

**ОПОЛЗНИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ (ТОЧИЛИНСКИЙ РАЗРЕЗ)****© 2108 Мазарович А.О., Ольшанецкий Д.М.**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт РАН, Москва, 119017;  
e-mail: amazarovich@yandex.ru, mitia@list.ru*

Точилинский разрез (Западная Камчатка) расположен между реками Аманина (на юге) и Эталона (на севере). Он сложен кайнозойскими отложениями. Они смяты в антиклинальную складку. На юго-западном крыле существуют оползневые тела, которые занимают не менее 40% протяженности побережья. Их площадь увеличивается с юга на север от 0.03 до 0.76 км<sup>2</sup>, достигая максимума, в ядре складки. Соответственно, возрастает и расстояние стенок отрывов от берега от 100 до 800 м. Возникновение оползней связано с активным подъемом этой части побережья Охотского моря в голоценовое время. Подъем территории установлен по взаимоотношению морских и речных (до 4-х) террас. Возникновение многих оползней контролировалось эшелонами трещин с простиранием СВ10°–15°.

*Ключевые слова:* Западная Камчатка, Точилинский разрез, оползень, эшелон трещин.

**ВВЕДЕНИЕ**

Побережье Западной Камчатки протягивается почти на 1200 км от мыса Лопатка (на юге) до бухты Подкагерная (юг Пенжинской губы) — на севере. В его центральной части расположено несколько мысов (с юга на север — Хайрюзово, Утхолок, Омгон, Бабушкина (рис. 1). Информация о новейших опусканиях берегов Западной Камчатки, их строения и динамике развития, а также о палеогеографии плейстоцена содержится в работах (Владимиров, 1961, Зенковича, Владимирова, 1950, Новейшие..., 1978, Чуян и др., 2008 и некоторых других).

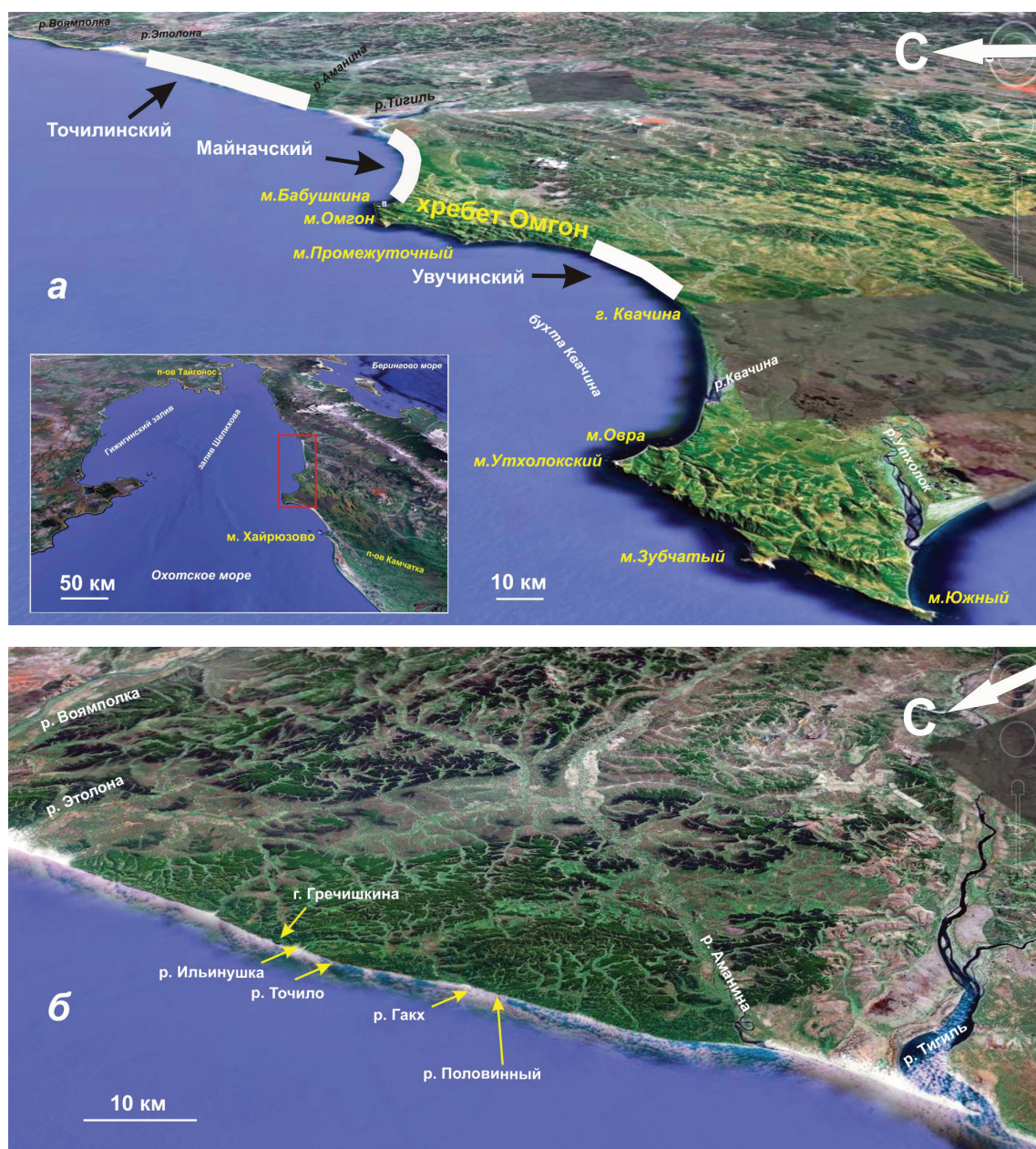
В общем виде, побережье Западной Камчатки может быть разделено (Чуян, Быкасов, 2003) на две зоны — южную и северную с условной границей в районе м. Хайрюзово. Для первой характерны лагуны, отделенными от моря береговыми валами. В пределах второй развиты клифы, протяженность которых достигает десятков километров, а высота составляет многие десятки метров. В этих обрывах обнажены мезозойские и кайнозойские образования, стратиграфия и литология которых (ниже) детально описана в трех разрезах (с юга на север): Увученском, Майначском и Точилинском (рис. 1).

Цель настоящей статьи — оценка масштабов проявления оползневых и обвальных про-

цессов, которые представляют геологическую опасность, на побережье Западной Камчатки в районе т.н. Точилинского разреза (рис. 1). Ниже будут рассмотрены только наиболее крупные оползневые тела. Детальное описание каждого оползня или обвала в задачу статьи не входят.

В статье будут использованы следующие понятия. Обвал — скоротечный отрыв масс горных пород и их быстрое перемещение вниз по склону. Оползень — масса горных пород, постепенно смещавшаяся вниз по склону. Трещина отседания — трещина, образованная под углом к бровке склона берега (клифа), развитие которой приводит к отделению блоков горных пород от субстрата. Эшелон — ступенеобразное, кулисное (в плане) расположение структур (разломов, складок, трещин), которые не связаны между собой, но имеют общее генеральное простирание.

Вдоль всей Западной Камчатки и прилегающей акватории расположен Западно-Камчатский прогиб (Геология ..., 1964, Геологическая ..., 1989, Объяснительная..., 2000). Основание прогиба обнажено на п-ове Утхолок, на хребте Омгон (рис. 1) и на мысе Хайрюзово. Оно сложено юрско-меловыми вулканогенно-терригенными образованиями, слагающими покровно-складчатую структуру (Западная ..., 2005, Соловьев, 2008), которые с угловым несо-



**Рис. 1.** Расположение разрезов кайнозойских отложений (белые линии) и географических объектов между м. Утхолокский и р. Этолона (Западная Камчатка) (а) и положение района работ (врезка). Географические названия между реками Тигиль и Этолона (б). Топографическая подоснова — <http://www.google.com/>.

**Fig. 1.** The location of the Cenozoic deposits sections (white lines) and geographical features between Utkholok Cape and the Etolona River (Western Kamchatka) (a) and position of the work area (inset). Geographic names between the Tigil and Etolona rivers (b). Topographic base — <http://www.google.com/>.

гласием, перекрыты кайнозойскими отложениями. Стратиграфия и литология последних были детально описаны в фундаментальных публикациях (Гладенков и др., 1991; Гладенков и др., 1997; Гречин, 1976; Синельникова и др., 1976; Сляднев и др., 2013 и др.). В некоторых из вышеупомянутых работ (например, (Гладенков и др., 1991), на рисунках, были схематично показаны и обвальнo-оползневые образования, которые не были предметом исследования авторов.

Обвальнo-оползневые образования известны во многих районах Камчатского п-ова

(Леонов, Егоров 2005, Опасные ..., 2002). Большая их часть приурочена к Срединному хребту. Наблюдения авторов настоящей статьи свидетельствуют о существовании оползневых процессов, например, в районах пос. Эссо и Анавгай. «В пределах Восточного хребта и на полуостровах обвалы и оползни встречаются значительно реже и распространены участками, обособленными друг от друга» (Леонов, Егоров 2005, стр. 34). В частности, они описаны в г. Петропавловске-Камчатском (Опасные..., 2002) и в Долине Гейзеров (Сугробов и др., 2009).



Оползни на западе п-ова Камчатка отмечались еще в работе М.Ф. Двали, в которой было указано: «в береговом разрезе свод и часть северо-западного крыла [Точилинской антиклинали — А.М.] располагаются в обширной зоне оползших и осевших пород, замаскировавших истинную картину залегания» (Двали, 1939, с. 46). В той же работе указывается, что на берегу имеется сброс и «... с простиранием последнего совпадает карниз высокого склона, ограничивающий сверху зону оползней. Возможно, что этот разрыв представляет только крупную оползневую трещину и не затрагивает глубокозалегающих слоев ядра складки» (Двали, 1939, с. 47). Эти наблюдения и сегодня представляются актуальными т.к. они подчеркивают возможность неправильной интерпретации структуры Точилинского разреза из-за недоучета изменения элементов залегания пород при оползневых процессах.

Оползни на Западной Камчатке существуют и южнее Точилинского разреза, но их роль в строении побережья не столь значительны. В Майначском разрезе (рис. 1) их нет в пределах развития кайнозойских отложений, но они хорошо выражены в мезозойских образованиях. В Увученском разрезе (рис. 1), развиты только обвалы и существует единственный оползень, который нарушает залегание пород снатольской свиты. Породы обоих разрезов слагают центриклинали складок и в обрывах экспонируются как пологие моноклинали или залегают горизонтально. Структура усложняется около выступов мелового фундамента. На севере Точилинского разреза, на северо-восточном крыле складки и в пределах горизонтально залегающей кулувенской свиты, оползни также отсутствуют. Таким образом, формированию оползней препятствует падения пород в направлении противоположным возможному направлению их движения.

Вместе с тем, крупные оползни широко развиты в деформированных мезозойских образованиях, например, на г. Квачина и южнее мыса Промежуточный. Они хорошо проявлены также на мысах Омгон и Овра (рис. 1а).

В основу настоящей статьи положены данные, полученные авторами в 2003, 2006 и 2008 гг. на Западной Камчатке. Работа представляла собой стандартные геолого-съемочные исследования и перспективную фотосъемку с вертолета. При написании статьи авторами использовались ресурсы Bing Maps (<https://www.bing.com/maps/aerial>), Google Карты (<http://earth.google.com/>) и Yahoo Maps (<https://maps.yahoo.com/b>), которые далее, условно, будут называться «аэроснимками».

Основные географические объекты Точилинского разреза показаны на рис. 1б. В статье, помимо общепринятых названий (ручьи —

Половинный, Гакх, Точило, Ильинушка, гора Гречишкина), авторами введены «условные топонимы». Например, gk2500 и -gk2500 обозначают, что объекты исследования находятся на удалении 2500 м к северу или к югу от устья р. Гакх (gk0) соответственно.

## ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИИ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТОЧИЛИНСКОГО РАЗРЕЗА

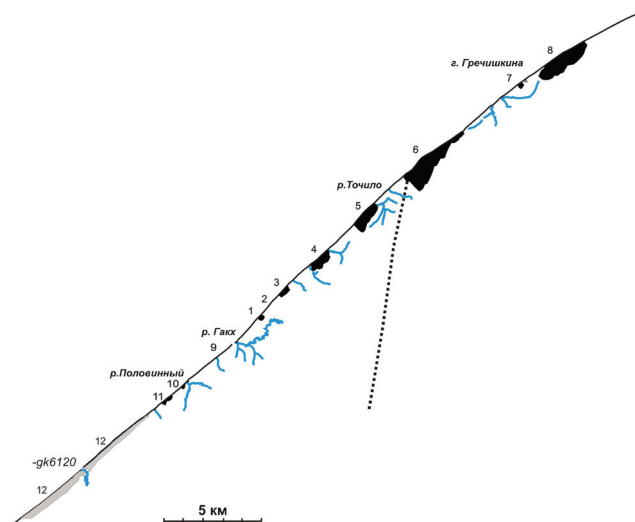
Кайнозойские отложения Западной Камчатки с угловым несогласием перекрывают мезозойские образования, что однозначно установлено в Увученском разрезе (Гладенков и др., 1991). В Точилинском разрезе стратиграфия кайнозоя была детально описана во многих работах (Гладенков и др., 1991; Гладенков и др., 1997; Сладнев и др., 2013 и др.), согласно которым кайнозойские отложения Западной Камчатки представлены следующими свитами (снизу вверх): снатольской (средний эоцен, верхи лютета-бартона), песчаники, с прослоями углей; ковачинской (средний эоцен, верхи бартона — низы приабона), аргиллиты; амининской (верхний эоцен, приабон), туфогенные аргиллиты; гакхинской (нижний олигоцен, рюпель), аргиллиты с обильной примесью туфогенного материала с прослоями туфов, туффигов и бентонитовых глин; утхолокской (нижний олигоцен, рюпель), туфоалевролиты; вивентекской (верхи нижнего — низы верхнего олигоцена), опоки с карбонатизированными пластовыми конкрециями; кулувенской свита (нижний миоцен) песчаники с прослоями алевролитов.

Кайнозойские отложения Точилинского разреза смяты в асимметричную антиклиналь, ось которой имеет северо-северо-восточное простираение (рис. 2). Юго-западное крыло имеет крутые углы падения (до 70°) и осложнено складками более высоких порядков, включая лежачие, а также надвигами (Мазарович и др., 2010). Северо-восточное — более пологое и имеет углы падения 25–35°.

## ОБВАЛЬНО-ОПОЛЗНЕВЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ТОЧИЛИНСКОГО РАЗРЕЗА

Точилинский разрез расположен между реками Аминана (на юге) и Эталона (на севере) (рис. 1а). Здесь существуют обрывы, высота которых изменяется от первых десятков до почти 200 м (г. Гречишкина). Их общая протяженность составляет около 45 км. На этой части побережья расположены оползневые образования (рис. 2).

Схема развития оползней составлена авторами по результатам дешифрирования аэроснимков Yahoo Maps (<https://maps.yahoo.com/b>)



**Рис. 2.** Наиболее крупные оползневые образования Точилинского разреза (черная заливка) и морская терраса (серая заливка). Цифрами обозначены объекты, описание, которые приводятся в тексте. Штриховая линия — ось Точилинской антиклинали. Показана также гидросеть. Схема составлена авторами по результатам дешифрирования аэроснимков Yahoo Maps (<https://maps.yahoo.com/b>) масштаба 1: 25 000.

**Fig. 2.** The largest landslides in the Tochilo section (black paint) and the marine terrace (gray paint). Numbers denote objects and descriptions that are given in the text. The dashed line denotes the axis of the Tochilo anticline. Drainage network is also shown. The scheme was made by the authors according to the results of the interpretation of «aerial» photographs from Yahoo Maps (<https://maps.yahoo.com/b>), scale 1: 25 000.

в масштабе 1: 25 000. Измерения площадей объектов проводилось в программе GoogleEarth (<http://earth.google.com/>)

Наиболее масштабные оползневые образования расположены севернее устья р. Гакх (рис. 1б, рис. 2).

Объект 1. Между пунктами gk 1300 и gk 1500 расположен оползневой цирк (рис. 2, объект 1), протяженность которого вдоль берега составляет около 200 м. Он не имеет растительности, что свидетельствует о его молодом возрасте. Стенка отрыва отстоит от берега на 130 м.

Объект 2. Севернее (gk 1600 – gk 2500) расположен эшелон трещин отседания (пр. – СВ 10–15°) (рис. 2, объект 2, рис. 3), с которыми связаны узкие оползневые тела, образующими в рельефе ступени. Они протягиваются вдоль берега на 750 м. Максимальное удаление стенок отрыва от берега 100–130 м.

Объект 3. Еще севернее (gk 2500 – gk 4200) расположено оползневое тело, площадью 0.06 кв.км. Его поверхность покрыта растительностью. Протяженность вдоль берега составляет около 700 м

(рис. 2, объект 3, рис. 3). Расстояние от берега до стенки отрыва составляет — 300 м. Внутри тела оползня видны вторичные стенки отрывов, судя по которым можно утверждать, что оползень активен и в настоящий момент. Северный край оползневого цирка примерно совпадает с границей гакхинской и амининской свит.

Часть побережья между пунктами gk 1100 и gk 4200 сложена отложениями гакхинской свиты, которые имеют элементы залегания азимут падения (далее — аз. пд.) 280–305°, угол падения (далее — угол пд.) 50–60°.

Объект 4. Между пунктами gk 3740 – gk 4600 (рис. 2, объект 4) обнажены породы гакхинской свиты, которые смяты в синклимальную складку (Гладенков и др., 1991) (ее ось — в районе gk 3800), юго-западное крыло которой имеет элементы залегания аз.пд. 250–280°, угол пд. 55–80°

Поверхность оползня (рис. 4) имеет сложную ступенчатую и бугорчатую поверхность, которая осложнена трещинами отрывов. Протяженность вдоль берега — 860 м. Площадь — 0.18 кв.км. Стенка основного срыва оползня расположена на расстоянии 400–450 м от берега и покрыта растительностью.

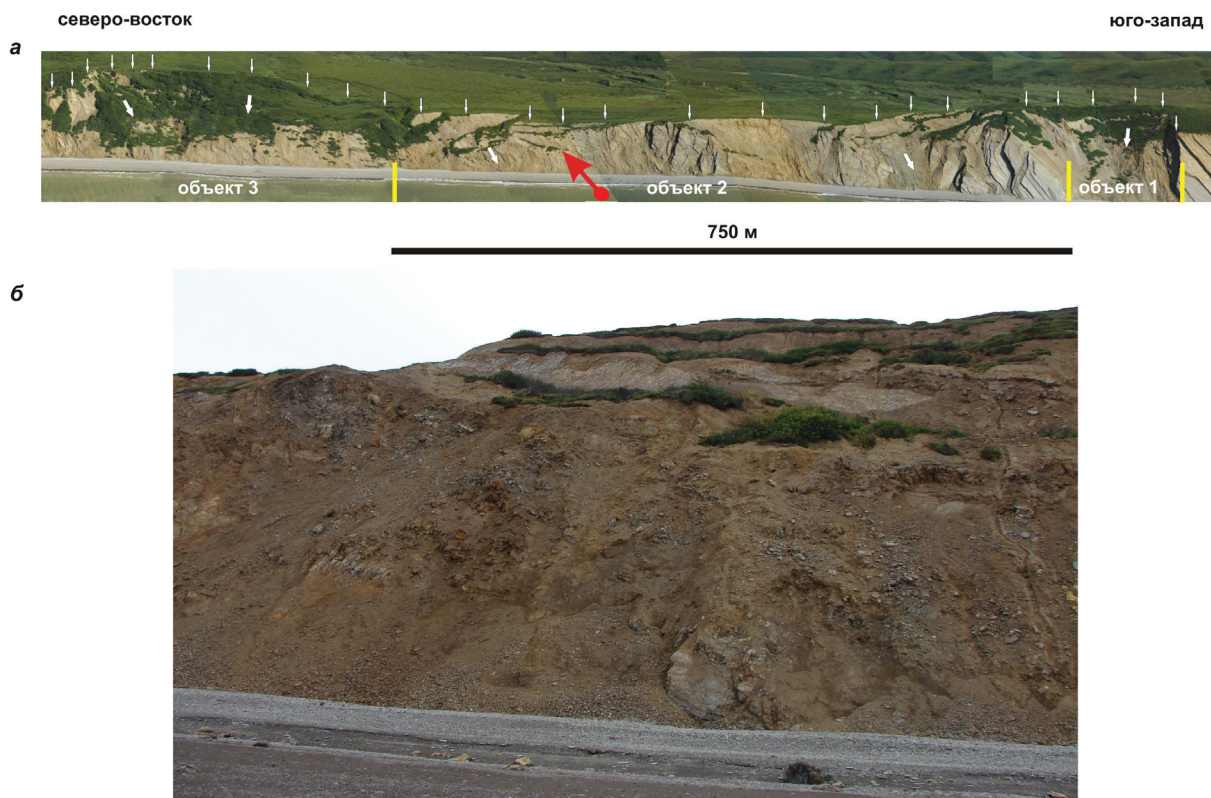
Восточнее, судя по аэроснимкам, на удалении 500 м от берега, расположен оползень (300×300м), возникновение которого, видимо, связано с обводненностью грунта.

В районе северной границы оползневого тела (gk 4600) находится контакт гакхинской и амининской свит. Последняя имеет крутые углы залегания (аз.пд. 300°, угол пд. 80°) и слагает моноклираль на протяжении 1200 м (gk 4600–5800). По падению пластов происходит смещение оползневых тел, размером до 150 м. Здесь же существуют и обвальные образования.

Объект 5 (gk 5400 – gk 6150). Здесь обнажены (рис. 2, объект 5) породы гакхинской свиты, которые смяты в лежачие складки, осложненными надвигами. Судя по аэроснимкам, эта часть побережья, расположена в пределах крупного оползня, протяженность которого вдоль берега составляет 750 м. Его стенка отрыва находится на расстоянии 250–400 м от берега. Площадь составляет порядка 0.27 км². Дешифрирование аэроснимков показывает, что стенки отрывов прямолинейны и образуют эшелон трещин с генеральным простиранием СВ10°–15°. На этой части побережья интенсивно протекают и обвальные процессы.

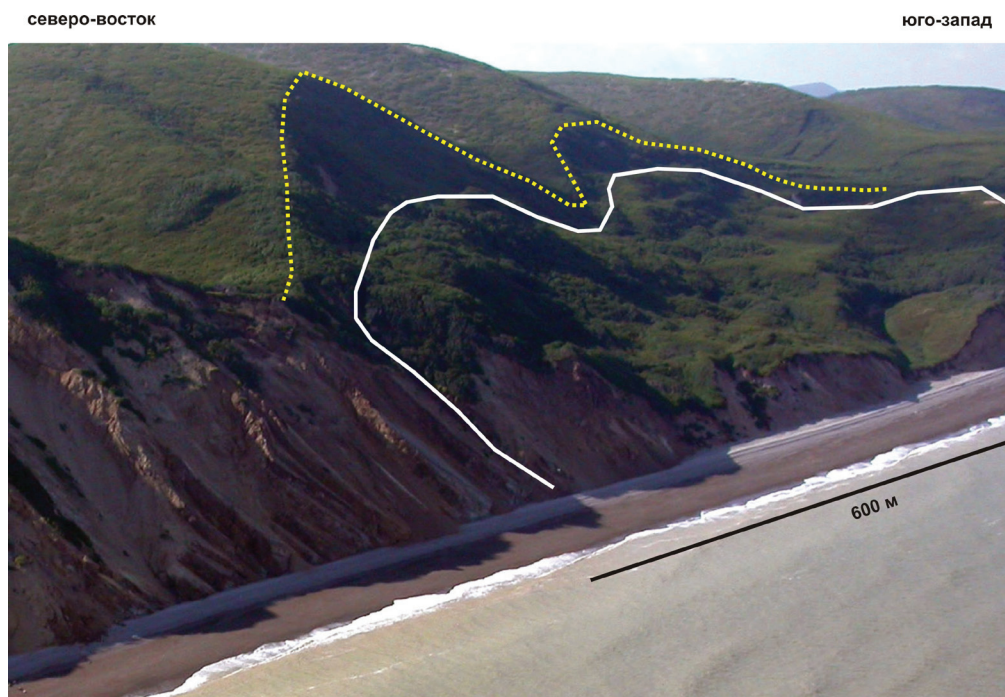
Объект 6 (gk 10600 – gk 13500). Ядро Точилинской антиклинали расположено южнее р. Ильинушка (рис. 2). Оно сложено песчаниками снатольской свиты. Его восточное крыло (аз.пд. 90°, угол пд. 25–35°) (gk 13800 – gk 14200) нарушено малоамплитудными (первые метры) сбросами. Здесь существует





**Рис. 3.** Оползневые тела севернее р. Гакх: *а* — перспективный вид с вертолета с запада. Фото Д.М. Ольшанецкого (2006 г.). Круг со стрелкой — точка съемки (рис. 3б) и ее направление. *б* — вид на фронтальную часть оползневых тел (объект 2). Фото А.О. Мазаровича (2008 г.). Стрелки: белые тонкие — стенки отрывов, утолщенные — направления движения оползневых тел.

**Fig. 3.** Landslides to the north of the Gakkh River: *a* — perspective view from a helicopter from the west. Photo by D.M. Olshanetskiy (2006). Circle with an arrow denotes the shooting point (Fig. 3б) and its direction. *б* — View of the frontal part of landslide bodies (object 2). Photo by A.O. Mazarovich (2008). White thin arrows denote headwall scarps; thickened arrows denote directions of landslide bodies movement.



**Рис. 4.** Перспективный снимок объекта 4 с вертолета. Фото Соловьева А.В. (2006 г.). Линии: пунктирная — бровка отрыва, сплошная — верхняя часть оползневого тела.

**Fig. 4.** Perspective shot of object 4 from a helicopter. Photo by A.V. Soloviev (2006). Dotted line denotes break-away edge; solid line denotes upper part of the landslide body.

не менее трех обвальных цирков «полуво-  
ронкообразной» формы. На юго-западном  
крыле (аз.пд.  $230^\circ$ , угол пд.  $70^\circ$ ) снато-  
льские песчаники согласно перекрыты отложениями  
ковачинской свиты.

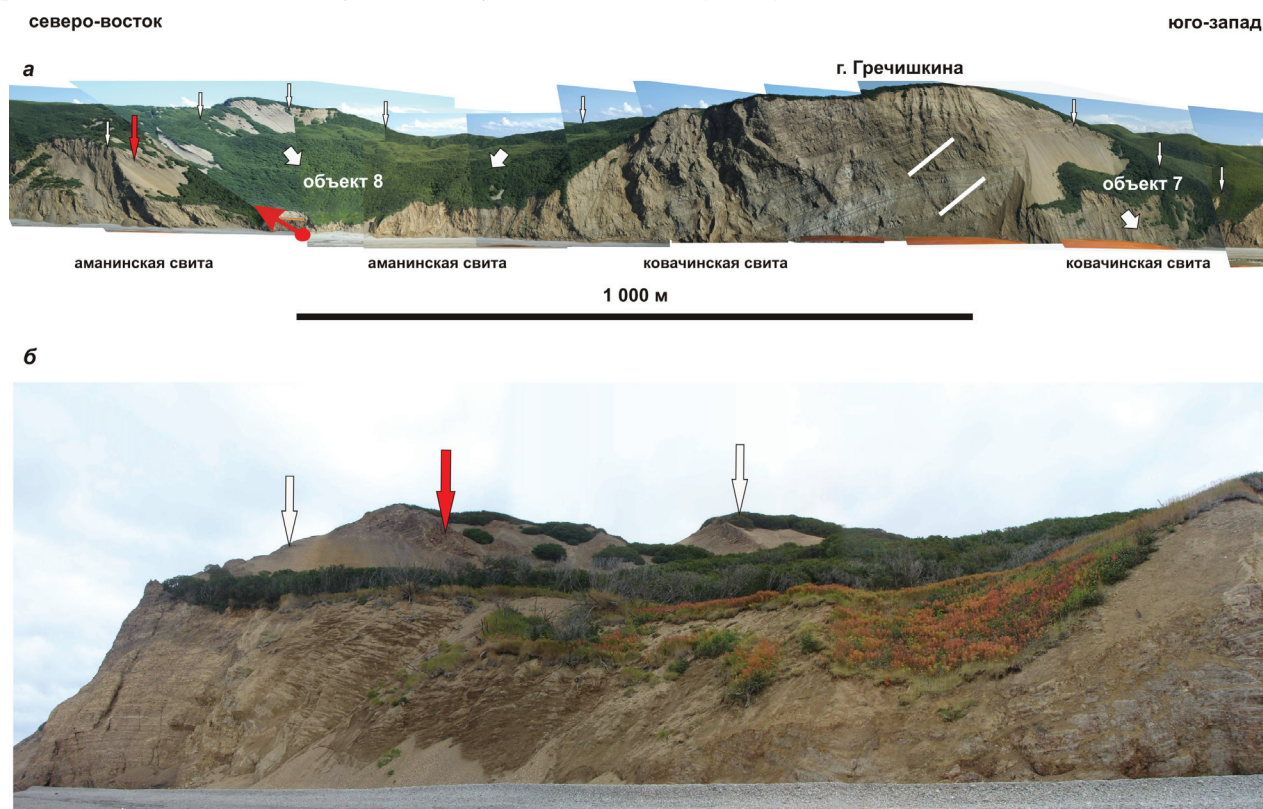
Замок антиклинали разрушен крупным  
оползнем (гк 10600 – гк 13200) (рис. 2, объект 6).  
Его стенки отрывов отстоят от берега примерно  
на 400–800 м. Их прямолинейность позволяет  
предполагать, что здесь существует эшелон  
трещин с простираем  $СВ10^\circ-15^\circ$ . Они имеют  
протяженность от 500 до 1000 м. Площадь  
оползня —  $0.71 \text{ км}^2$ . В его теле существуют блоки  
(150–300 м) ( $11970 \text{ м}^2$  и  $3873 \text{ м}^2$ ) снато-  
льских песча-  
ников, которые сильно раздроблены, возможно,  
в следствие движения оползня.

Объект 7. На юго-западном склоне г. Гре-  
чишкина расположен оползень (рис. 2, объект 7,  
рис. 5а), площадью  $0.07 \text{ км}^2$ . Стенка отрыва  
отстоит от берега на 150 м. Судя по северной  
части тела, оползень активен и в настоящее  
время. На восточном склоне г. Гречишкина  
расположен небольшой ( $300 \times 250 \text{ м}$ ) оползень

(рис. 6), происхождение которого, видимо, свя-  
зано с обводнением грунта.

Объект 8. Масштабное оползневое тело  
гк 17800–гк 18400 существует севернее г. Гречиш-  
кина (рис. 5, объект 8). Гора сложена отложени-  
ями ковачинской свиты, которые на северном  
склоне согласно перекрыты породами ама-  
нинской свиты. В средней части клифа находятся  
два малоамплитудных взброса. Оползневое тело,  
площадью  $0.76 \text{ км}^2$ , протягивается вдоль берега  
на 600 м. Его поверхность покрыта растительно-  
стью. Стенка отрыва расположена на удалении от  
него на 450–500 м.

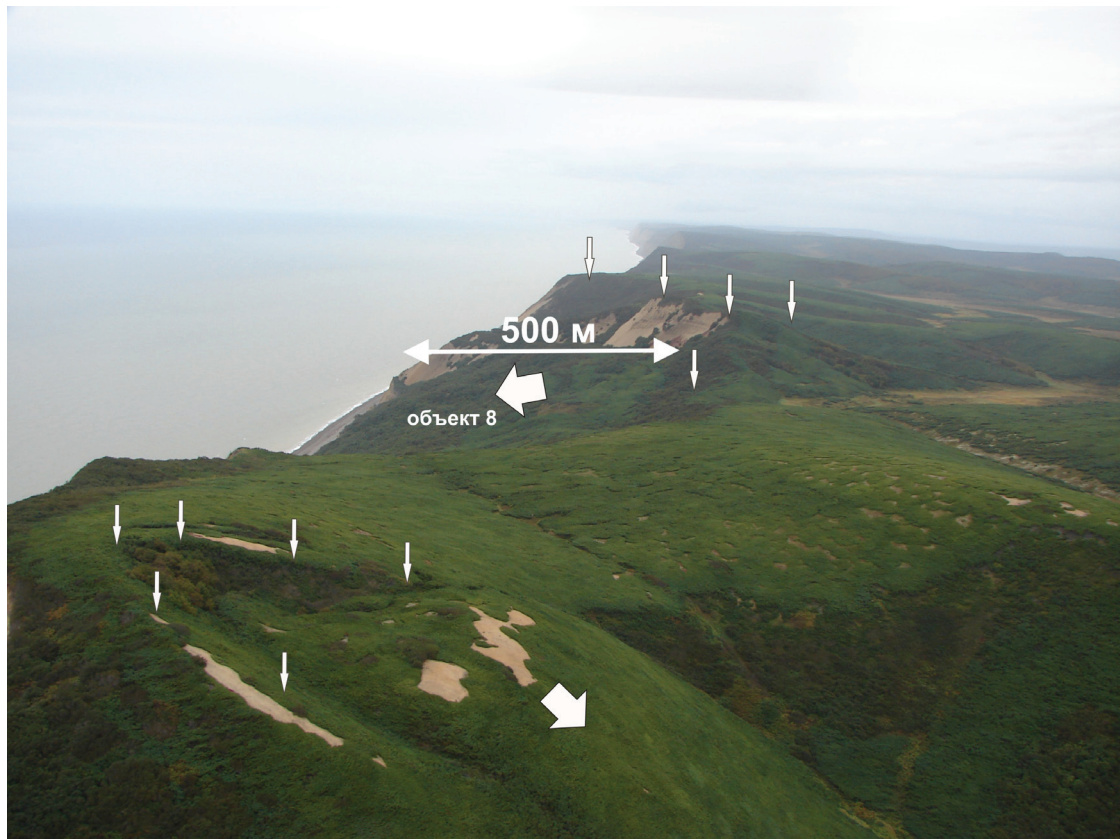
Севернее полевые работы авторами не про-  
водились, однако перспективная фотосъемка с  
вертолета и аэроснимки показывают, что ополз-  
невые процессы развиты и в трех км севернее  
описанного выше района. Здесь, на протяжении  
двух км, расположено не менее 6 оползневых тел.  
К северу от них обнажены отложения кулу-  
венской свиты, имеющими горизонтальное залега-  
ние. Здесь и севернее оползневые образования  
отсутствуют.



**Рис. 5.** Оползни в районе г. Гречишкина. *а* — перспективный вид с вертолета с запада. Фото Д.М. Ольшевского (2006 г.). Круг со стрелкой точка съемки (рис. 5б) и ее направление. *б* — вид на фронтальную часть оползня (объект 8). Фото А.О. Мазаровича (2008 г.). Стрелки: белые тонкие — стенки отрывов, белые утолщенные — направления движения оползневых тел, серые — один и тот же объект. Белые линии — выходы плоскостей взбросов на стенку обнажения.

**Fig. 5.** Landslides on Mount Grechishkina. *a* — a perspective view from a helicopter from the west. Photo D.M. Olshanetskiy (2006). Circle with an arrow denotes shooting point (Fig. 5b) and its direction. *b* — view of the frontal part of the landslide (object 8). Photo by A.O. Mazarovich (2008). White thin arrows denote headwall scarps; white thickened arrows denote directions of movement of landslide bodies; gray arrows denote one and the same object. White lines denote reverse fault outcrops.





**Рис. 6.** Оползень на восточном склоне г. Гречишкина (передний план). Перспективный вид с вертолета с юга. Фото А.О. Мазаровича (2008 г.). Стрелки: тонкие — стенки отрывов, утолщенные — направления движения оползневых тел. На заднем плане объект 8.

**Fig. 6.** The landslide on the eastern slope of Mount Grechishkina (foreground). Perspective view from a helicopter from the south. Photo by A.O. Mazarovich (2008). Thin arrows denote headwall scarps; thickened arrows denote directions of landslides movement. Object 8 is in the background.

#### ОБВАЛЬНО-ОПОЛЗНЕВЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЮЖНЕЕ УСТЬЯ р. ГАКХ

От устья р. Гакх до р. Аманина, на протяжении 11 км, обнажены породы гакхинской, утхолокской и вивентекской свит. Они во многих местах деформированы, вплоть до образования лежащих складок (Мазарович и др. 2010). Обвальное-оползневые образования здесь присутствуют, но проявлены в меньшей степени, чем севернее устья р. Гакх.

Объект 9. Южнее устья р. Гакх (0gk – -600gk), на удалении 100–200 м от береговой линии расположены глубокие «каньоны» (рис. 7а), которые в плане имеют клиновидную форму. Их наиболее широкие части, расположены на севере. Они контролируются трещинами, имеющими простирание СВ10–20°. В береговом обрыве расположена обводненная зона надвига. Сосуществование зоны обводнения и открытых трещин могут свидетельствовать о том, что на этой части побережья созданы условия для начала движения блока размером примерно 600×100 м. Похожая ситуация существует и южнее -gk900 – -gk1400 (рис. 7б)

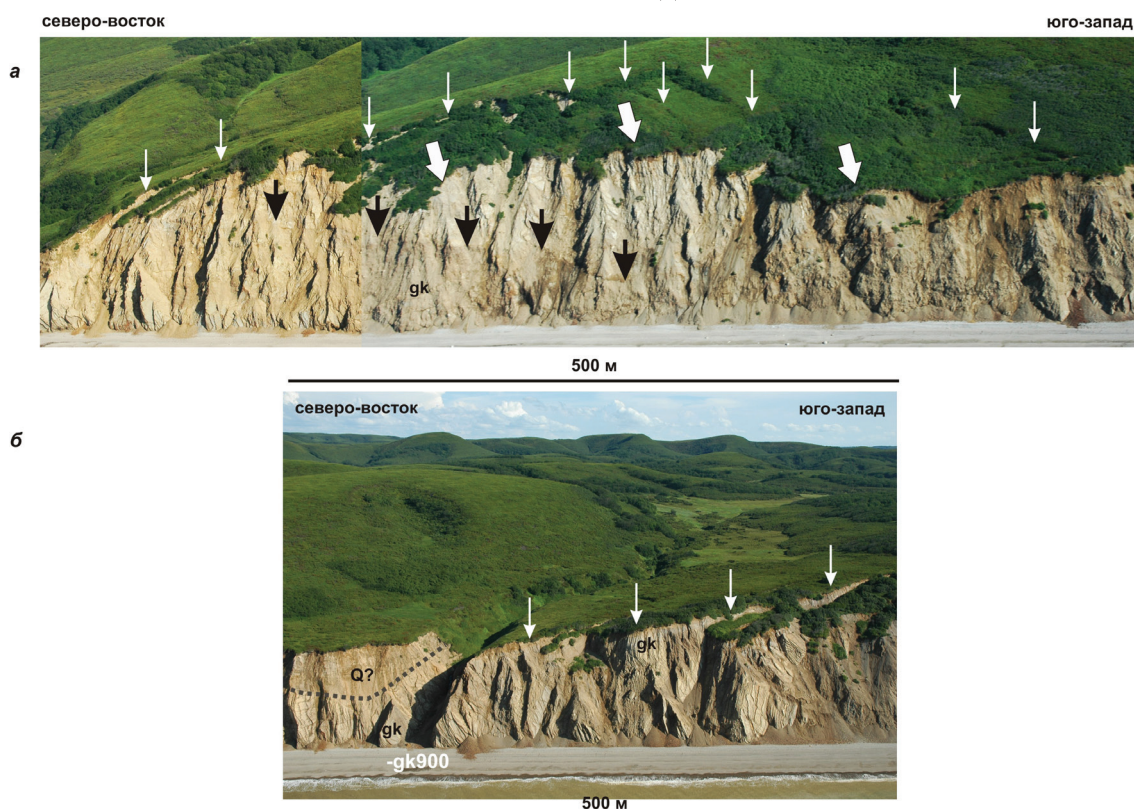
Объект 10. Южнее ключа Половинный (-gk 2240) породы вивентекской свиты деформированы в лежащую складку, строение которой осложнено надвигами. Залегание становится вертикальным и происходит запрокидывание слоев. В этом районе (-gk2090 – -gk2310) развиты обвальное-оползневые образования и трещины отседания (рис. 2, объект 10). Стенка отрыва расположена на удалении от берега на 100 м. Площадь тела оползня составляет порядка 0.03 км<sup>2</sup>. Южнее вивентекская свита имеет субвертикальное залегание (аз.пд. 100–120°, угол пд. 80–85°).

Объект 11. В районе (-gk 2660 – -gk3000) расположен оползень, площадью 0.05 км<sup>2</sup> (рис. 2, объект 11). Вверху его стенки отрыва, отстоящей от берега на 100–150 м, обнажены лежащие складки.

Объект 12. Южнее водопада (-gk3200) породы вивентекской свиты (аз.пд. 260°, угол пд. 60°) с угловым несогласием перекрыты отложениями четвертичного (?) возраста (Гладенков и др., 1991), которые, от этого места и до долины р. Аманина, слагают морскую террасу с общей протяженностью около 9 км (рис. 2, объект 12. рис. 8а) и шириной порядка 200–250 м.

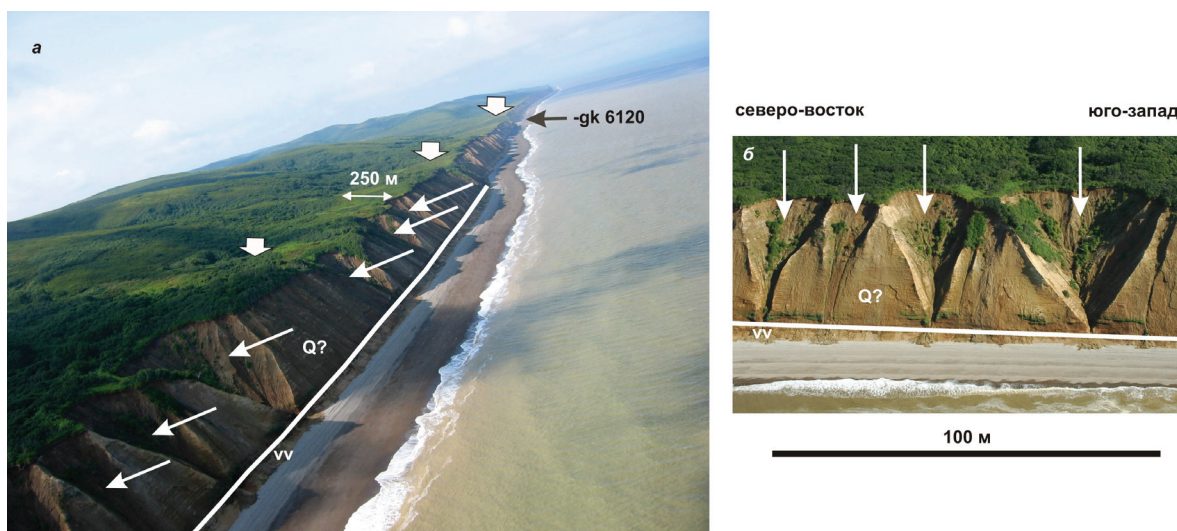


# ОПОЛЗНИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ



**Рис. 7.** Трещины отседания южнее устья р. Гакх. Перспективный вид с вертолета с запада. Фото Ольшанецкого Д.М. (2006 г.). *а* — 0gk – -600gk, *б* — gk900 – -gk1400. Стрелки: белые: тонкие — трещины, белые утолщенные — предполагаемое движение оползневых тел, черные — линия выхода плоскости надвига на поверхность обрыва. Штриховая линия — несогласная граница между гакхинской свитой (gk) и четвертичными (Q?) отложениями.

**Fig. 7.** Cracks to the south of the mouth of the Gakkh River. Perspective view from a helicopter from the west. Photo by Olshanetskiy D.M. (2006). *a* — 0gk – -600gk, *б* — gk900 – -gk1400. White thin arrows denote cracks; white thickened arrows denote the intended movement of landslide bodies; black arrows denote the exit line of the plane of thrust on the surface of the cliff. The dashed line denotes the transgressive border between the Gakkh unit (gk) and Quaternary (Q?) deposits.



**Рис. 8.** Морская терраса (утолщенные белые стрелки) (вид с севера) и обвальные цирки (тонкие белые стрелки) (вид с запада) юга Точилинского разреза. Фото (2006 г.): *а* — фото Т.Н. Палечек, *б* — А.В. Соловьева. Белая линия — угловое несогласие между вивентекской свитой (vv) и четвертичными (Q?) отложениями.

**Fig. 8.** The marine terrace (thickened white arrows) (view from the north) and landslide circuses (thin white arrows) (view from the west) to the south of the Tochilo section. Photos (2006): *a* — photo by T.N. Palechek, *б* — photo by A.V. Soloviev. White line denotes angular unconformity between the Viventek series (vv) and Quaternary (Q?) sediments.

Анализ аэроснимков показал, что в «тыловой», наиболее удаленной от берега, части морской террасы, между р. Аманина и р. Половинный, расположен прямолинейный (вертикальный) разлом с простираанием СВ45°, субпараллельный береговой линии. В рельефе ему соответствует переход от субгоризонтальной поверхности террасы к холмистому рельефу.

В пределах четвертичной (?) толщи развиты обвальные цирки (рис. 8б), которые, судя по развитию растительности, разновозрастны и подвергаются эрозии. На протяжении 1 км существует около 20-ти обвальных цирков, которые имеют сходное строение — форму «полуворонки» с протяженностью ее верхней части по обрыву 15–30 м. Все северо-восточные борта цирков имеют ровную поверхность, что позволяет предполагать существование системы трещин (аз. пд. 250–260°, угол пд. 45–55°), которые и контролируют места возникновения обвалов.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

В Точилинской антиклинали (gk18400 – -gk3200) (рис. 2), как показали полевые исследования и дешифрирование аэроснимков, крупные оползневые тела занимают не менее 40% протяженности ее юго-западного крыла экспонированного в клифах. С учетом более мелких оползней, а также обвалов этот показатель может быть увеличен. Площадь оползней увеличивается с юга на север от 0.03 до 0.76 км<sup>2</sup>), достигая максимума, в ядре складки, которое сложено песчаниками снатольской свиты. Соответственно, возрастает и расстояние стенок отрывов от берега от 100 до 800 м. На северо-восточном крыле Точилинской антиклинали распространение оползней существенно сокращается. Возможно, что это связано с его более пологими элементами залегания пород, которые обнажены в клифах.

Важным вопросом для понимания происхождения оползней на Западной Камчатке представляется время и причины их возникновения. Авторы не проводили специальных исследований на эти темы и могут сделать только предположения об относительной последовательности событий, которые могли привести к формированию оползневых тел и современного рельефа. Подсказкой в решении этих задач могут быть данные о соотношении морских и речных террас.

На юге Точилинского разреза, как было показано выше, существует морская терраса (рис. 8). Ее высота (в береговом обрыве) составляет не менее 20 м. Она сложена несортированными грубозернистыми песчаниками и гравелитами четвертичного (?) возраста (Гладенков и др., 1991), которые, с угловым несогласием, пере-

крывают отложения вивентекской свиты. Морская терраса прорезана долинами рек (-gk6120 и -gk10300), имеющими, в свою очередь, не менее трех террас, что свидетельствует о подъеме побережья. Севернее, сходные отложения обнажены также в районе устья р. Половинный и -gk900 (рис. 7б), а также в районе устья р. Гакх (рис. 9), которым, в рельефе, соответствуют выровненные площадки, сходными с морской террасой на юге Точилинского разреза.

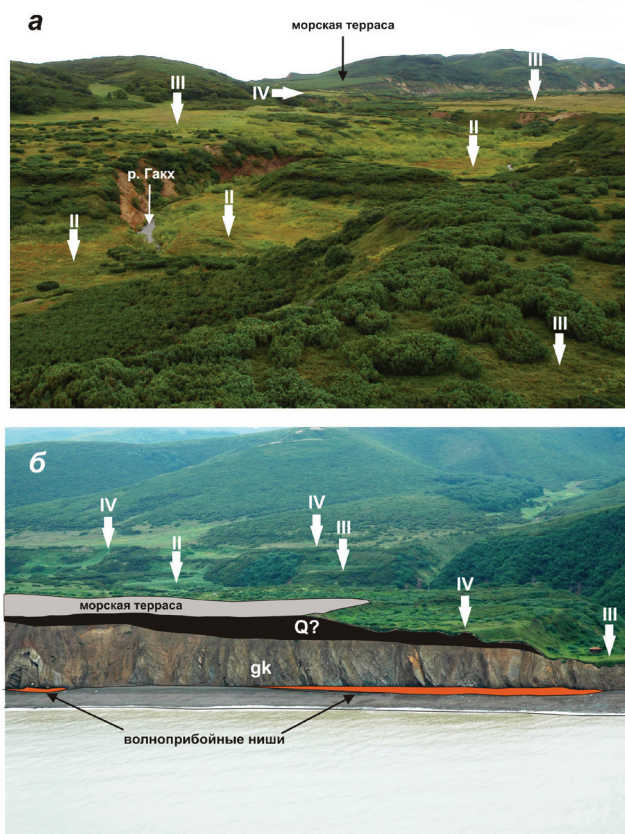
Долина реки Гакх имеет необычное строение для рек на западе Камчатки. Она, на удалении 560 м от берега моря, резко поворачивает на юг и впадает в Охотское море только через 2 км, формируя каньон, протяженностью около 300 м. Долина реки Гакх имеет 4 цокольные террасы, с высотами (м): I — 4–5, II — 6–8, III — 16–18, IV — 25 (рис. 9). На трех последних расположены старицы реки, которые имеют хорошо выраженную, дугообразную в плане, форму. Их сохранность свидетельствует о молодости подъема террас. Можно полагать, что вдоль этой части побережья Западной Камчатки, в новейшее время, произошел ее подъем, который и привел к возникновению барьера и, соответственно, к изменению направления течения р. Гакх.

Таким образом, все вышеприведенные фактические данные, а также водопады свидетельствуют об интенсивном подъеме побережья Точилинского разреза в новейшее время. Именно это событие и привело к созданию условий благоприятствующих формированию оползневых тел. Важным фактором при их возникновении оползней представляется степень деформированности субстрата. В частности, большинство оползневых тел расположено, как было сказано выше, на юго-западном крыле Точилинской антиклинали (рис. 2). Иными словами — западные и юго-западные азимуты падения пластов кайнозойских отложений способствовали смещению оползневых и обвальных тел.

С высокой степенью вероятности можно предполагать, что подъем побережья Западной Камчатки и движение оползней сопровождались сейсмическими событиями. В настоящий момент этот район относится к потенциальной 7-бальной зоне землетрясений (Сейсмическое ..., 2000). Их эпицентры с магнитудой до 5 расположены, в основном, на глубинах порядка 40 км северо-западнее Точилинского разреза в акватории Охотского моря (<https://earthquake.usgs.gov/monitoring/anss/>).

Анализ аэроснимков и полевые наблюдения на Точилинском разрезе показывают, что крупные оползневые тела могут быть разделены на два типа. Первый представляет собой образования с «классическими» дугообразными в плане



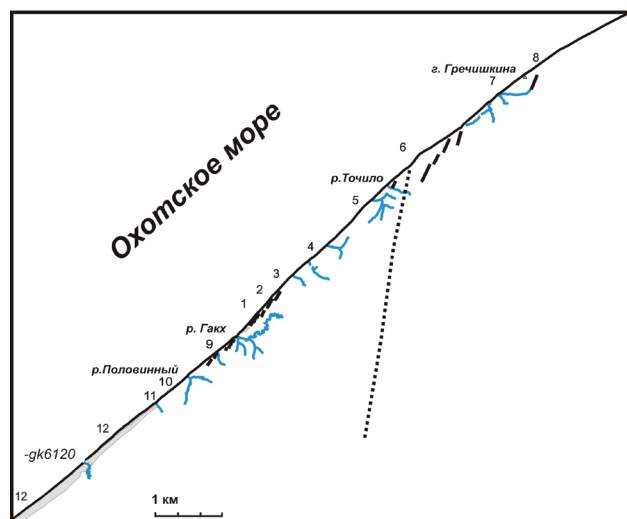


**Рис. 9.** Террасы в долине р. Гакх (стрелки): *a* — вид с юго-востока. Фото А.О. Мазаровича (2003 г.); *б* — вид с северо-запада с вертолета. Фото Д.М. Ольшанецкого (2006 г.). Стрелки — надпойменные террасы и их номера. Заливка: серая — поверхность морской террасы, черная — галечник четвертичного возраста (Q?), темно-серая — волноприбойные ниши.

**Fig. 9.** Terraces in the Gakkh valley (arrows): *a* — view from the southeast. Photo by A.O. Mazarovich (2003); *б* — helicopter view from the northwest. Photo by D.M. Olshanetsky (2006). Arrows denote fluvial terraces and their numbers. Grey paint denotes surface of the marine terrace; black paint denotes gravel of quaternary age (Q?); dark gray paint denotes wave-cut niches.

стенками отрыва (объекты 4, 8) (рис. 2), второй — контролируется эшелонами прямолинейных трещин с простираем  $СВ10^{\circ}-15^{\circ}$  (объекты 2, 5, 6, 9, 11) (рис. 2, 10). Происхождение последних можно было бы объяснить лево(?)сдвиговыми смещениями в Охотском море вдоль побережья Западной Камчатки в новейшее время. Отметим, что признаков современных активных сдвигов, по результатам дешифрирования аэроснимков, авторами не обнаружено.

Вопрос о времени формирования оползней может быть решен только по результатам специальных исследований. Авторам представляется, что наиболее вероятным этапом их образования может быть голоцен. Его нижняя граница для Западной Камчатки определяется как  $11700 \pm 99$  лет назад (Певзнер, 2015). Выше было показано,



**Рис. 10.** Схема трещиноватости в Тоцилинском разрезе. Трещины — черные линии. Морская терраса (серая заливка). Цифры — объекты описание которых приводятся в тексте. Показана также гидро-сет. Штриховая линия — ось Тоцилинской антиклинали. Схема составлена авторами по результатам дешифрирования аэроснимков Yahoo Maps (<https://maps.yahoo.com/b>) масштаба 1: 25 000.

**Fig. 10.** Tochilo section fissure scheme. Black lines denote fissures. Marine terrace (grey paint). Numbers denote objects with the description given in the text. Rivers are also shown. The dashed line denotes the axis of the Tochilo anticline. The scheme was made by the authors according to the results of the interpretation of «aerial» photographs from Yahoo Maps (<https://maps.yahoo.com/b>) at a scale of 1: 25 000.

что высота морской террасы в береговом обрыве на юге Тоцилинского разреза составляет порядка 20 м. Таким образом, подъем этой части побережья Западной Камчатки составил приблизительно 1.7 мм/год. Это сопоставимо с данными о скоростях подъема (1.1–1.2 мм/год) всей Западно-Камчатской равнины в неоплейстоцене–голоцене (Сляднев и др., 2013). Можно допустить и более древний возраст подъема (например, верхи плейстоцена) этой части побережья Западной Камчатки, и, соответственно, формированию оползней, но никакими подтверждающими или опровергающими данными о его возрасте авторы статьи не располагают.

Приведенный выше материал позволяет утверждать, что в Тоцилинском разрезе, между реками Аанина и Этолона существуют оползневые тела, которые занимают не менее 50% протяженности побережья. Их возникновение связано с активным подъемом этой части побережья Охотского моря в голоценовое время со скоростью порядка 1.7 мм/год. Возникновение многих оползней контролировалось эшелонами трещин с простираем  $СВ10^{\circ}-15^{\circ}$ .

В заключение статьи хотелось бы обратить внимание на то, что обвалы и камнепады на



клифах Точилинского разреза представляют реальную угрозу для человека.

Обработка и интерпретация данных, полученных в экспедициях 2003, 2006 и 2008 годов проводились, частично, в рамках госзаданий № 0135-2016-0013 «Опасные геологические процессы в Мировом океане: связь с геодинамическим состоянием коры и верхней мантии и новейшими движениями в океане» и № 0135-2015-0034 «Мезозойские и кайнозойские биособытия в Аркто-бореальной области и их корреляция на основе исследования этапности развития микроорганизмов»

Авторы благодарят А.В. Соловьева, А.А. Галактионову, Л.А. Золотую, А.Н. Обухова, К.Л. Одинцова, Р.Г. Чинакаева и Г. Фибса за организацию и содействие в проведении экспедиционных работ.

Авторы благодарны В.Н. Синельниковой, Д.И. Витухину, А.И. Хисамутдиновой за совместную работу в экспедициях.

#### Список литературы [References]

- Братцева Г.М., Витухин Д.И., Гутерман Р.Е. и др.* Атлас фауны и флоры неогеновых отложений Дальнего Востока. Точилинский опорный разрез Западной Камчатки. М.: Наука. 1984. 335 с. (Труды ГИН РАН; Вып. 385) [*Bratseva G.M., Vituchin D.I., Guterma R.E., et al.* Atlas of fauna and flora of Neogene sediments of the Far East. Tochilinsky Key Section of Western Kamchatka. GIN RAN Transection. 1984. V. 385. 335 p.] (in Russian)].
- Владимиров А.Т.* Особенности динамики берега Западной Камчатки в связи с гидротехническим и промышленным строительством // Сырьевые ресурсы Камчатской области. М.: Изд-во АН СССР. 1961. С. 138–142 [*Vladimirov A.T.* Peculiarities of the Western Kamchatka coast dynamics in connection with hydrotechnical and industrial construction // Raw materials of Kamchatka region. M.: AN USSR Iss. 1961. P. 138–142 (in Russian)].
- Геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 1 000 000 (новая серия). Лист О–57, (58) — Палана. Ред. Б.А. Марковский. Объяснительная записка. Л.: Изд. ВСЕГЕИ. 1989. 105 с. [USSR Geological Map, Scale 1 : 1 000 000 (new set). Explonatory note. Sheet O–57, (58) — Palana. Ed. B.A. Markovsky. L.: VSEGEI Iss. 1989. 105 p. (in Russian)].
- Геология СССР. Т. XXXI. Камчатка, Курильские и Командорские острова. Часть I. Геологическое описание. М.: Недра. 1964. 734 с. [USSR Geology. V. XXXI. Kamchatka, Kuril and Komandor Islands. Part I. Geological Description. 1964. V. 385. 335 p. (in Russian)].
- Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н., Шанцер А.Е. и др.* Эоцен Западной Камчатки. М.: Наука 1991. 181 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 467) [*Gladenkov Yu.B., Sinelnikova V.N., Shantzer A.E. et al.* Western Kamchatka Eocene. GIN RAN Transection. 1991. V. 467. 181 p. (in Russian)].
- Гладенков Ю.Б., Шанцер А.Е., Челебаева А.И. и др.* Нижний палеоген Западной Камчатки (стратиграфия, палеогеография, геологические события). М.: ГЕОС. 1997. 367 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 488) [*Gladenkov Yu.B., Shantzer A.E., Chelebaeva A.I. et al.* Western Kamchatka Lower Paleogen (stratigraphy, paleogeography, geological events. GIN RAN Transection. 1997. V. 488. 367 p. (in Russian)].
- Гречин В.И.* Миоценовые отложения Западной Камчатки. М.: Наука. 1976. 140 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 467) [*Grechin V.I.* Miocene Deposits of Western Kamchatka. GIN USSRAN Transection. 1976. V. 467. 140 p. (in Russian)].
- Двали М.Ф.* К проблеме выявления нефтяной базы на Камчатке // Вести Дальневост. фил. АН СССР. 1939. № 33 (1). С. 44–50 [*Dvali M.F.* To the problem of identifying the Kamchatka oil base // Vesti Dalnevostjchnogo filiala AN USSR. 1939. № 33(1). P. 44–50 (in Russian)].
- Западная Камчатка: геологическое развитие в мезозое. М.: Научный Мир. 2005. 224 с. [West Kamchatka: Mesozoic geological development. M: Nauchny Mir. 2005. 224 p. (in Russian)].
- Зенкович В.П., Владимиров А.Т.* Новейшие опускания берегов Западной Камчатки // ДАН СССР. 1950. Т.72. № 11. С. 753–754. [*Zenkovich V. P., Vladimirov A.T.* Newest Western Kamchatka coast sinking // Doklady Earth Sciences. 1950. V. 72. Part 11. P. 753–754 (in Russian)].
- Леонов В.Л., Егоров О.Н.* Обвалы и оползни на территории Корякского автономного округа, связанная с ними опасность и факторы, ее определяющие // Вопросы географии Камчатки. 2005. № 11. С. 31–50 [*Leonov V.L., Egorov O.N.* Rockfalls and landslides in the Koryak Autonomous District Territory, associated danger and factors determining it // Voprosy geographii Kamchatki. 2005. № 11. P. 31–50 (in Russian)].
- Мазарович А.О., Соловьев А.В., Моисеев А.В. и др.* Деформации третичных комплексов Западной Камчатки (Точилинский разрез) // ДАН. 2010. Т. 433. № 1. С. 62–66 [*Mazarovich A. O., Soloviev A.V., Moiseev A.V. et al.* Deformations in Tertiary Complexes of Western Kamchatka (Tochilo Section)// Doklady Earth Sciences. 2010. V. 433. Part 1. P. 851–855. <https://doi.org/10.1134/S1028334X10070019>].
- Новейшие отложения и палеогеография плейстоцена Западной Камчатки. М.: Наука. 1978. 122 с. [Recent sediments and Pleistocene Paleogeography of the Western Kamchatka. M.: Nauka. 1978. 122 p. (in Russian)].
- Объяснительная записка к тектонической карте Охотоморского региона масштаба 1:2 500 000. Отв. ред. Богданов Н.А., Хаин В.Е. М.: ИЛОВМ РАН. 2000. 193 с. [Explonatory Note to Okhotsk region Tectonic Map. Scale 1:2 500 000. Eds. Bogdanov N.A., Khain V.E. M: ILOVM RAN. 2000. 193 p. (in Russian)].

- Опасные природные процессы и экология Камчатки. Сб. мат. Петр.-Камчат.: Изд-во КГПУ. 2002. 215 с. [Hazardous natural processes and ecology. Digest. Petropavlovsk-Kamchatsky: KGPU. 2002. 215 p. (in Russian)].
- Певзнер М.М. Голоценовый вулканизм Срединного хребта Камчатки. М.: ГЕОС, 2015. 252 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 608) [Pevzner M.M. Holocene volcanism of Sredinny Range of Kamchatka. GIN RAN Transection. 2015. V. 608. P. 252. (in Russian)].
- Сейсмическое районирование территории Российской Федерации — ОСП-97. Карта на 4-х листах (Гл. ред. Страхов В.Н. и Уломов В.И.). ОИФЗ РАН. М.: НПП Текарт, 2000 [Russian Federation Seismic Zoning — OCP-97. 4 Sheet Map (Eds. Strakhov V.N. and Ulomov V.I.) OIFS RAN. M: NPP Tekart. 2000. (in Russian)].
- Синельникова В.Н., Фотьянова Л.И., Челебаева А.И. и др. Мио-плиоцен Западной Камчатки (эрмановская свита и палеонтологическое обоснование ее возраста. М.: Наука. 1976. 280 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 467) [Sinelnikova V.N., Fotianova L.I., Chelebaeva A.I. et al. Western Kamchatka Mio-Pleistocene (Ermanov unit and paleontological reasoning) (stratigraphy, paleogeography, geological events. GIN RAN Transection. 1976. V. 467. 280 p. (in Russian)].
- Сляднев Б.И., Боровцов А.К., Бурмаков Ю.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Корякско-Курильская. Лист О-57 — Палана. Объяснительная записка. СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2013. 296 с. [Slyadnev B.I., Borovtsov A.K., Burmakov Yu.A. et al. State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 1 000 000 (third generation). Koryak-Kuril series. Sheet O-57 — Palana. Explonatory Note. SPb: VSEGEI. 2013. 296 p. (in Russian)].
- Сугробов В.М., Сугробова Н.Г., Дрознин В.А. и др. Жемчужина Камчатки — долина гейзеров. Научно-популярный очерк, путеводитель. Петропавловск-Камчатский: Издательство «Камчатпресс». 2009. 159 с. [Sugrobov V.M., Sugrobova N.G., Droznin V.A. et al. The pearl of Kamchatka: The valley of Geisers. Popular Science Quidbook. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress. 2009. 159 p.].
- Соловьев А.В. Изучение тектонических процессов в областях конвергенции литосферных плит. Методы трекового и структурного анализа. М.: Наука. 2008. 319 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 577) [Soloviev A.V. Investigation of the tectonic processes at the convergent settings of lithosphere plates. Fission-track dating and structural analysis. 2008. V. 577. 319 p. (in Russian)].
- Чуян Г.Н., Быкасов В.Е. Морфология прибрежных структур Западной Камчатки // «Труды» КФТИГ ДВО РАН. Выпуск IV. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. 2003. С. 300–311 [Chuyan G.N., Bykasov V.E. Morphology of coastal structures of the Western Kamchatka // Proceedings KFTIG DVO RAN. V. IV. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatsky pechatnyy dvor. 2003. P. 300–311 (in Russian)].
- Чуян Г.Н., Быкасов В. Е., Быкасов А.В. Проблемы районирования Западной Камчатки в связи с освоением и охраной западно-камчатского шельфа // «Камчатка: события, люди: материалы XXV Крашенинник. чтений / М-во культуры Камчатского края, Камчатская краевая науч. б-ка им. С. П. Крашенинникова. Петропавловск-Камчатский. 2008. С. 259–265. [Chuyan G.N., Bykasov V.E., Bykasov A.V. Zoning problems in connection with the development and security of the Western Kamchatka shelf // «Kamchatka: events, people»: Proceedings XXV Krashenninnikov Readings. Petropavlovsk-Kamchatsky 2008. P. 259–265 (in Russian)].
- ANSS Composite Earthquake Catalog. NCEDC (2014), Northern California Earthquake Data Center. UC Berkeley Seismological Laboratory. <https://doi.org/10.7932/NCEDC>. <http://www.ncedc.org/anss/>.

## LANDSLIDES ON THE COAST OF WESTERN KAMCHATKA (TOCHILO SECTION)

**A.O. Mazarovich, D.M. Olshanetskiy**

*Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 119017;  
e-mail: amazarovich@yandex.ru, mitia@list.ru*

The Tochilo section (Western Kamchatka) is located between the Amanina (in the south) and Etalona (in the north) rivers. It is composed by Cenozoic deposits. They are deformed into an anticline fold. There are landslide bodies on the south-west wing, which occupy at least 40% of the coastline. Their area increases from south to north from 0.03 to 0.76 km<sup>2</sup>, reaching a maximum in the core of the fold. Accordingly, the distance between the wall disruptions and the coast increases from 100 to 800 m. Landslides are caused by the active rise of this coastal part of the Sea of Okhotsk in Holocene. This rise was revealed using the relationship between the marine and the river (up to 4) terraces. Many landslides were controlled by levels of fissures with NE10°–15° strike.

*Keywords: Western Kamchatka, Tochilo section, landslide, levels of fissures.*