, Krasnikowo, Dubinino,

Ojmur (GOLIENIECKIJ, 1996; DIEMIN, 2005; ŁUNINA, ANDRIEJEW, GŁADKOW, 2012).

Obecnie Zatoka Prował stanowi płytką lagunę oddzieloną od otwartego Bajkału wąskim piaszczystym wałem wystającym w postaci niskich wysepek ponad poziom wody, natomiast przy wyższych stanach wody (głównie jesienią) wysepki te są całkowicie zatopione (fot. 3). Średnia głębokość Zatoki Prował wynosi obecnie 3–4 m, największa (7 lub 7,5 m) znajduje się na północo-wschodzie w pobliżu przyl. Obłom (LIEONTJEW, AJBUŁATOW, 1956; *Pribajkalje...*, 1996; IMIETCHIENOW, 2003, rys. 6).



Fot. 3. Zatoka Prował – widok ogólny z wioski Ojmur ku NW (fot. W. A. Snytko)  
 Фот. 3. Залив Провал – общий вид из с. Оймур к СЗ (фот.: В. А. Снытко)  
 Photo 3. Proval Bay – general view from Oymur village to NW (phot. by V. A. Snytko)

Interesujące są wyniki badań **procesów abrazyjnych** na Bajkale, które wyraźnie aktywowały się w wyniku przegrodzenia Angary przez tamę Irkuckiej Elektrowni Wodnej (budowana w latach 1950–1959), czego skutkiem było podniesienie się poziomu wody w jeziorze w granicach 1,0–1,2 m. Najbardziej intensywne przejawy abrazji były obserwowane w latach 1962, 1964, 1971, 1973, 1983–1985, 1988, 1990–1994, czyli w okresach najwyższego poziomu wody w Bajkale.

Badania krajobrazów w delcie Selengi pokazały, że silne podmywanie i rozmywanie brzegów występuje na odcinku Ojmur – Enchełuk – Poworot, zajęтым przez 4–6-metrową terasę zbudowaną z kompleksów piaszczystych i piaszczysto-gliniastych utworów rzecznych, rzeczno-jeziornych i rzeczno-deltowych. Dość znaczne-

mu rozmywaniu podlega również 1,5–3,0-metrowa terasa bajkalska złożona z materiału piaszczystego i gliniastego (wioski Korsakowo, Stiepnij Dworiec, Suchaja, Zarieczje, Istomino, Posolsk).

W ciągu 40-letniego okresu obserwacji (IMIETCHIENOW, 2003; repery założono w 1962 roku) w wyniku procesów abrazyjnych brzegi cofnęły się: Staryj Enchełuk – o 24,5 m, Suchaja – o 28,7 m, Ojmur – o 41,6 m i o 36,25 m, Posolsk – o 41 m, Poworot – o 82,4 m.

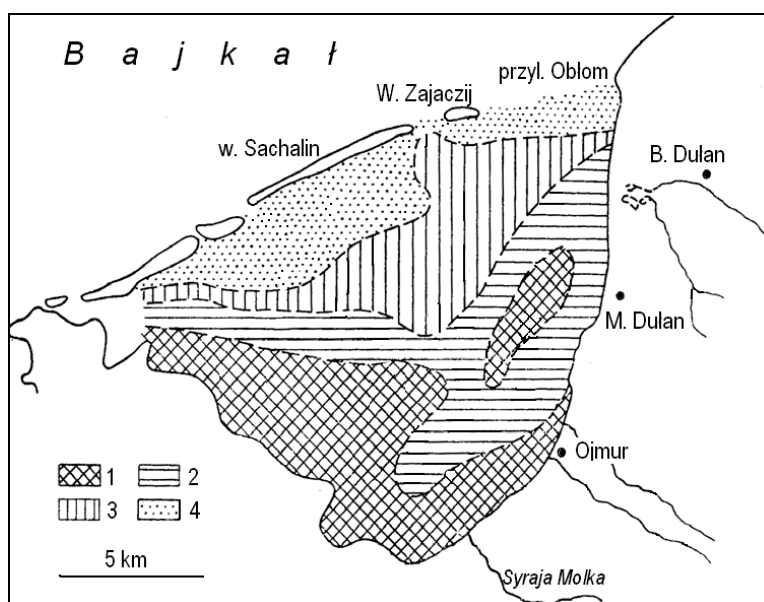
Podniesienie się poziomu wody w Bajkale spowodowało pojawienie się najmłodszych osadów w strefie przybrzeżnej, podniesienie się poziomu wód gruntowych, a także zabagnienie nizinnych fragmentów strefy brzegowej. To zjawisko jest bardzo charakterystyczne dla delty Selengi (IMIETCHIENOW, 1987; WIKI i in.,

2006a, b; TRZCINSKI, KOZYRIEWA, SZCZYPEK, 2009; JAGUŚ i in., 2010 i in.).

Podczas przemieszczania się potoków osadów w kierunku delty Selengi obserwuje się, że w peryferyjnych częściach delty (Bojarsk, Porworot, Posolsk) gromadzi się materiał piaszczysty, natomiast po zewnętrznej stronie delty, poczynając od wioski Istok do przyl. Obłom, w większej części tworzy się materiał piaszczysto-ilasty. Na północ od delty Selengi na brzegu Zatoki Prował w okolicach potoków Syraja Molka i Ojmur, w wyniku utworzenia się piaszczysto-ilastej (miejscami biogenicznej) plaży o szerokości 25–30 m, ma miejsce ciągła migra-

cja koryt tych rzeczek. Akumulacja piasków jest też charakterystyczna dla przyl. Obłom, gdzie utworzył się nowy wał o wysokości do 2 m (a łącznie istnieje tu około 10 takich piaszczystych wałów) (IMIETCHIENOW, 2003).

Podcinanie brzegów w wyniku procesów abrazyjnych, akumulacja materiału nanoszonego przez prądy przybrzeżne oraz przynoszonego przez Selengę powoduje, że w granicach Zatoki Prował gromadzą się osady denne (rys. 7). W większości jest to różnorodny materiał ilasty, a w sąsiedztwie łańcucha wysepek na granicy z otwartym Bajkałem – utwory piaszczyste. Miąższość tych osadów przedstawiono na rys. 8.



Rys. 7. Schemat rozmieszczenia osadów dennych w Zatoce Prował (wg: KAZIENKINA, ŁADOCHIN, 1961; *Integracionnyj projekt...*, bez daty):

1 – drobne iły, 2 – iły gliniaste, 3 – grube iły, 4 – piaski

Рис. 7. Схематическая карта донных осадков залива Провал (по: KAZIENKINA, ŁADOCHIN, 1961; *Integracionnyj projekt...*, без даты):

1 – мелкоалевритовые илы, 2 – глинистые илы, 3 – крупноалевритовые илы, 4 – пески

Fig. 7. Distribution of bottom sediments in Proval Bay (after: KAZIENKINA, ŁADOCHIN, 1961; *Integracionnyj projekt...*, without date):

1–3 – different aleurites, 4 – sands

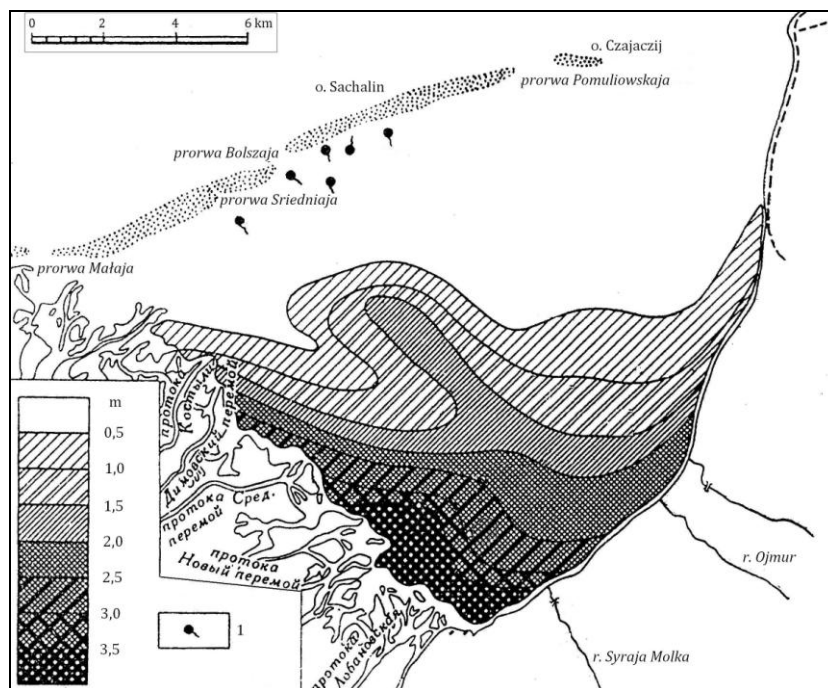
Dla wybrzeży Zatoki Prował typowym zjawiskiem geomorfologicznym, z uwagi na obecność odpowiedniego materiału oraz siły napędzającej, są **procesy eoliczne**. Należy zwrócić uwagę na wybrane punkty ich rozwoju, a jed-

nocześnie odmienny wyraz morfologiczny: Inkino oraz przyl. Obłom.

Stanowisko Inkino. Występuje na skraju abrazyjnej terasy bajkalskiej i przylega do zabagnionej równiny delty Selengi (fot. 4). Krawędź terasy ma wysokość 6–7 m, jest stroma

(60°) i cechuje się nachyleniem powierzchni rzędu 7° w kierunku Bajkału. Piaszczysto-gliniasty materiał tej krawędzi jest rozwiewany przez wiatry północno-zachodnie, niewątpliwie w wy-

niku oddziaływania czynnika antropogenicznego: wszędzie są widoczne głęboko wcięte koleiny buldożerów i traktorów, które zniszczyły pokrywę roślinną.



Rys. 8. Miąższość osadów w Zatoce Prował (wg: KAZIENKINA, ŁADOCHIN, 1961):  
1 – gorące źródła

Рис. 8. Толщина отложений в заливе Провал (по: KAZIENKINA, ŁADOCHIN, 1961):  
1 – горячие источники

Fig. 8. Thickness of deposits in Proval Bay (after: KAZIENKINA, ŁADOCHIN, 1961):  
1 – thermal springs



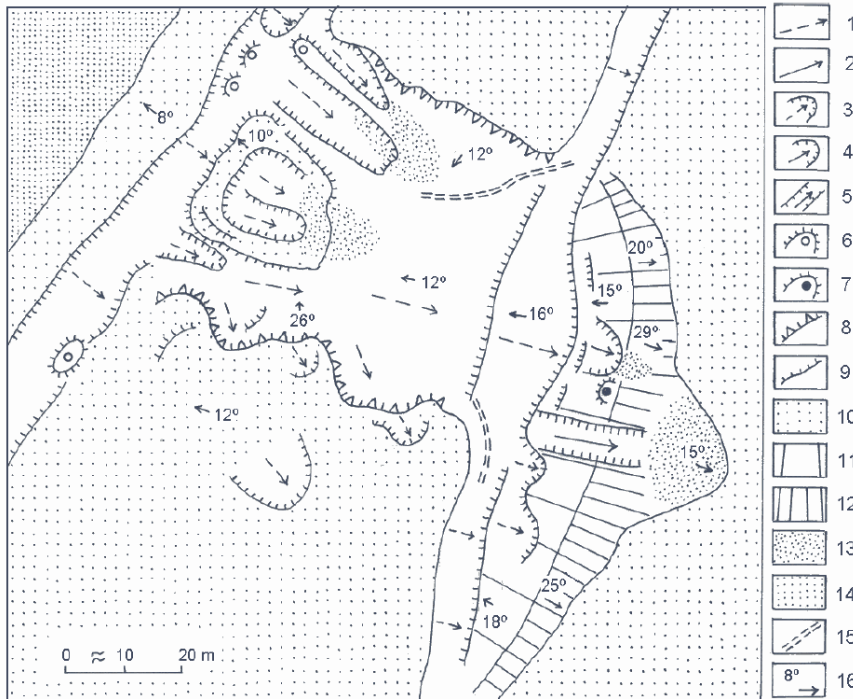
Fot. 4. Przydeltowa część równiny Seleni w okolicach Inki-no (fot. T. Szczypek)  
Фот. 4. Дельта р. Селенги: вид из с. Инкино (фот.: Т. Щипек)  
Phot. 5. Delta of Selenga river – view from Inkino village (phot. by T. Szczypek)

Morfologicznym skutkiem oddziaływania wiatrów są tu, z jednej strony, ostańce deflacyjne skał macierzystych i rozdzielające je korytarze, z drugiej – pokrywy piaszczyste o niewielkiej miąższości (do 40 cm) na młodych glebach kopalnych oraz, przede wszystkim, nie-

często spotykana nad Bajkałem, wydma krawędziowa (fot. 5, rys. 9). Należy dodać, że w pobliżu, na tej samej krawędzi terasy, utworzyło się jeszcze kilka mniejszych, podobnych form, chociaż nieco słabiej rozwiniętych (WIKI i in., 2006a; SZCZYPEK i in., 2011).



Fot. 5. Wydma krawędziowa koło Inkino (fot. T. Szczypek)  
 Фот. 5. Приоткосная дюна рядом с с. Инкино (фот.: Т. Щипек)  
 Photo 5. Scarp dune near Inkino village (phot. by T. Szczypek)



Rys. 9. Szkic geomorfologiczny stanowiska Inkino: 1 – płaszczyzny deflacyjne na pylastych utworach macierzystych, 2 – płaszczyzny deflacyjne na piaskach eolicznych, 3 – niecki deflacyjne na pylastych utworach macierzystych, 4 – niecki deflacyjne na piaskach eolicznych, 5 – korytarze deflacyjne, 6 – ostańce deflacyjne utworów podłoża, 7 – ostańce deflacyjne form eolicznych, 8 – krawędzie deflacyjne w utworach podłoża, 9 – krawędzie deflacyjne w piaskach eolicznych, 10 – płaska powierzchnia

utworów podłoża (terasy bajkalskiej), 11 – stok dowietrzny wydmy krawędziowej, 12 – stok odwietrzny wydmy krawędziowej, 13 – współczesne pokrywy eoliczne, 14 – delta Selengi, 15 – bruzdy deszczowe, 16 – kąt i kierunek nachylenia stoku

Рис. 9. Геоморфологическая схема участка Инкино:

1 – плоскости выдувания на коренных, супесчаных породах, 2 – плоскости выдувания на эоловых песках, 3 – мульды выдувания на коренных, супесчаных породах, 4 – мульды выдувания на эоловых песках, 5 – коридоры выдувания, 6 – дефляционные останцы коренных пород, 7 – дефляционные останцы эоловых форм, 8 – дефляционные уступы в коренных породах, 9 – дефляционные уступы в эоловых песках, 10 – плоская поверхность коренных пород байкальской террасы, 11 – наветренный склон приоткосной дюны, 12 – подветренный склон приоткосной дюны, 13 – современные эоловые покровы, 14 – дельта Селенги, 15 – пролювиальные ложбины, 16 – крутизна склона и направление его уклона

Fig. 9. Geomorphological sketch-map of Inkino site:

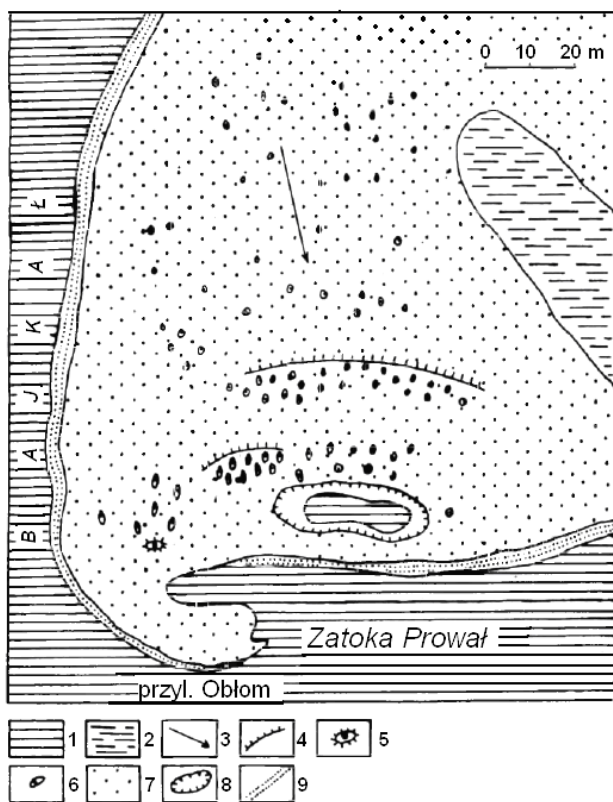
1 – deflation surfaces at dusty parent deposits, 2 – deflation surfaces at aeolian sands, 3 – deflation basins at dusty parent deposits, 4 – deflation basins at aeolian sands, 5 – deflation corridors, 6 – deflation remnants of parent deposits, 7 – deflation remnants of aeolian landforms, 8 – deflation edges (scarps) in parent deposits, 9 – deflation scarps in aeolian sands, 10 – flat surfaces of parent deposits (Baikal terrace), 11 – windward slope of scarp dune, 12 – leeward slope of scarp dune, 13 – contemporary aeolian covers, 14 – the Selenga delta, 15 – rain furrows, 16 – angle and direction of slope gentling

Stanowisko przylądek Obłom. Jest położone na skraju wybrzeża bezpośrednio przyległego do północno-wschodniej części Zatoki Prował. Stanowi powierzchnię ciągle jeszcze kształtującej się mierzei przemieszczającej się na południe, zakończonej przylądkiem o tej samej nazwie (fot. 6). Od południa i zachodu mierzę tę otacza wąski pas plaży jeziornej. Powierzchnia mierzei jest płaska i znajduje się na wysokości kilkudziesięciu centymetrów nad poziomem jeziora. Tworzy ją piasek różnoziarnisty i drobne żwiry z domieszką otoczków je-

ziornych. Wpływ silnych wiatrów północno-zachodnich sprzyja tworzeniu się płaszczyzny deflacyjnej z brukiem deflacyjnym, a znaczna część materiału przenoszonego w zawieszeniu przez wiatr dostaje się do wód zatoki. Oddziaływanie wiatru powoduje tu rozwój miniatury form deflacyjnych i akumulacyjnych. Można więc stwierdzić, że rzeźba eoliczna w stanowisku Prował znajduje się w stadium początkowym i pod względem morfologicznym jest ledwie zauważalna (rys. 10).



Fot. 6. Przylądek Obłom – widok w kierunku Zatoki Prował (fot. T. Szczypek)  
 Фот. 6. Мыс Облом – взгляд на залив Провал (Фот.: Т. Щипек)  
 Photo 6. Oblom Cape – view towards Proval Bay (phot. by T. Szczypek)



Rys. 9. Szkic geomorfologiczny stanowiska przylądek Obłom:

1 – woda, 2 – bagno, 3 – płaszczyzny deflacyjne, 4 – krawędzie deflacyjne, 5 – ostańce deflacyjne, 6 – kopczyki piaszczyste typu nebkha, 7 – mierzeja, 8 – obniżenie, 9 – plaża  
 Рис. 9. Геоморфологическая схема урочища мыс Облом:

1 – вода, 2 – болото, 3 – плоскости выдувания, 4 – дефляционные уступы, 5 – дефляционные останцы, 6 – песчаные тени типа небкха, 7 – коса, 8 – понижение, 9 – пляж

Fig. 9. Geomorphological sketch-map of Oblom cape site:

1 – water, 3 – swamp, 3 – deflation plains, 4 – deflation edges, 5 – deflation remnants, 6 – sandy shadows of nebkha type, 7 – sandbar, 8 – depression, 9 – beach

## Uwagi końcowe

Zatoka Prował stanowi wzorcowe odzwierciedlenie oddziaływania procesów endogenicznych oraz egzogenicznych, przy czym w tym ostatnim przypadku na intensyfikację zewnętrznych procesów geomorfologicznych wyraźnie wpłynął czynnik antropogeniczny (podniesienie i regulowanie poziomu wody w jeziorze oraz mechaniczne niszczenie powierzchni terenu, a przez to – degradacja szaty roślinnej). Różne obserwacje wskazują, że linia brzegowa Zatoki Prował od momentu powstania do czasów współczesnych dość wyraźnie zmieniła się, przy czym południowo-zachodni fragment zatoki jest zasypywany przez osady przynieszone przez Selengę. Dzięki temu rozwija się tu na nowo zabagniona równina delty tej rzeki, sprzyjając wzrostowi bioróżnorodności.

Zdaniem wielu autorów istnieje szereg oznak, które wskazują na w dalszym ciągu trwający proces stopniowego obniżania się dna Zatoki Prował, mimo – jak wcześniej wspomniano – stałej dostawy znacznej ilości osadów.

### Podziękowanie

Dziękujemy Aleksandrowi R. Batujewowi za pomoc w poszukiwaniach starych map i literatury.

## Literatura

- Bajkał. Atlas. Roskartografija, Moskwa, 1993.
- Bogosłowski A., 1897: O jestiestwiennych usłowijach sudochodstwa po r. Sieliengie. Izw. Wostoczno-Sibirskogo otdiela Impieratorskogo Russkogo Geograficzeskogo obszczestwa, 28, 1: 25–42.
- Diemin E. W. Prował – tragedija kudarinskich buriat (<http://www.visitburyatia.ru/places/section-14/item-1852/>)
- Diemin E. W., 2005: Antologija Prowała: istoriczieskie materiały o katastroficzieskom Caganskom ziemlietriasienii 1862 g. Prował na Bajkalie. Ułan-Ude: 296 s.
- Fitingof A., 1865: Opisanije miestnosti pri ustje rieki Sielengi, poniziszejsia ot ziemlietriasienij 30 i 31 diekabria 1861 goda. Gornyj żurnal, 3, 7. Sank-pietierburg: 95–101.
- Gałazij G. I., 1987: Bajkał w woprosach i otwietach. Wost.-Sib. kniżn. Izdat., Irkutsk: 383 s.
- Giliewa N. A. Mielnikowa W. I., Radziminowicz N. A., Dewerszer Ż. (Deverchere J.), 2000: Łokalizacija ziemlietriasienij i sriednije charakteristiki ziemnoj kory w niekotorych rajonach Pribajkalja. Geologija i geofizika, 41, 5: 629–636.
- Golienickij S. I., 1996: Makrosiejsmiczieskie projawlienija katastroficzieskogo Caganskogo ziemlietriasienija 1862 g. na Bajkalie. Fizika Ziemli, 11: 3–13.
- Imietchienow A. B., 1987: Pozdniekajnozojskije otłożenija pobierieżja oziera Bajkał. Nauka, Nowosibirsk: 151 s.
- Imietchienow A. B., 2003: Buriatija, stichii i katastrofy. Wyp. VI. BGU, Ułan-Ude: 200 s.
- Integracionnyj projekt „Diety riek kak jestiestwiennyje biofiltry”. Bajkalskij institut prirodopolzowanija SO RAN, Ułan-Ude (bez daty)
- Jaguś A., Khak V., Kozyreva E. A., Rzętała M., Rzętała M., Szczypek T., 2010: Zmiany w środowisku wywołane spiętrzeniem wód rzeki Angary i Jeziora Bajkał. Wszechświat, 111, 10–12: 265–271.
- Karta Bajkała, moria, oziera ili Angarskogo prowała w Irkutskoj Gubernii sostojaszcziego so wsiami jego okružnostiami, kotoryj matiematyczieskim izmierenijem okonczian i priwiedion w sowierszennuju izwiestnost’ w 1806 godu, massztab 1 : 840 000 (archiwum Muzeum Krajoznawczego w Irkucku).
- Kazienkina G. A., Ładochin N. P., 1961: Geomorfologija i donnyje otłożenija zaliwa Prował. Trudy Wostoczno-Sibirskogo geologiczieskogo instituta SO RAN, 3: 35–48.
- Lieontjew O. R., Ajbuałow N. A. (prim. W. A. Obrucziewa), 1956: Nowyje dannyje o zaliwie Prował. Priroda, 6: 87–89.
- Łapierdin W. K., Ałtuchow Je. N., 1988: Siejsmotiektoniczieskie priedposyłki prognoza ekzodinamiczieskich processow na jugie Sibiri. Prikladnaja geomorfologija i nieotiektonika Wostocznoj Sibiri. Irkutsk: 59–60..
- Łopatin I. A., 1862: O ziemlietriasienijach pri ustje rieki Sieliengi i około etoj miestnosti. Amur, 11.
- Łunina O. W., Andriejew A. W., Gładkow A. S., 2012: Po sledam Caganskogo ziemlietriasienija 1862 g. na Bajkalie: riezultaty issliedowanija wtoricznych kosiejsmiczieskich dieformacij w rychłych osadkach. Geologija i geofizika, 53, 6: 775–796.
- Neue Carte des Baikal Sees welche bey Umschiffung desselben in den Jahren 1772 und 1773 aufgenommen worden (archiwum Muzeum Krajoznawczego w Irkucku).
- Pribajkalje. Albom kart 1 : 200 000. IKF, Irkutsk, 1996.
- Orłow A. P., 1872: O ziemlietriasienijach woobszczie i o ziemlietriasienijach Jużnoj Sibiri i Turkie-

- stanskoj oblasti w osobiennosti. Wyp. 1. Trudy Obszczestwa jestiestwoispytatieliej pri Impieratorskom Kazanskom uniwersitietie, 3, 1. Lito- i tipografija K. A. Tilli, Kazań: 78 s.
- Rogozin A. A., 1993: Bieriegowaja zona Bajkała i Chubsuguła (morfologija, dinamika i istorija razwitija). Nauka, Nowosibirsk: 168 s.
- Sołonienko W. P., 1968: Siejsmotiektonika i sowriemiennoje strukturnoje razwitije Bajkalskoj riftowej zony. W: Bajkalskij rift. Nauka, Moskwa: 57–71.
- Szczypek T., Imietchienow A. B., Snytko W. A., Wika S., 2011: Wydmy krawędziowe na obszarze Przybajkała. Geographia, studia et dissert., 33. UŚ, Katowice: 29–46.
- Trzcinskij Ju. B., Kozyriewa E. A., Szczypek T., 2009: Wahania poziomu Bajkału a proces zabagniania jego wybrzeży (na przykładzie przesmyku Cziwyrkujskiego – Miagkaja Karga – i jego okolic). W: Jankowski A. T., Absalon D., Machowski R., Ruman M. (red.): Przeobrażenia stosunków wodnych w warunkach zmieniającego się środowiska. WNoZ UŚ, PTG Oddz. Katowicki, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej, Sosnowiec: 279–291.
- Tułowonow A. K., Andrejew S. G., Batojew W. B., Cydienowa O. W., Chłystow O. M., 2006: Prirodnaja mikrolietopis' nowiejszych sobytij w bassiejnie oziera Bajkał. Geologija i geofizika, 477, 9: 1043–1046.
- Ufimcew G. F., 2004: Zagadka zaliwa Prował. Nauka w Rossii, 1: 74–79.
- W Buriatii 155 liet nazad proizoszło Caganskoje ziemlietriasienije (<https://gazeta-n1.ru/news/47285/>; 13.01.2017).
- Wika S., Imietchienow A. B., Owczinnikow G. I., Snytko W. A., Szczypek T., 2006a: Eołowyje i abrazionnyje processy pobierieżij u zaliwa Prował na Bajkałe. Irkutsk-Ułan-Ude: 56 s.
- Wika S., Kozyriewa E. A., Trzcinskij Ju. B., Szczypek T., 2006b: Ostrowa Jarki na Bajkale – priemier sowriemiennoego prieobrazowanija łandsaftow. IZK SO RAN, Fakultiet nauk o Ziemlie Siliezskego uniwersitieta, Irkutsk-Sosnowiec: 69 s.
- Wołogina Je. G., Szturm M., Ignatowa N. W., Radziminowicz Ja. B., 2008: Riekonstrukcija istorii osadkonakoplienija w zaliwie Prował (oziero Bajkał). Izwiestija Sibirskogo otdielienija siekcii nauk o Ziemlie RATN, 5, 31. RGTU, Irkutsk: 149–151.
- Zorin Ju. A., 1971: Nowiejszaja struktura i izostazija Bajkalskoj riftowej zony i sopriedielnych tierri-torij. Nauka, Moskwa: 168 s.
- <https://baikalskieogni.ru/articles/media/2018/2/2/v-kabanskom-rajone-do-1940-goda-mezhdu-ojmurom-i-dulanom-suschestwoval-nebolshoj-hutorok-mostovaya/>
- <https://irk.today/2021/01/12/12-janvarja-1862-goda-na-bajkale-proizoshlo-moshhnoe-caganskoe-zemletrjasenie-v-10-ballov/>

*Wpłynął do redakcji: 16 marca 2021*

*Поступила в редакцию: 16 марта 2021*

*Received: 16 March 2021*