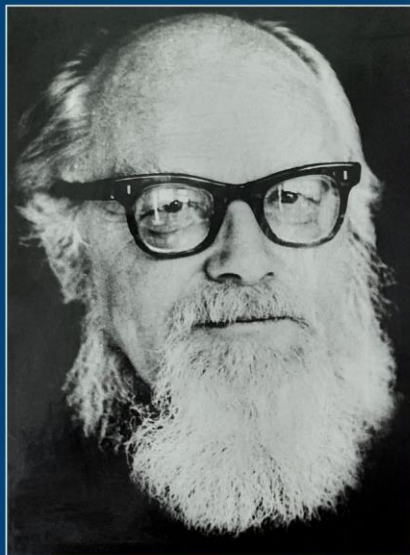


Национальная Академия наук Кыргызской Республики
Институт геологии им. М.М. Адышева



**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ
И ГЕОГРАФИИ ТЯНЬ-ШАНЯ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

*Материалы международной конференции
посвященной 100-летию юбилею
В.Г.Королева*

БИШКЕК 2020

КРУПНЕЙШИЕ ОБВАЛЫ ЗААЛАЙСКОГО ХРЕБТА И ИХ РАДИОУГЛЕРОДНЫЙ ВОЗРАСТ

В.И. Шатравин

*Тянь-Шаньский высокогорный научный центр Института
водных проблем и гидроэнергетики НАН КР,
с. Кызыл-Суу Жети-Огузского района, ул. Чикаева 9
shatravin@yandex.ru*

В статье приведены результаты выполненного автором детального изучения крупнейших обвалов Заалайского хребта – Ачикташского и Команского. Установлен абсолютный возраст первой, наиболее мощной генерации этих обвалов. Сделан критический анализ результатов обследования этих морфолитологических и смежных с ними образований, полученных предшествующими исследователями. На примере конкретных разрезов сделан вывод о том, что традиционно применяемые методы изучения и картографирования четвертичных отложений высокогорных зон не позволяют строить объективную геологическую и палеогляциологическую картину. **Ключевые слова:** *обвалы, оползни, морены, псевдоморены, радиоуглеродные датировки, землетрясения, сейсмическая активность.*

Введение. Обвалы в горных районах являются яркими индикаторами сейсмоопасности этих районов. Заалайский хребет (северная периферия Памира) находится в зоне чрезвычайно высокой сейсмической активности [2]. Согласно Карте сейсмического районирования территории Кыргызской Республики [1], этот хребет и прилегающие к нему районы входят в зону наибольшей сейсмоактивности на территории Кыргызстана, а сама зона является одной из наиболее сейсмоопасных территорий в мире. В связи с этим с позиции оценки сейсмической опасности Заалайского хребта и примыкающей к нему Алайской долины актуальным является детальное изучение и картографирование крупнейших обвалов, сорвавшихся с северного склона этого хребта, - Ачикташского и Команского (названия даны по одноименным долинам рек, в которых произошли эти обвалы), приуроченных к центральной, самой высокой части этого хребта, с высотами до 7134 м (п. Ленина). Эти обвалы являются не только крупнейшими в Заалайском хребте, но и во всем регионе. Так, например, объем обвальных масс наиболее крупного из них Команского обвала, оцененный К.В. Курдюковым [4] в 4-5 км³, в 2-2,5 раза больше объема Усойского завала (2,2

км³), образовавшегося при одноименном катастрофическом обвале во время землетрясения в 1911 году на Центральный Памире, из-за которого образовалось Сарезское озеро. И это при том, что Усойский завал является крупнейшим не только в современном мире, но и в нашу историческую эпоху. В научной литературе этим обвалам уделено мало внимания. Первые сведения о них именно как об обвалах появились в работе К.В. Курдюкова [1964]. До него эти грандиозные по размерам морфо-литологические образования принимались исключительно за плейстоценовые морены, что нашло отображение как на геологических и литологических картах, так и в научных статьях. Некоторая информация компиляционного характера (с обзором работы К.В. Курдюкова) об этих обвалах приведена в монографии В.С. Хромовских [9]. Однако существенным недостатком этих работ является отсутствие надежных абсолютных возрастов Ачикташского и Команского обвалов: в обоих случаях возраста этих обвалов авторы приводят только на основании геоморфологических и стратиграфических сопоставлений, поэтому они являются не только ненадежными, но и «плавающими».

Целью выполненного автором изучения Ачикташского и Команского обвалов было получить дополнительную информацию как о самих этих обвалах, так и о смежных с ними отложениях иного генезиса.

В задачи исследований входило следующее: выделить в обвальных массах разновозрастные генерации; уточнить места срыва обвальных масс и высотные отметки бровок срыва этих обвалов; изучить стратиграфические разрезы обвальных масс и подстилающих и/или перекрывающих их отложений иного генезиса с применением разработанных автором генетических показателей отложений высокогорных зон [10]; установить абсолютный возраст этих обвалов с помощью радиоуглеродного метода датирования; сделать критический анализ результатов обследования этих обвалов и смежных с ним отложений, полученных предшествующими исследователями.

По существу, поставленные автором задачи были выполнены. Важнейшим достижением было установление абсолютного возраста первой, наиболее мощной генерации изученных обвалов.

Методика и объекты изучения. Исследования выполнялись посредством полевого изучения вышеуказанных обвальных и смежных с ними отложений иного генезиса. При этом обследовались как поверхности аккумулятивных форм, сложенных этими отложениями, так и естественные обнажения в виде эрозионных врезов. В отдельных случаях были заданы горные выработки в виде шурфов и копушей. Широко применялось дешифрирование космофотоснимков (кфс) из ресурсов ГУУГЛ, а также – фотографирование на местах полевых обследований. Для наглядности при полевых исследованиях особое значение автором придавалось фотографированию объектов и мест их изучения, и делалось это исходя из того, что лучше что-либо показать, чем много об этом сказать или написать.

Для установления истинного генезиса изученных отложений применялись установленная автором закономерность гляциального и гравитационного литогенеза и полученные им генетические показатели основных типов четвертичных отложений высокогорных зон [10, 11]. Важнейшими из них являются количественные показатели (определяемые с помощью лабораторных анализов мелкоземистого заполнителя тестируемых отложений): геохимические – в виде *окисно-закислого коэффициента по железу* ($K = \text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$) и гранулометрические – в виде *степени глинистости* ($S = <0,005/(1-0,005)$) - соотношения процентного содержания фракций $<0,005\text{мм}$ и $1 - 0,005$ (мм), где $<0,005\text{мм}$ – глинистая фракция, $1 - 0,005$ (мм) – область мономинеральных частиц, не подвергающихся дальнейшему дроблению при физическом выветривании. В частности, для различения истинных морен от псевдоморен (включая *оползни* и *обвалы*) применялись отработанные им на практике генетические признаки этих отложений в виде количественных статистически определенных (с использованием более 300 образцов) показателей морен и псевдоморен, приведенных в табл. 1.

Количественные генетические показатели морен и псевдоморен Табл. 1.

Генетический тип отложений	$K = \text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$	$S = <0,005/(1-0,005)$
Морены голоценовые -gHs	0,03-0,07	0,078
Морены плейстоценовые- gIPs	0,03-0,07	0,107
Гравитационные деляпсивного типа отложения - в виде оползней -gr(dl)	0,3-1,0	0,159
Гравитационные дерупсионного типа отложения - в виде обвалов -gr(dr)	Показатель зависит от исходных обвалных пород	0,022

Кроме количественных показателей, применялись дополнительные генетические показатели истинных морен и псевдоморен, полученных автором в виде соответствующих текстурно-структурных, морфолитологических и лито-стратиграфических признаков [10]. Радиоуглеродное датирование обвалных масс было выполнено с использованием автохтонной тонкодисперсной рассеянной органики в виде органических микродетритов, извлеченных из песчано-илистой фракции верхнего горизонта позднеплейстоценового аллювия, непосредственно постилающего обвалы массы Команского обвала (более подробно – в основной части статьи). Экстрагирование рассеянной органики выполнялось по методике, отработанной автором и применяемой им для датирования морен [12, 13]. Сущность этой методики заключается в просеивании и отмывке в воде большой навески пробы мелкоземистого заполнителя датируемых отложений с последующим экстрагированием из нее рассеянной органики методом флотации. В данном случае, для извлечения из вышеуказанной толщи аллювия микроорганики в количестве нескольких сотен миллиграммов,

достаточном для радиоуглеродного датирования, потребовалось более 100 кг пробы песка и ила. Радиоуглеродный анализ выполнялся методом AMS-датирования.

В качестве основных объектов изучения были: собственно обвальные массы; подстилающие их толщи массовых деляпсивных гравитационных (в виде специфических пространственно развитых оползней, относимых автором к псевдоморенам) отложений, широко развитых в Алайской долине и традиционно выдаваемых исключительно за плейстоценовые морены (о чем подробнее сказано в основной части статьи); собственно гляциальные отложения в виде голоценовых морен; пролювиальные и аллювиальные отложения голоценового и позднплейстоценового возрастов.

Полученные результаты. Ачикташский и Команский обвалы сорвались с северного склона Заалайского хребта, в наиболее высокой центральной его части в районе пика Ленина (7134 м) и разгрузились в днище Алайской долины. Обвальные массы наиболее крупного из них Команского обвала, пройдя транзитный путь более 30 км от места их срыва, пересекли всю Алайскую долину и частично разгрузились на противоположном борту долины, на склонах предгорья Алайского хребта. Общий вид этих обвалов (точнее, их обвальных масс) приведен на рис.1, построенном на основе кфс. Их обвальные массы до относительно недавнего времени (до опубликованных результатов обследований К.В. Курдюкова [4]) принимались за плейстоценовые морены. При этом они ни стратиграфически, ни морфологически не вычленились из подстилающих их морфологически подобных им аккумулятивных образований, также принимаемых за плейстоценовые морены. Именно так они (и те, и другие морфолитоологические образования) отрисованы на литологической и геологической картах Киргизской ССР масштаба 1:500 000, а также - на геологической карте масштаба 1:200 000. Для наглядности на рис. 2 приведен фрагмент геологической карты Кирг. ССР масштаба 1:500 000.

Показанные на рис. 1 мощные морфологически выраженные аккумулятивные образования, примыкающие к оконечным частям обвальных масс Ачикташского обвала, в совокупности с самими обвальными массами традиционно принимались за позднплейстоценовые морены. Именно такую картину видим и на геологических картах Киргизской ССР масштабов 1:500 000 и 1: 200 00. Для наглядности на рис. 2 приведен фрагмент геологической карты 1:500 000. Отрисованные на этой карте пространственно широко развитые в Алайской долине аккумулятивные массы с символом QIII – это все то, что *традиционно* принималось и принимается по сей день за *позднплейстоценовые морены*. Стрелками и символом glQIII автором показаны нерасчлененные обвальные массы Ачикташского и Команского обвалов и подстилающие их морфологически подобные им аккумулятивные образования, также традиционно выдаваемые за позднплейстоценовые морены.

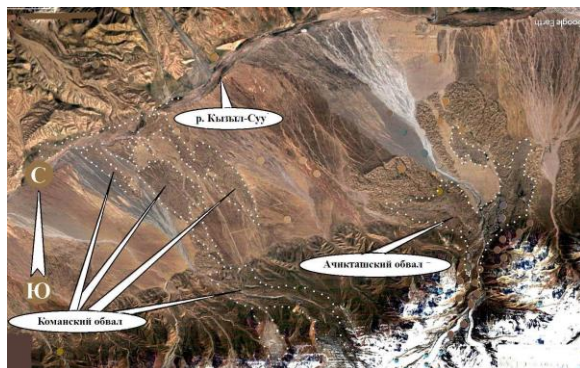


Рис. 1. Общий вид Айчикташского и Команского обвалов. Обвальные массы оконтурены

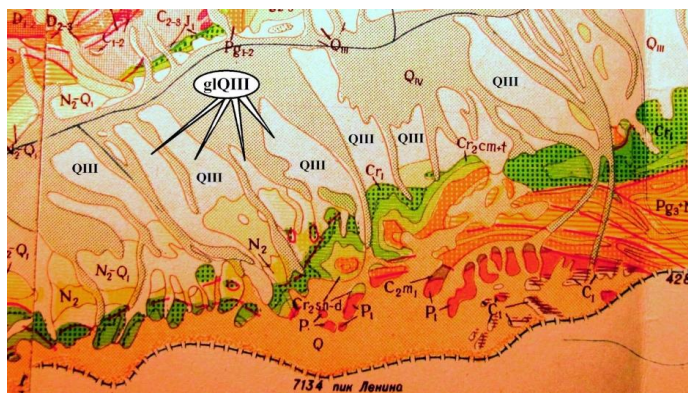


Рис. 2. Фрагмент геологической карты Киргизской ССР масштаба 1:500 000 с Алайской долиной и Заалайским хребтом (водораздел хребта пока-зан пунктирной линией)

Должное нужно отдать К.В. Курдюкову в том, что он пробил брешь в понимании генетической сущности Айчикташского и Команского морфо-литологических образований, показав, что это не морены, а обвалы и тем самым связал их с сейсмоактивностью района их нахождения. По результатам полевых исследований им была построена ниже приведенная схематическая геолого-геоморфологическая карта [4] района дислокации Айчикташского и Команского обвалов (рис. 3). Им дано подробное описание морфо-литологических особенностей обвальных масс Айчикташского и Команского обвалов и подстилающих их отложений, а также - петрографического состава слагающих их обломков пород, приведены и размеры обвальных масс. Согласно К.В. Курдюкову, *Айчикташский обвал*

сорвался с водораздела Заалайского хребта, со склонов пика Ленина, а обвальные массы ложатся на типичную позднеплейстоценовую морену. Обвальная масса сложена преимущественно остроугольными обломками пород с порошкообразным мелкоземистым заполнителем. По его описаниям, окраска обвальной массы в обнажениях, как правило, пятнистая – белая, серая, зеленовато-серая, коричневая и фиолетовая, что в зависимости от цвета коренных пород, вовлеченных в обвал. Неполная мощность (видимая в обнажениях) обвальных масс им оценивается в 10-15 м. Подстилающая эти обвальные массы позднеплейстоценовая морена (что в его понимании) представлена несортированными отложениями, состоящими из смеси валунов и гальки, окатанных глыб и остроугольных обломков с заполнителем из суглинка *коричневого* цвета. Неполная мощность этой морены им оценивается в 40-45 м. Важной отличительной особенностью обвальных масс и подстилающих их отложений, которую он увидел, является преимущественно мелкобугристая поверхность у обвальных масс и более крупные и вытянутые бугры у подстилающих отложений. Площадь обвальных масс Ачикташского обвала им оценивается в 35 км², объем – в 1 км³, что приблизительно в 2,5 раза больше, чем у катастрофического Хаитского обвала (1949 год, бас. р. Сурхоб, Памир). Наибольшее удаление обвальных масс Ачикташского обвала от места его срыва (то есть пройденный путь) – 20 км. *Команский обвал*, по описаниям К.В. Курдюкова, в морфо-литологическом и стратиграфическом плане ничем существенно не отличается от Ачикташского обвала. Однако отличается размерами. Так, высота бугров его обвальных масс им оценивается в 30-35 м, площадь, покрытая обвальными массами, – 150 км², а объем их массы 4-5 км³, что в 10-12 раз больше объема обвальных масс Хаитского обвала. Наибольшее удаление обвальных масс от места срыва обвала – 30 км. По его же описаниям, петрографический состав обломков этих обвалов представлен коренными породами Заалайского хребта – породами палеозойского и мезозойского возраста (черные алевролиты, диориты, красные песчаники и конгломераты, известковистые брекчии и пр.).

В обоих случаях, по К.В. Курдюкову, и Ачикташский, и Команский обвалы залегают на *позднеплейстоценовой морене*, а места срыва этих обвалов – водораздельная часть Заалайского хребта, с высотами от 6713 м (пик. Дзержинского) до 7134 м (пик Ленина). Перепад высот от бровок срыва этих обвалов до конечных частей их обвальных масс им оценивается в 3-4 км.

Автором данной статьи по результатам многоцветных исследований этого района, проведенных им в период с 2011 по 2018 гг., была существенно уточнена и детализирована эта картина. Наиболее сложным для изучения оказался район в месте дислокации Ачикташского обвала. На рис. 4 приведена построенная автором картина верхней части долины р. Ачикташ с элементами обвалов.

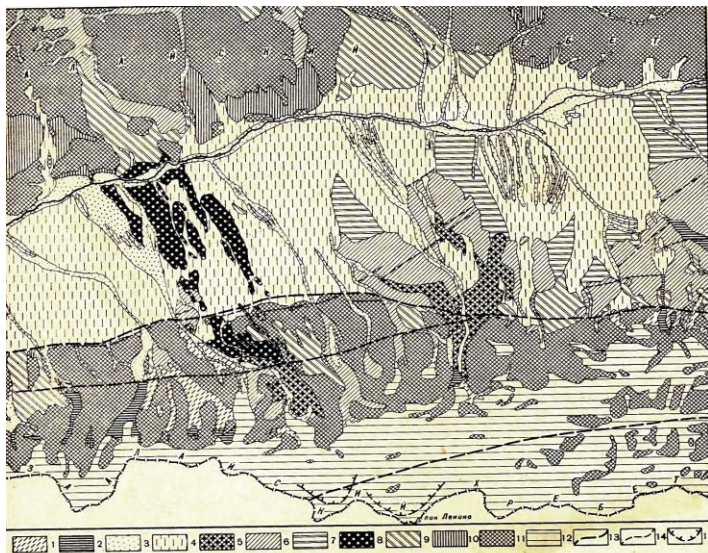


Рис. 1. Распространение масс обвального происхождения в центральной части Алайской долины

Отложения: 1 — морены современные и голоценовые; 2 — современные и голоценовые флювиогляциальные; 3 — современные и голоценовые аллювиальные; 4 — современные и голоценовые пролювиальные; 5 — массы голоценовых обвалов; 6 — морена последнего оледенения (верхнечетвертичная); 7 — флювиогляциальные отложения последнего оледенения; 8 — масса верхнечетвертичного обвала; 9 — морена предпоследнего оледенения (среднечетвертичная); 10 — прочие четвертичные отложения; 11 — дочетвертичные породы; 12 — снега и ледники; 13 — наиболее крупные разломы; 14 — разломы, образовавшиеся в голоцене; 15 — предполагаемые места срыва наиболее крупных обвалов

Рис. 3. Схематическая геолого-геоморфологическая карта района дислокации Ачикташского и Команского обвалов, построенная К.В. Курдюковым

На этом рисунке показаны морфологически и стратиграфически выделенные две разновозрастные генерации обвалов, обвальные массы которых обозначены символами gr(dr)I и gr(dr)II, соответственно. Стрелками показаны направления срыва этих обвалов. После срыва обвала первой генерации на склоне образовались морфологически выраженные цирки с бровками срыва, находящиеся на высотах от 5800 до 4700 м. Максимальное превышение высот от места срыва этого обвала до самых нижних частей его обвальных масс (3150 м) составляет приблизительно 2,5 км. Обвал второй генерации сорвался со склонов в двух местах: из вышеуказанных цирков и с крутых склонов правого нижнего притока основной долины (на схеме показано одиночной стрелкой). Поскольку обвальные массы второй генерации не сливаются, то правильнее сказать, что имели место два отдельных синхронных обвала. Наибольшая высота бровки срыва второго из них (большого по размерам) — 4700 м. Обвальные массы второй генерации меньшего обвала перекрыты голоценовыми моренами, обозначенными символом glQIV. Это обстоятельство позволяет считать, что обвалы второй генерации по возрасту древнее нижнего рубежа голоцена, то есть они позднеплейстоценовые, но они моложе обвала первой генерации. На рис. 5 и

6 показаны обнажающиеся в правом и левом, соответственно, бортах верхней части долины р. Ачикташ обвалы первой генерации, выходящие на дневную поверхность и показанные на рис. 4 символом gr(dr)I.

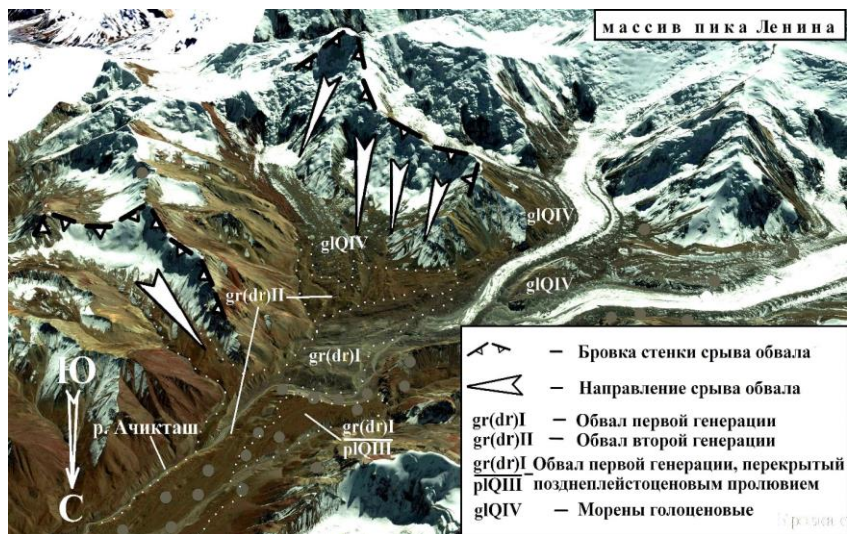


Рис. 4. Верхняя часть долины р. Ачикташ с элементами обвалов

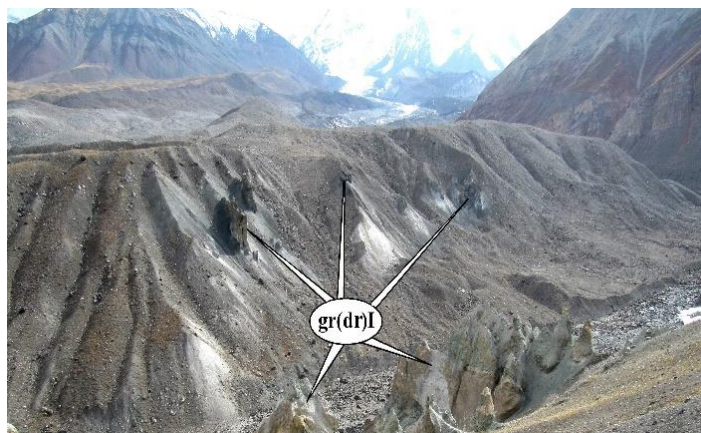


Рис. 5. Обнажения обвалных масс первой генерации

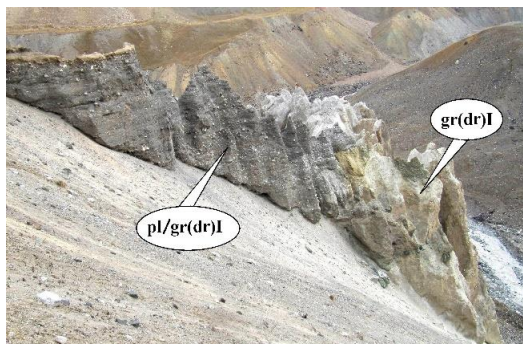


Рис. 6. обнажение обвальных масс первой генерации и перекрывающего их пролювия

В этих обнажениях видимая мощность обвальных масс первой генерации 50-70 м. На левом борту реки обвальные отложения первой генерации перекрыты пролювием, но имеются и их обнажения. На рис. 6 показано одно из таких обнажений, на нем пролювиальные отложения обозначены символом pl/gr(dr)I. В этом обнажении мощность пролювиального чехла приблизительно 10-12 м. Ниже по течению реки на протяжении приблизительно одного километра обвальные массы первой генерации полностью перекрыты чехлом пролювия, однако в бортах эрозионных врезов встречаются их обнажения. Для этого участка на рис. 7 показано морфо-лито-стратиграфическое сочленение обвальных масс первой и второй генераций и пролювия, перекрывающего обвальные массы первой генерации.

Этот пролювиальный чехол образовался в связи с временным блокированием р. Ачикташ обвальными массами второй генерации, что наглядно видно на рис. 4. Исходными отложениями для этого пролювия явились обвальные массы первой генерации (поэтому им дан символ pl/gr(dr)I), находящиеся выше по долине р. Ачикташ, на правом его берегу (рис. 4, 5). Возраст этого пролювия следует считать позднеплейстоценовым. Это в связи с тем, что он образовался сразу же после блокирования р. Ачикташ позднеплейстоценовым обвалом второй генерации. Следует сказать, что в работе К.В. Курдюкова этот пролювий отнесен к современной и голоценовой флювиогляциали (именно так там написано), что является ошибочным на основании следующего: во-первых, наличие в его толще большого количества плохо окатанных *крупных* обломков горных пород уже не позволяет отнести эти отложения к флювиогляциали; во-вторых, в силу вышесказанного (а именно: наличие на правом борту мощной толщи обвальных отложений первой генерации, показанных на рис. 4 и 5, и факт имевшего место блокирования р. Ачикташ обвалом второй генерации), исходным материалом для этих отложений могли быть только обвальные массы первой генерации, а это уже в принципе не позволяет отнести

отложения этого чехла к флювиогляциали даже по определению этого термина.

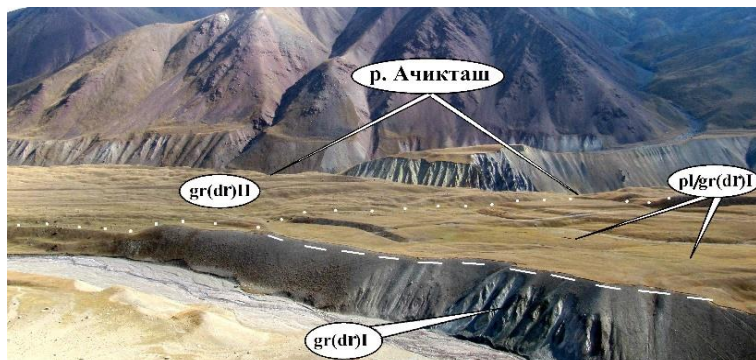


Рис. 7. Морфо-литостратиграфическое сочленение обвалных масс первой и второй генераций и пролювия, перекрывающего обвалные массы первой генерации

На рис. 8 и 9 показаны одни из многочисленных обнажений обвалных отложений первой и второй генераций в верхней части долины р. Ачикташ. Обращает внимание различия по цвету отложений обвалных масс первой и второй генераций: преимущественно серого цвета для первой из них и ярко-бурого с оттенками охристого цвета – для второй из них. Это связано с окраской исходных для этих обвалов пород. На фото, приведенном на рис. 9, отчетливо виден стратиграфический контакт этих отложений, а именно: отложения второй генерации перекрывают отложения первой генерации. Обвалные массы второй генерации не выходят за пределы горной части долины р. Ачикташ, и по своей площади они в десятки раз меньше обвалных масс первой генерации. Обвалные массы первой генерации выходят далеко за пределы этой части долины, где они распластываются на днище Алайской долины, что наглядно показано на рис.1 и 10.



Рис. 8. Обнажения обвалных масс первой (а) и второй (б) генераций в верхней части долины р. Ачикташ

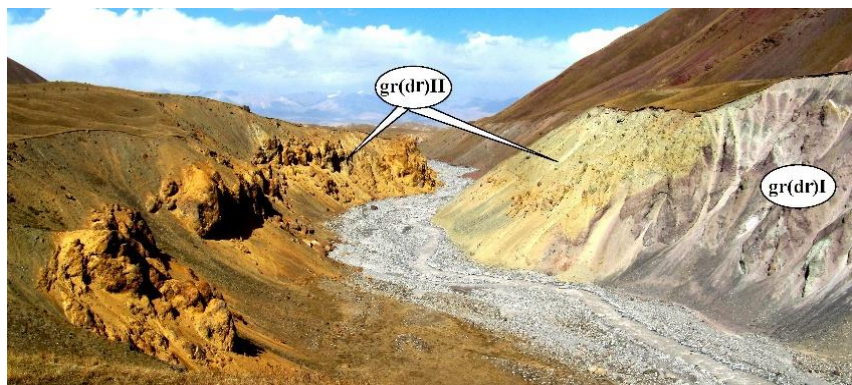


Рис. 9. Обнажения обвалных масс первой и второй генерации в бортах верхней части долины р. Ачикташ

Интересными в тематическом плане являются средние и нижние части обвалных масс первой генерации Ачикташского обвала и подстилающие их морфо-литологические образования, показанные крупным планом на рис. 10.

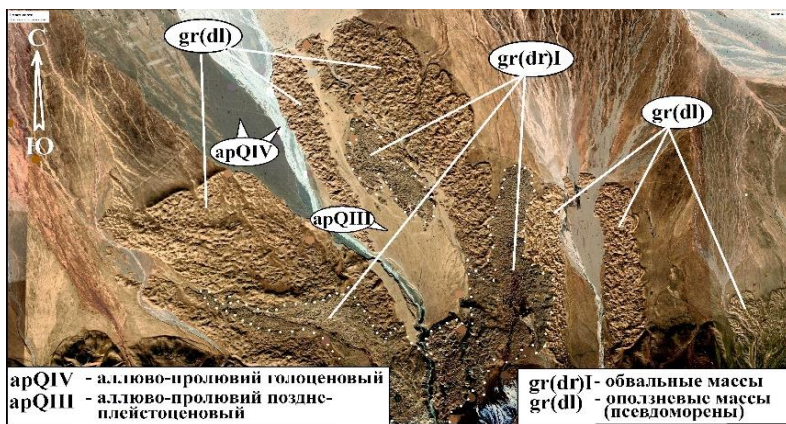


Рис. 10. Обвалные массы первой генерации Ачикташского обвала в днище Алайской долины (оконтурены) и подстилающий их морфо-литологический субстрат (рисунок сделан на основе афс)

Показанные на этом рисунке морфо-литологические образования, промаркированные символом $gr(dl)$, это те самые морфо-литологические образования, которые исследователями традиционно выдаются за *типичные позднплейстоценовые морены*, в том числе – и на выше указанных геологических картах. Об этих «моренах» писали и все видные

исследователи, побывавшие в Алайской долине, начиная от И.В. Мушкетова [8], Н.Л. Корженевского [3] и К.К. Маркова [6], включая В.В. Лоскутова и А.К. Трофимова [5] и Е.А. Минину и В.А. Борисова [7]. Так было сделано и К.В. Курдюковым [4], что нашло отображение как в текстовой части, так и на рис.1 его работы (*прим.: в данной статье этот рисунок помещен под № 3*). Истинная же генетическая сущность показанных на рис.10 морфолитологических образований, промаркированных символом gr(dl), а также таких же образований, массово развитых в Алайской долине (всего того, что на геологической карте, приведенной на рис. 2, промаркировано символом QIII и обозначает позднплейстоценовые морены), – это **гравитационные деляпсивного типа отложения**. Другими словами, – *оползни*, но в данном случае специфические и пространственно широко развитые. В связи с тем, что внешне (*и только*) они похожи на плейстоценовые морены, автором они называются псевдоморенами (иначе – лжеморенами), при этом подразумевая именно гравитационный деляпсивного типа их генезис. Об этом автор неоднократно сообщал как в серии своих опубликованных работ [14, 15, 16 и др.], так и в многочисленных докладах на научных форумах. Именно такой генезис этих образований им доказан на основе применения приведенных в табл.1 количественных генетических показателей.

На рис. 11 показан один из многочисленных контактов обвальных отложений первой генерации Ачикташского обвала - gr(dr)I и подстилающего его субстрата гравитационных деляпсивного типа отложений - gr(dl).

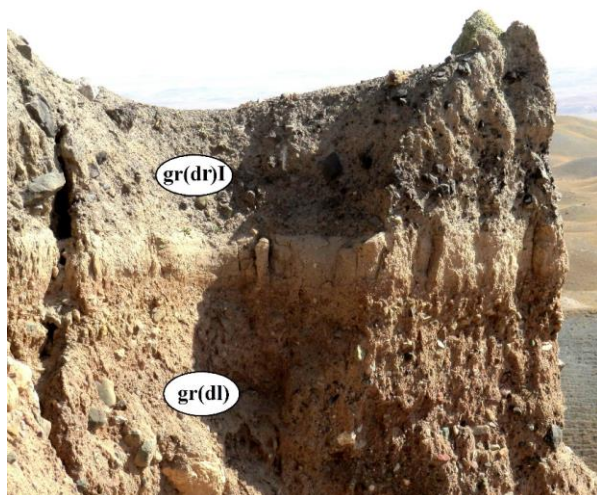


Рис. 11. Контакт обвальных отложений первой генерации Ачикташского обвала - gr(dr)I и подстилающего его субстрата гравитационных деляпсивного типа отложений - gr(dl)

Первое, что бросается в глаза при просмотре фотографии, представленной на рис 11, - это ярко выраженное различие окрасок

сопрягаемых отложений. Кроме того, при обследовании таких обнажений на месте визуально обнаруживаются текстурно-структурные и гранулометрические различия. В частности, в обвальных отложениях мелкоземистый заполнитель порошкообразный (на что указал и К.В. Курдюков), а в отложениях подстилающей толщи мелкоземистый заполнитель суглинисто-глинистый. Кроме того, резко отличается и характер поверхностей этих отложений. Для обвальных отложений характерным является беспорядочный мелкобугристый рельеф и скопление крупных остроугольных обломков (глыб) на поверхности их бугров, что наглядно показано на рис. 12.

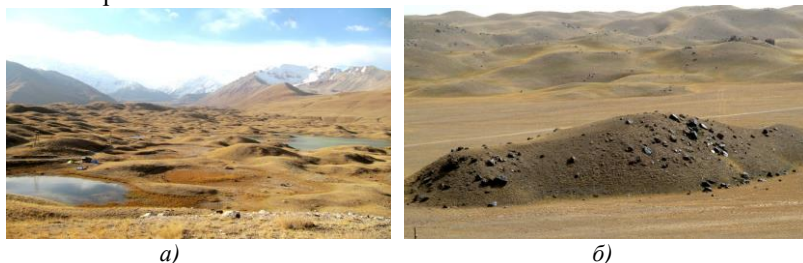


Рис. 12. Мелкобугристый рельеф обвальных масс первой генерации Ачикташского обвала (а) и скопление крупных обломков на поверхности бугров (б)

Такая же закономерность наблюдается и для обвальных масс Команского обвала. Срыв обвальных масс Команского обвала произошел непосредственно с водораздельной части Заалайского хребта с максимальными высотными отметками пика Дзержинского – 6713 м. Подстилающие его обвальные массы гравитационные деляпсивного типа отложения в долине р. Комансу менее развиты, чем в долине р. Ачикташ. Выходят они на дневную поверхность из-под обвальных масс в предгорьях Заалайского хребта, на выходе р. Комансу из горного устья, и частично в днище самой Алайской долины на участке ближе к р. Кызыл-Суу. Факт того, что Команский и Ачикташский обвалы залегают на одном и том же морфолитологическом субстрате в виде гравитационных деляпсивного типа отложений, свидетельствует о одновозрастности этих обвалов. В днище приводораздельного цирка левого притока р. Комансу имеются сравнительно небольшие по площади обвальные массы молодого обвала (со свежими очертаниями как самих обвальных масс, так и ниши срыва обвала). Его возраст, безусловно, поздне-голоценовый. Обвальные массы в днище верхней части собственно долины р. Комансу, показанные на рис. 3 и отнесенные К.В. Курдюковым к голоценовому обвалу, автором данной статьи считаются верхней частью основного Команского обвала, соответственно, позднеплейстоценового возраста. Превышение высот между бровкой срыва Команского обвала и нижней краевой частью его обвальных масс коло 4 км. В связи с этим энергия этого обвала была несравненно больше, чем у Ачикташского обвала. Это позволило его обвальным массам пересечь всю

Алайскую долину и частично накатиться на предгорья Алайского хребта, что показано на рис.1 и 3. Согласно В.С. Хромовских [9], «...по длине пройденного пути он не имеет себе равных на Земле. Описанные выше снежно-ледово-каменные Уаскаранские лавины выглядят карликами по сравнению с Команским обвалом».

Мелкобугристая поверхность обвальных масс Ачикташского и Команского обвалов и скопление на поверхности их бугров крупных обломков пород (см. рис. 12) свидетельствует о очень большой энергии этих обвалов и о вибрационном эффекте, имевшем место при срыве и движении обвальных масс. Это, безусловно, могло произойти при очень сильном землетрясении. При этом из-за вибрационного эффекта крупные обломки как бы всплывали на поверхность, что происходило согласно законам физики

Возраст этих обвалов К.В. Курдюков и В.С. Хромовских в своих работах приводят на основании геоморфологических и стратиграфических сопоставлений, коррелируя обвальные массы с перекрывающими их голоценовыми и подстилающими, по их понятиям, позднплейстоценовыми моренам. Так, по К.В. Курдюкову: возраст Ачикташского обвала соответствует первой половине голоцена, Команского обвала – позднчетвертичному, близкому к голоцену, времени. По В.С. Хромовских (с компиляцией данных К.В. Курдюкова): возраст Ачикташского обвала – между 5 и 10-тью тыс. лет, Команского обвала – около 10 тыс. лет. Как следует отсюда, полученные возраста являются «плавающими», то есть неконкретными.



Рис. 13. Стратиграфический контакт обвальных масс Команского обвала с подстилающим его позднплейстоценовым аллювием р. Кызылсуу (а) и место отбора пробы на радиоуглеродный (^{14}C) анализ (б)

Автором был получен абсолютный возраст этих обвалов радиоуглеродным методом датирования. Для радиоуглеродного анализа была отобрана проба песчано-илистых отложений из верхнего горизонта позднплейстоценового аллювия р. Кызылсуу на контакте с обвальными массами Команского обвала. На рис. 13 показаны стратиграфический контакт этих отложений и место отбора пробы.

Для радиоуглеродного анализа была использована тонкодисперсная органика в виде органических микродетритов, рассеянных в литологическом

субстрате отобранной пробы. Методика извлечения этой органики из пробы описана в разделе «Методика и объекты изучения». Радиоуглеродный анализ был выполнен современной техникой AMS в Геохронологической лаборатории Венгрии. Получена калиброванная датировка 36380 \pm 480 лет (DeA-15017). Таким образом, возраст Команского обвала следует признать в 36000 лет. В связи с тем, что обвальные массы Ачикташского и Команского обвалов залегают на идентичных и одновозрастных отложениях субстрата gr(dl), то возраст и Ачикташского обвала следует считать таким же.

Остается только удивляться, почему все выше перечисленные исследователи и геологи, описавшие и картировавшие морфо-литологические образования в виде Ачикташского и Команского обвалов и подстилающих их субстратов, не обратили внимания (а если и обратили, то не придали должного значения) на все те ярко выраженные различия этих аккумулятивных образований, которые приведены в этой статье. Объяснением этого может быть только одно: традиционно применяемые методы изучения и картографирования четвертичных отложений высокогорных зон, основанные преимущественно на визуальных обследованиях, следовательно, допускающих большую долю субъективизма, не позволяют корректно строить геологическую и палеогляциологическую картину изучаемых районов.

Выводы

1. Колоссальность Ачикташского и Команского обвалов в совокупности с тектоническими разломами на северном макросклоне Заалайского хребта указывают на то, что эти обвалы являются сейсмо-гравитационными образованиями. Этим подтверждается высокая сейсмическая активность Заалайского хребта.
2. Полученную датировку Команского обвала в совокупности с глубиной эрозионного вреза в месте отбора пробы на радиоуглеродный анализ можно использовать в качестве временного репера при оценке интенсивности поднятия Алайской впадины.
3. При решении задач четвертичной геологии и палеогляциологии высокогорных районов традиционно применяемые методики изучения четвертичных отложений не позволяют корректно строить геологическую и палеогляциологическую картину изучаемых районов. Для получения объективных результатов исследований в этой области необходимо применять количественные генетические признаки.

Литература

1. Абдрахматов К.Е., Джанузакв К.Д., Фролова А.Г., Погребной В.Н. Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики. Масштаб 1:1 000 000. - Бишкек. 2011; Объяснительная записка. - Бишкек. 2012. - 51 с.
2. Гребенникова В.В., Фортуна А.Б. Сейсмичность Заалайского хребта (Памиро-Алайская зона). // Вестник Института сейсмологии НАН КР. №1(11). - Бишкек. 2018. С. 18-32.

3. Н.Л. Корженевский. Алайская долина. Тр. Памирской эксп. 1928 г., 1930.
4. Курдюков К.В. Новейшие тектонические движения и следы крупнейших сейсмических толчков на северном склоне Заалайского хребта // Активизированные зоны земной коры (Новейшие тектонические движения и сейсмичность). М., Наука, 1964. С. 153-160.
5. Лоскутов В.В., Трофимов А.К. Древнее оледенение Северного Памира//Новые данные по геологии Таджикистана. Душанбе, 1971. Вып. 1. С 13-74.
6. К.К. Марков. Геоморфологический очерк Северного Памира и Вахин по наблюдениям 1932-1933 гг. Сб. Памир, тр. ледн. эксп., вып. 1, 1936.
7. Минина Е.А., Борисов Б.А. Стратиграфия четвертичных отложений Восточного Памира и Алайской долины // Тр. ВСЕГЕИ. Н.С. 1978. Т.297. С. 76 – 79.
8. Мушкетов И.В. Оледенение восточной части Ферганы и Алая. Изв. РГО, т.53. 107, 1917.
9. Хромовских, Владимир Сергеевич. Каменный дракон. Москва : Мысль, 1984. - 156 с.
10. Шатравин В.И. Фациально-литологическая типизация основных генетических генераций четвертичных отложений высокогорных зон // Геология кайнозоя и сейсмоструктура Тянь-Шаня. - Бишкек, 1994а, – С. 3-15.
11. Шатравин В.И. Основные закономерности гляциального и гравитационного типов литогенеза горных районов // Геология кайнозоя и сейсмоструктура Тянь-Шаня. – Бишкек, 1994б, - С. 15-26.
12. Шатравин В.И. Радиоуглеродное датирование «немых» толщ четвертичных отложений. // «Главнейшие итоги в изучении четвертичного периода и основные направления исследований в XXI веке». Тез. докл. Всероссийского совещания, ВСЕГЕИ. Санкт-Петербург, 1998б, – с. 55.
13. Шатравин В.И. Радиоуглеродное датирование морен по рассеянной органике // Климат, ледники и озера: путешествие в прошлое. Бишкек. «Илим», 2007 г. С.74-92.
14. Шатравин В.И. О тупиковой ситуации в четвертичной геологии и палеогляциологии и как из нее выйти // Материалы Международной конференции «Дистанционные и наземные исследования Земли в Центральной Азии», проведенной в ЦАИИЗ. Бишкек, Кыргызстан, 8-9 сентября, 2014. С. 234-241.
15. Шатравин В.И. Стратиграфическое расчленение квартера и картографирование четвертичных отложений орогенных областей Центральной Азии с новых исходных позиций // Сборник докладов: "Развитие наук о Земле в Кыргызстане: состояние, проблемы и перспективы". Материалы международной конференции, посвященной 100-летию юбилею академика М.М.Адышева. Изд. НАН КР, Бишкек 2015, с. 383-390.
16. Shatravin V.I. Reconstruction of the Pleistocene and Holocene glaciations of the Tian-Shan and Pamir: new results // Pamir and Tian- Shan: Glacier and Climate Fluctuations during the Pleistocene and Holocene. International Workshop, July 22-23, 2000. Institute of Soil Science and Soil Geography, Univ. of Bayreuth, Germany.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ПО ФАЦИАЛЬНО- ЛИТОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ СЕЛЕФОРМИРУЮЩИХ ОТЛОЖЕНИЙ

В.И. Шатравин

*Тянь-Шаньский высокогорный научный центр Института
водных проблем и гидроэнергетики НАН КР,
с. Кызыл-Суу Жети-Огузского района, ул. Чикаева 9
shatravin@yandex.ru*

Аннотация. Предложен метод оценки прогнозирования селевой опасности в высокогорных районах с учетом возможного типа селевых потоков по их плотности. В основу прогнозирования положена степень заглинизированности потенциальных селеформирующих отложений в зависимости от их генетического типа и фациально-литологических особенностей. Для оценки подверженности четвертичных отложений высокогорных зон грязекаменному селезарождению предложены разработанные автором количественные фациально-литологические показатели основных их генетических типов. На примере некоторых речных долин Тянь-Шаня и Памира рассмотрена для них потенциальная селевая опасность в зависимости от возможного типа селевых потоков, в том числе и при прорывах высокогорных озер.

Ключевые слова: *селевые потоки, морены, псевдоморены, оползни, обвалы, прогнозирование, четвертичные отложения, высокогорные озера, селевая опасность*

Введение. Селевая опасность в горных районах зависит не только от степени селевой активности в речных долинах, но и от типа селевых потоков. В горах наиболее разрушительными и катастрофическими являются грязекаменные селевые потоки, в отличие от водокаменных (иначе называемых наносоводными) селевых потоков, небольшой плотности (с объемным весом от 1,1 до 1,5 т/м³). Грязекаменные сели отличаются высокой плотностью, с объемным весом от 1,7 до 2,4 т/м³, и для их зарождения достаточно менее 15 % воды от общего состава селевой массы. Согласно исследованиям сотрудников отдела селевых потоков КазНИИ, расходы грязекаменных селей могут превышать расходы водного попуска в 15-20 раз [4]. О большой подвижности грязекаменных селей и дальности их продвижения наглядно свидетельствует наблюдаемый факт выдающимся

селеведом М.С. Гагошидзе [1]: «...сель двигался по выходе из ущелья в широкой пойме 1000-1500 м, прямолинейной полосой шириной лишь 30-40 м и высотой 3-4 м на протяжении 13 км».

При традиционном подходе для оценки селевой опасности высокогорных речных долин принимаются во внимание уже имеющиеся там морфологически выраженные селевые очаги (эрозионно-селевые врезы, рытвины и пр.) или перегибы рельефа на субстратах рыхлообломочных отложений, где при прохождении водных потоков повышенных расходов могут зародиться новые селевые очаги для грязекаменных селей. В качестве таких субстратов чаще всего бывают голоценовые и плейстоценовые морены, оползни и обвалы. В качестве источников водных попусков рассматриваются ледники с внутриледниковыми емкостями воды и прорывоопасные озера (включая ледниковые), а также - возможности выпадения сильных ливней. Однако при таком подходе однозначно не решается вопрос – какого типа селевые потоки следует ожидать в каждом конкретном месте и какими будут расход и транзитная зона этих селей. Последнее особенно важно знать для случаев грязекаменных селей. В лучшем случае ориентиры берутся на уже ранее проходившие там сели, но такая возможность бывает далеко не всегда. Популярная у гидрологов формула Шези, созданная для расчётов потоков в речных руслах и канализационных системах и широко применяемая в селевой практике, не позволяет решить поставленные задачи при прогнозировании селевой опасности.

В данной статье автором предложены способы ликвидировать вышеуказанный пробел в деле прогнозирования селевых потоков, соответственно, - и селевой опасности.

В этом ключе им уже была опубликована небольшая статья в соавторстве со своими сотрудниками [7]. Однако небольшой лимитированный объем этой статьи (5 стр.) не позволил достаточно подробно изложить исходный материал. А умышленное вмешательство в эту статью при опубликовании ее в сборнике статей некоего непрошенного редактора без согласования с главным автором этой статьи по большому счету смазало ее научную значимость. Последнее послужило дополнительным поводом написать данную, более расширенную статью.

Важнейшим полученным результатом в этом направлении оказалось установление различия мощностей грязекаменных селей и их транзитных путей в зависимости от генетического типа селеформирующих отложений и их фациально-литологических особенностей. Это, по сути, является ключом к пространственному прогнозированию потенциальной селевой опасности в горных районах.

Методика и объекты изучения. Материал к этой статье автором был получен при выполнении многолетних полевых обследований селевых очагов, селевых отложений и прорывоопасных высокогорных озер Тянь-Шаня и Памира на территории КР и ТР. При изучении селевых очагов и

морфо-литологических субстратов четвертичных отложений, на которых развились эти очаги, применялись как *традиционные методы полевого изучения* селевых очагов и селевых отложений, так и лабораторные методы исследования проб грунтов, отобранных из изучаемых объектов. При изучении морфо-литологических субстратов зарождения селевых потоков широко применялись разработанные им количественные фациально-литологические показатели основных генетических типов четвертичных отложений высокогорных зон в виде геохимических и гранулометрических критериев: *окисно-закисного коэффициента по железу* ($K=Fe_2O_3/FeO$) и *степени глинистости* ($S = <0,005/(1-0,005)$) - соотношения процентного содержания фракций $<0,005$ мм и $1 - 0,005$ (мм), где $<0,005$ мм – глинистая фракция, $1 - 0,005$ (мм) – область мономинеральных частиц, не подвергающихся дальнейшему дроблению при физическом выветривании [5, 6]. Важным в этой статье является надежное отличие истинных морен от псевдоморен, последние из которых чаще всего представлены в виде *оползней и обвалов*. В частности, для различения истинных морен от псевдоморен применялись отработанные им на практике генетические признаки этих отложений в виде количественных статистически определенных для Тянь-Шаня показателей для морен и псевдоморен, приведенных в табл. 1.

Количественные генетические показатели морен и псевдоморен
Табл. 1.

Генетический тип отложений	$K=Fe_2O_3/FeO$	$S = <0,005/(1-0,005)$
Морены голоценовые -gIHs	0,03-0,07	0,078
Морены плейстоценовые- gIPs	0,03-0,07	0,107
Гравитационные деляпсивного типа отложения - в виде оползней -gr(dl)	0,3-1,0	0,159
Гравитационные дерупсионного типа отложения - в виде обвалов - gr(dr)	Показатель зависит от исходных обвалных пород	0,022

Широко применялось дешифрирование аэро-и космофотоснимков. Хорошим подспорьем явились аэровизуальные обследования (с помощью вертолета), выполненные автором в качестве бортнаблюдателя в советское время.

Основными объектами изучения были морфо-литологические субстраты, на которых развиваются селевые очаги, это – морены, оползни, обвалы, полигенетические склоновые отложения и специфические гравитационные деляпсивного типа отложения. Последние из них –это *оползни*, но специфические и пространственно широко развитые. В связи с тем, что внешне они похожи на плейстоценовые морены, автором они называются псевдоморенами (иначе – лжеморенами). На приведенной графике и в тексте этим отложениям дан генетический символ gr(dl), от слова

деляпсий. Обвалам дан генетический символ gr(dr), от слова *дерупций*. Голценовым и плейстоценовым (в статье фигурируют только позднеплейстоценовые) моренам присвоены символы gl Hs и gl PsIII, соответственно. Для селевых отложений – символ pl, от слова *пролювий*.

Полученные результаты. Полученные результаты исследований по причине лимитированного объема статей в данном сборнике изложены в основном в тезисном виде. Но для наглядности они сопровождаются большим количеством рисунков в виде отдешифрированных фотографий и кфс объектов изучения.

Известно, что грязекаменные сели формируются за счет сдвиговых и эрозионно-сдвиговых процессов, протекающих в грунтах при их значительном увлажнении. Решающую роль в этом процессе играют глинистые и пылеватые частицы в мелкоземистом заполнителе селеформирующих отложений. В этом плане интересные результаты приведены Л.Н. Гавришиной [2]. По ее оценкам, в селеформирующих отложениях одного из селевых очагов грязекаменных селей в Заилийском Ала-Тау суммарная поверхность всех частиц <1 мм составляет 92% при их весовом содержании всего в 4,4%. Суммарная поверхность глинистых частиц (<0,001 мм) 38,7% при весовом содержании 0,06%. Таким образом, на мелкодисперсные частицы 0,001-0,1 мм приходится 53,3% общей поверхности грунта и такая же доля связанной воды. Как видим, даже столь незначительные содержания глинисто-пылеватых фракций в селеформирующих грунтах позволяют этим грунтам при значительном их увлажнении вовлекаться в сдвиговую и эрозионно-сдвиговую процессы, что является физической основой зарождения и движения грязекаменных селевых потоков.

Для наглядности сказанного во введении о большой мощности грязекаменных селей, имеется видео, помещенное в https://scorcher.ru/glaciology/selevoiy_potok.htm. Полевые обследования автора этой статьи, проведенные через несколько дней после этого селя, показали, что источником водной составляющей для него был выброс воды из внутриледниковых емкостей одного из ледников северного склона хр. Петра Первого. Расходы водного попуска при выходе из ледника, по визуальной оценке, – судя по оставленным следам и продольному уклону русла, – были не более 10 м³/сек. Расход же грязекаменного селя в месте его впадения в р.

Сурхоб, судя по видео, был не менее 200 м³/сек. Важно и то, что селевым очагом, в котором селевой паводок трансформировался в грязекаменный сель, это эрозионный врез на субстрате *деляпсивных гравитационных отложений* (что в непосредственной близости от ледника) и далее – на субстрате нескальных и полускальных мезо-кайнозойских отложений; в обоих случаях – со значительным содержанием глинистых частиц.

Практика показала, что в одних случаях при прорывах даже небольших высокогорных озер ледникового или иного генезиса зарождались

мощные грязекаменные сели высокой плотности и с большим транзитным путем. В других случаях - при прорывах даже больших высокогорных озер или же внутриледниковых емкостей воды имели место маломощные грязекаменные сели с небольшим транзитным путем или же только сели низкой плотности в виде наносоводных селевых потоков. Вот конкретные примеры в фотографиях.

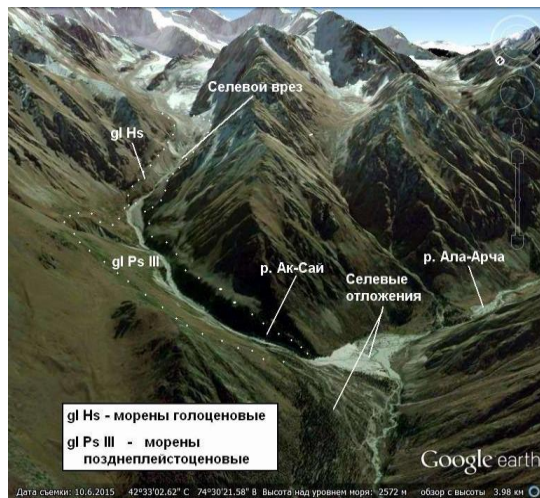


Рис. 1. Селеопасная долина р. Ак-Сай (бас. р. Ала-Арча, Киргизский хр.)

Даже при мощных выбросах воды из внутриледниковых емкостей ледника Ак-Сай грязекаменные сели проходили путь не более 5 км и разгружались на конусе выноса р. Ак-Сай. Селевой очаг – на субстрате голоценовой морены (glHs). Эта долина отличается очень высокой селевой активностью. В ней зафиксировано десятки исторических селей. Только в 1968 году там произошло 3 грязекаменных селевых потока, один из которых унес человеческие жизни

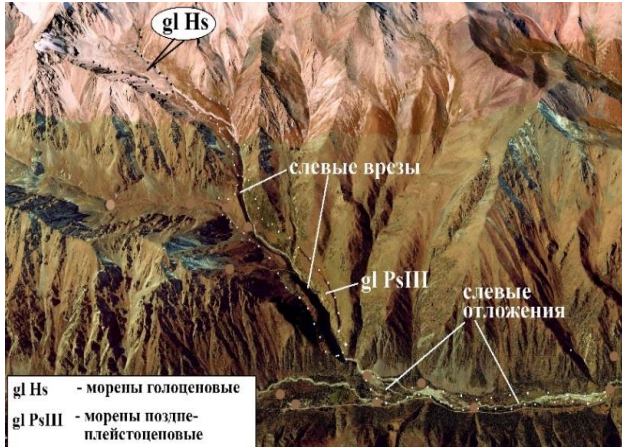


Рис. 2. Селеопасная долина р. Адыгене (бас. р. Ала-Арча, Киргизский хр.). Даже при мощных выбросах воды из ледникового оз. Тез-Тор (находится в цирке долины р. Тез-Тор, левого притока р. Адыгене) грязекаменные сели проходили путь не более 5-6 км и разгрузались на конусе выноса р. Адыгене и частично в тальвеге р. Ала-Арча. Селевой очаг – на субстрате позднелейстоценовой морены (glPsIII).



Рис. 3. Селевой очаг (селевой врез) в долине р. Ангы-Сай (бас. р. Тон, хр. Терской Ала-Тоо). Селевой врез – на субстрате псевдоморен в виде делясивных гравитационных отложений, обозначенных символом gr(dl). Транзит грязекаменных селевых потоков – более 20 км. Стрелками показаны область и направление срыва (оползания) полигенетических склоновых отложений, образовавших эти псевдоморены

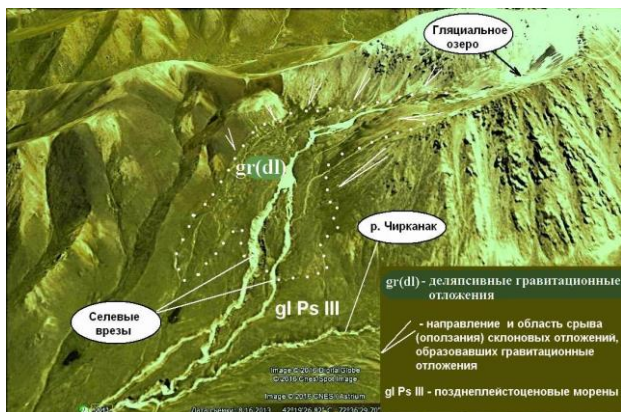


Рис. 4. Селевой очаг (селевой врез) Джалпак-Тор в правобережном притоке р. Чирканак (хр. Таласский). Селевой врез – на субстрате псевдоморен в виде делясивных гравитационных отложений. Транзит грязекаменных селей – около 20 км. Стрелками показаны область и направление срыва (оползания) полигенетических склоновых отложений, образовавших псевдоморены



Рис. 5. Селеопасная долина р. Зындан (хр. Терсей АлаТоо). Протяженность транзитной зоны грязекаменного селевого потока – более 15 км. Селевой очаг (селевой врез) – на субстрате псевдоморен в виде делясивных гравитационных отложений (см. рис.6). Источником воды селевого потока явилось прорвавшееся небольшое ледниковое озеро



Рис. 6. Верхняя часть долины р. Зындан. На снимке показаны селевой очаг в виде селевого вреза, морфо-литологический субстрат, на котором развился этот врез, и селевое русло



Рис. 7. Селевое русло в верхней части долины р. Зындан после прорыва ледникового озера. Обращают внимание следы прохождения небольшого селевого попуска, с ориентировочным расходом не более $5\text{ м}^3/\text{сек}$. Фото Б. Эрменбаева



Рис. 8. Нижняя часть селевого вреза в долине р. Зындан и грязекаменные селевые отложения, образовавшиеся при прорыве ледникового озера. В бортах вреза обнажаются делясивные гравитационные отложения, на субстрате которых образовался селевой врез. Фото Б. Эрменбаева



Рис. 9. Грязекаменные селевые массы, вытекшие из селевого вреза Зындан в межгорную долину. Фото Б. Эрменбаева

Долина р. М. Алматинка является чрезвычайно селеопасной. Селевые потоки в этой долине были вызваны либо обильными дождями в горах (1921 г.), либо прорывами ледниковых озер (1956 и 1973 гг.). В ней произошли десятки мощных исторически зафиксированных грязекаменных селей.



Рис. 10 Селеопасная долина р. М. Алматинка (хр. Заилийский Ала-Тау, Казахстан). Селевой врез – на субстрате псевдоморен в виде деляп-сивных гравитационных отложений. Стрелками показаны направление и область срыва (оползания) полигенетических склоновых отложений, которые стали исходным материалом для деляпсивных гравитационных отложений.

Наиболее мощными и катастрофическими из них были сели 1921, 1956 и 1973 годов. Селевым потоком 1921 года была уничтожена четвертая часть города Верный (ныне – Алматы), погибло более 500 человек. Транзитный путь этого селя был более 20 км. По расчетам ученых, селевой поток 1973 года был в 4 раза мощнее потока 1921 года. Напор этого селевого потока

удалось сдерживать построенной в урочище Медеу селезащитной плотиной. Однако, в связи с тем, что в верховьях долины р. М. Алматинка имеются растущие по размерам ледниковые (иначе – гляциальные) озера, сохраняются риски прорыва этой плотины. На рис.11 а,б показаны эти озера.

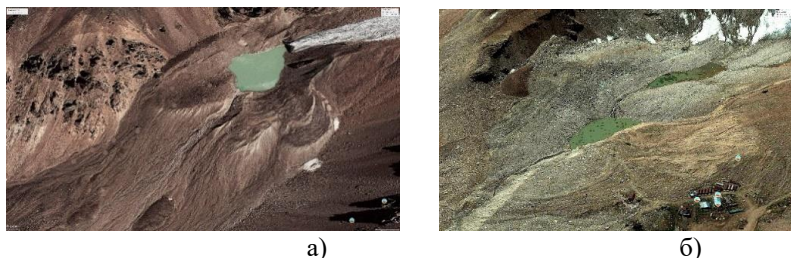


Рис. 11. Прорывоопасные левобережное (а) и ледниковые озера в верховьях долины р. М. Алматинка

Исходя из площадных размеров этих озер и собственного опыта изучения ледниковых озер, автором оценены их объемы: правобережного озера – 300 тыс. м³, для каждого из 2-х левобережных озер – по 30-35 тыс. м³. Эти объемы, по меркам Тянь-Шаньских ледниковых озер, считаются небольшими. Однако, согласно Б.С. Степанову, специалисту и эксперту в области селеведения, д.г.н., профессору, прорыв правобережного озера с расходом, превышающим критическое значение, может сформировать сель, который разрушит плотину в урочище Медеу (Источник: <http://gazeta.caravan.kz/articles/sel-zhdat-ne-budet-articleID5628.html>). Таким образом, селеопасность в этой долине вполне обоснованная. Здесь автору данной статьи уместно добавить, что чрезвычайно высокая селеопасность в долине р. М. Алматинка связана не столько с прорывами ледниковых озер и ливнями, сколько с селевым очагом (в виде эрозионно-селевого вреза), образовавшемся на субстрате **деляписивных гравитационных отложений**, которые отличаются высокой степенью глинистости (см. таб. 1). И такое заключение не безосновательное. На территории Кыргызстана были случаи прорыва ледниковых озер гораздо больших объемов, например, озера Чоктал в 1978 году (бас. р. Чоктал, хр. Кунгей Ала-Тоо): из 1 мил. 200 тыс. м³ изначального его объема при прорыве озера из него вырвалось 400 тыс. м³ воды. Однако сформировавшийся при этом грязекаменный сель прошел транзитный путь не более 4-5 км, не достигнув пос. Чоктал на побережье оз. Иссык-Куль. Причина столь незначительного транзитного пути этого селя в том, что он сформировался в селевом очаге на субстрате *плейстоценовой морены*. С позиции селеопасности, большого внимания заслуживает и долина р. Б. Алматинка (рис. 12).

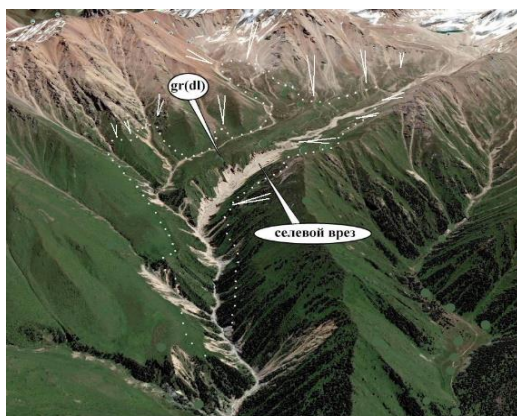


Рис. 12. Селеопасная долина р. Б. Алматинка (хр. Заилийский Ала-Тау, Казахстан). Селевой врез – на субстрате псевдоморен в виде деляпсивных гравитационных отложений (на рисунке они оконтурены крапом). Стрелками показаны направление и область оползания полигенетических склоновых отложений, образовавших эти псевдо-морены

В этой долине, равно как и в долине р. М. Алматинка, имеется большой (большой, чем в долине р. М. Алматинка) селевой очаг в виде эрозионно-селевого вреза, образовавшегося на субстрате деляпсивных гравитационных отложений. В верховьях долины имеются несколько прорывоопасных ледниковых озер (рис. 13).



Рис. 13. Ледниковые озера в долине р. Б. Алматинка

Наибольшее из этих озер, по визуальной оценке автора статьи, содержит объем воды приблизительно 500 тыс. м³. Грязекаменные селевые отложения исторических селей, сформировавшихся в этом селевом очаге, широко развиты как в нижней части долины р. Б. Алматинка, так и ниже ее

горного устья, вплоть до западной окраины г. Алматы. В случае прорыва ледниковых озер или обильных ливней в этом очаге непременно зародятся мощные грязекаменные селевые потоки, последствия которых могут быть очень серьезными.

Особого внимания заслуживает рассмотрение селеопасности горных долин, в которых имеются озера завального типа, образованные за счет обвалов горных пород. Таких озер в Тянь-Шане и на Памире огромное количество, и их объемы в большинстве случаев в разы превышают объемы ледниковых озер. На рис. 14 показано бывшее завальное озеро Яшилькуль (вернее, то, что осталось там после его прорыва в 1966 году).

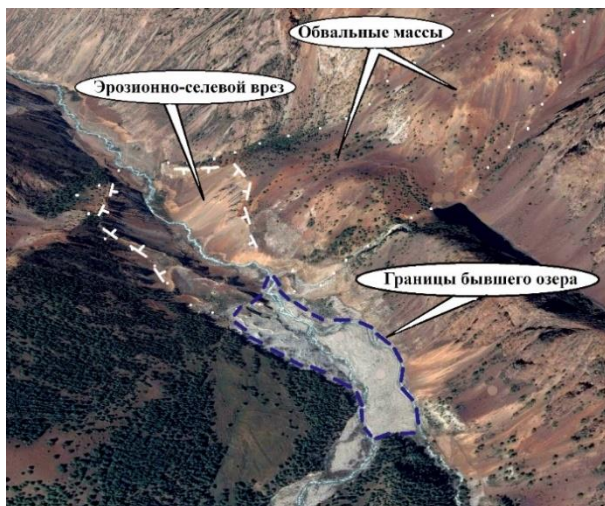


Рис. 14. Долина р. Тегермач (бас. р. Исфайрам-Сай, хр. Кичик-Алайский, Кыргызстан). Чаша бывшего завального оз. Яшилькуль (объемом воды 2,6 м³), прорвавшегося в 1966 г.

В связи с низкой степенью глинистости отложений обвальных масс (что характерно для обвалов, см. табл.1) при прорыве этого озера зародился грязекаменный сель низкой плотности, который, пройдя путь менее 10 км от места прорыва озера, трансформировался в наносоводный сель. Этот уже истощенный по плотности селевой поток прошел в виде паводка путь около 80 км, дойдя до г. Фергана. Ущерб народному хозяйству оказался незначительным.

В прогностическом аспекте важно рассмотреть считающиеся прорывоопасными завальные озера Коль-Тор (в Тянь-Шане, Кыргызстан), Коль-Сай (в Тянь-Шане, Казахстан) и Сарез (на Центральном Памире, Таджикистан). На рис. 15 приведено озеро Коль-Тор.

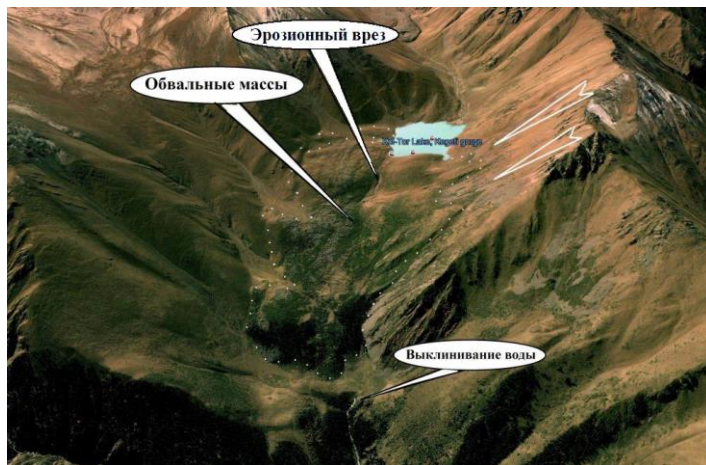


Рис. 15. Озеро Коль-Тор, образовавшееся за счет подпруживания р. Коль-Тор обвалом (бас. р. Кегети, хр. Киргизский). Стрелками показаны направление и область срыва обвальных масс.

В связи с большим объемом воды ($2,3\text{м}^3$) и прогрессирующей пятящейся эрозией на его плотине (ниже озера на перегибе рельефа развивается эрозионный врез за счет перелива воды в периоды критического наполнения озера; этот врез показан на снимке) это озеро рассматривается как объект чрезвычайно высокой степени селевой опасности для многочисленных нижерасположенных населенных пунктов. Настораживает именно вышеуказанный эрозионный врез, что свидетельствует о способности грунтов, слагающих плотину озера, к эрозионно-сдвиговым процессам. Однако, факт того, что плотина озера сложена обвальными отложениями с очень низкой степенью глинистости (по статистике – 0,022), следует ожидать, что при его вероятном прорыве (это непременно произойдет, вопрос только времени) зародится грязекаменный селевой поток низкой плотности. Этот поток быстро трансформируется в наносоводный сель в виде паводка, и произойдет это по сценарию прорыва оз. Яшилкуль. Селевая опасность этого озера меньше таковой, которая могла бы быть в случае, если бы его плотина была сложена деляпсивными гравитационными отложениями или же оползневными массами из заглинизированных полускальных и нескальных мезо-кайнозойских пород. В данном случае в связи с переливом воды из озера возможен эрозионно-сдвиговой процесс разрушения его плотины, далее - эрозионно-транспортный процесс с формированием наносоводного селевого потока, равно как и при прорыве озера Яшилкуль. Грунтовые

массы в виде грязекаменных селевых отложений низкой плотности разгрузятся до выхода из горного устья р. Кольтор, до слияния с р. Кегеты, пройдя транзитный путь около 9 км. Далее, уже по долине р. Кегеты и за ее пределами на конусе выноса этой реки, пройдет наносоводный сел.

В таком ключе можно рассмотреть и другие многочисленные завальные озера на территории Кыргызстана, в том числе и очень большие: Кара-Суу и Сарычелек (бас. р. Нарын, Ферганский хребет), Бешташ (бас. р. Талас, Таласский хребет) и многие другие. Однако лимитированный объем статьи не позволяет сделать это.

На рис. 16 а,б приведено нижнее завального типа озеро Кольсай, расположенное в одноименной долине Заилийского Ала-Тау.

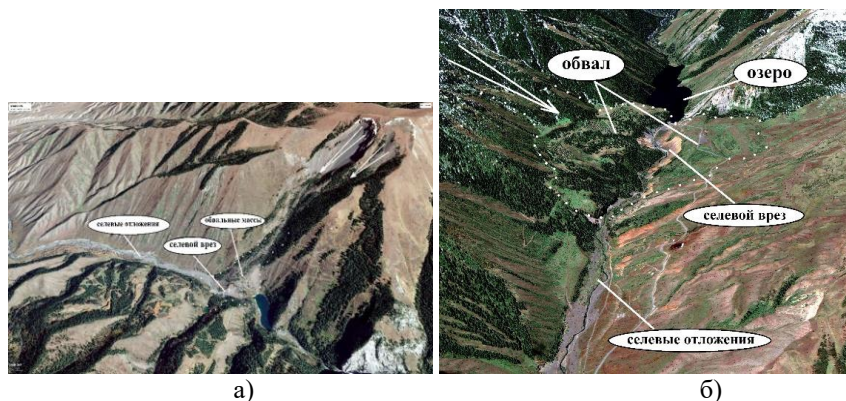


Рис. 16. Озеро Коль-Сай нижнее (долина р. Коль-Сай, Заилийский Ала-Тау)

Это озеро уже прорывалось, о чем свидетельствуют эрозивно-селевой врез на его плотине и относительно свежие селевые отложения в тальвеге долины реки ниже плотины озера. Дальность прохождения грязекаменного селевого потока приблизительно 4 км. Это в очередной раз подтверждает незначительные транзитные возможности грязекаменных селей, образующихся при прорывах озер, плотины которых сложены обвальными массами. В данном случае селевую опасность в долине расположения этого озера в случае повторного его прорыва следует оценивать исходя из степени их глинистости отложений обвальных масс и характеристик уже имевшего там место селевого потока.

На рис 17 приведено Сарезское озеро в долине р. Мургаб (Центральный Памир, Таджикистан). В связи с колоссальным объемом содержащейся в нем воды (17 км³, наибольшая глубина – 500 м) и большой абсолютной высотой места его нахождения (3255 м) это озеро считается потенциально опасным для целого региона Центральной Азии, включая государства Таджикистан, Афганистан, Узбекистан, Казахстан и Туркменистан.



Рис. 17. Озеро Сарезское. Стрелкой показаны направление и область срыва обвальных масс Усойского обвала, в связи с чем образовалось это озеро

При решении вопроса прорывоопасности этого озера и какого типа селевого потока может при этом сформироваться, следует исходить из того, что это озеро завального типа, и его водоудерживающая плотина сложена обвальными массами. Важно и то, что вся вода реки Мургаб (она средняя по размерам на Памире) выклинивается из плотины озера за счет фильтрации воды в отложениях, слагающих плотину этого озера. Косвенно это свидетельствует о том, что в мелкоземистом заполнителе этих обвальных масс мало глинистых фракций. Поэтому эрозионно-сдвиговой процесс там маловероятен, что означает – плотина не разрушится за счет этого процесса или же пятающейся эрозии. Следует ожидать, что плотина этого озера не разрушится и при мощном землетрясении. В случае землетрясения обломочный материал в теле плотины переуплотнится, могут измениться и пути фильтрации воды. Не исключено, что при этом поднимется уровень воды в озере, вплоть до верхнего бьефа. Даже в этом случае не следует ожидать размыва плотины озера и последующего прорывного селя. Однако там возможен иной сценарий разрушения плотины озера: при быстротечном переливе огромных масс воды через его плотину в случае оползня или обвала, которые могут обрушиться в озеро с правого его борта и тем самым

создать огромную разрушительную волну воды. Такая версия в настоящее время является приоритетной. При этом следует ожидать не грязекаменного селя, а только наносоводного, подобного тому, который был в долине р. Тегермач при прорыве озера Яшилькуль. Насколько мощным может быть выброс воды из озера и последующий за ним сель, будет зависеть от размеров оползня или обвала, которые могут сорваться в озеро.

Для оценки потенциальной селевой опасности и построения надежного пространственного прогноза селевой опасности в горных районах нужно учитывать степень глинистости потенциально селеформирующих отложений. Именно она – основа сдвигового и эрозионно-сдвигового процессов при формировании грязекаменных селей, как наиболее мощных и разрушительных селевых потоков. Для оценки степени глинистости основных генетических типов четвертичных отложений – как субстратов зарождения грязекаменных селей – необходимо применять полученные автором количественные генетические (в более широком плане - фациально-литологические) показатели (см. табл. 1). Кроме того, необходимо преодолеть сложившиеся у исследователей стереотипы представлений о моренах и морфологически подобных им морфо-литологических образованиях иного генезиса, а именно, иметь в виду следующее установленное автором статьи (тезис): *«На примере Тянь-Шаня, Памира, Кавказа, Гималаев и Анд на основе выше приведенных количественных геохимических и гранулометрических фациально-литологических показателей им было установлено, что все морфо-литологические образования горных районов, традиционно принимаемые за ранне- и среднелеплейстоценовые морены, а также значительная часть таких образований, принимаемых за позднелеплейстоценовые морены, на самом деле являются позднелеплейстоцен-голоценовыми псевдоморенами, истинный генезис которых гравитационный и представлены они делаясивными гравитационными отложениями в виде специфических пространственно развитых оползней».*

В качестве примера картографирования четвертичных отложений для целей пространственного прогнозирования селевой опасности в горных районах на основе вышеуказанных фациально-литологических показателей приводится рис. 18а. Для сравнения на рис. 18б приведен вариант картографирования этих же отложений при традиционном подходе [3].

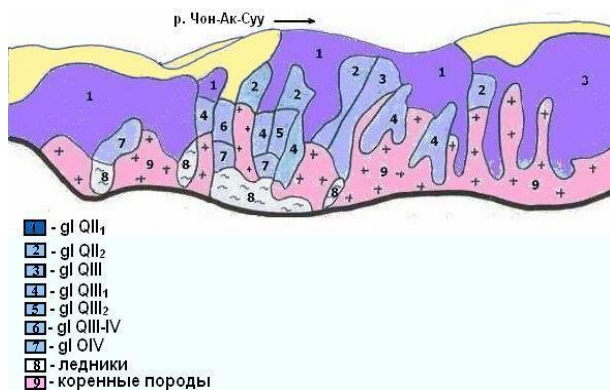
В зависимости от того, к какому генетическому типу отнести показанные на этих картах четвертичные отложения, будет совершенно **по-разному сделана оценка селевой опасности района картографирования**. В подтверждение правильности первого варианта картографирования этого участка приводится рис. 20, на котором показан селевой врез Кызылджар.

**Карта четвертичных отложений правого борта долины
р. Чон-Ак-Суу (хр. Кунгей-Ала-Тоо, Сев. Тянь-Шань)**
(составленная на основе количественных
фациально-литологических показателей)



)

**Карта четвертичных отложений правого борта
долины р. Чон-Ак-Суу (хр. Кунгей-Ала-Тоо, Сев. Тянь-Шань)**
(составленная традиционным путем)



б)

Рис. 18. Карта четвертичных отложений правого борта долины р. Чон-Аксуу (хр. Кунгей Ала-Тоо, Сев. Тянь-Шань), составленная на основе количественных фациально-литологических показателей (а) и традиционным путем (б) Для наглядности на рис. 19 приведено фото фрагмента участка картирования



Рис. 19. Правый борт долины р. Чон-Аксуу. Генетическими символами обозначены закартографированные отложения на основе количественных генетических показателей

ч

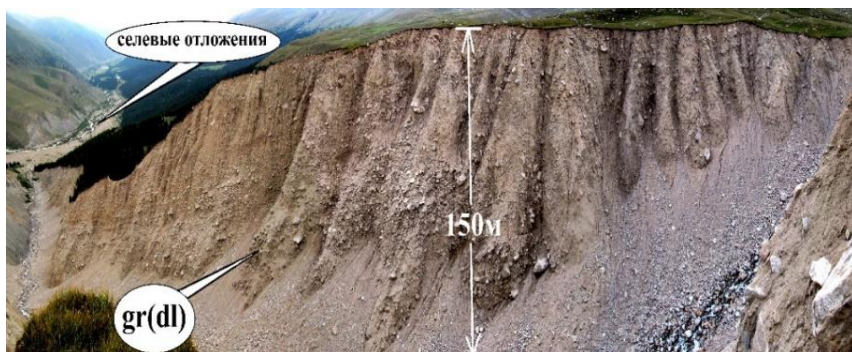


Рис. 20. Правый борт селевого вреза Кызылджар. На рис. 19 он обозначен как «эрозионный врез глубиной до 150 м»

Этот селевой врез (он же – селевой очаг грязекаменных селей) является самым большим на территории Кыргызстана. Селевая деятельность этого вреза как селевого очага грязекаменных селей связана с ливнями и весенним снеготаянием. Тем не менее, несмотря на то, что там отсутствуют источники воды прорывного характера, этот врез развился до таких колоссальных размеров. Безусловно, такое было бы невозможным на субстратах морен, что показывает и практика.

Выводы

1. При пространственном прогнозировании селевой опасности в горных районах нужно учитывать не только имеющиеся там источники

водной составляющей возможных селей, но и способности потенциально селеформирующих отложений к зарождению грязекаменных селевых потоков.

2. Оценку подверженности четвертичных отложений как основных литологических субстратов грязекаменного селезарождения следует делать исходя из степени их глинистости.

3. Степень глинистости селеформирующих отложений зависит от генетического типа и фациально-литологических особенностей исходных для них четвертичных отложений.

4. При картографировании четвертичных отложений с целью пространственного прогнозирования селевой опасности необходимо применять разработанные автором количественные генетические и фациально-литологические показатели.

5. Наибольшая подверженность грязекаменному селезарождению у пространственно развитых деляписивных гравитационных отложений в виде псевдоморен и у исходных для них полигенетических склоновых отложений. Наименьшая – у обвальных отложений. Промежуточные звенья занимают плейстоценовые и голоценовые морены.

Литература

1. Гагошидзе. М.С. Селевые явления и борьба с ними. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1970. – 385 с.
2. Гавришина Л.Н. О природе пластичности селевой смеси и пределах ее существования.
- М. Гидрометеоиздат. – Селевые потоки, 1984, сб.8. С. 42-52.
3. Карта четвертичных отложений Киргизской ССР м-ба 1:100 000, составлена: Н.В. Макаровым и др., Мин Гео СССР, Упр. Геологии Кирг. ССР, МГУ, 1969.
4. Хонин Р.В. О некоторых особенностях развития селевых процессов в очагах разных типов. М. Гидрометеоиздат. – Селевые потоки, 1984, сб.8. С. 17-29.
5. Шатравин В.И. Фациально-литологическая типизация основных генетических генераций четвертичных отложений высокогорных зон // Геология кайнозоя и сейсмотектоника Тянь-Шаня. - Бишкек, 1994. С. 3-15.
6. Шатравин В.И. Основные закономерности гляциального и гравитационного типов литогенеза горных районов // Геология кайнозоя и сейсмотектоника Тянь-Шаня. – Бишкек, 1994. С. 15-26.
7. Шатравин В.И., Сатылканов Р.А., Эрменбаев Б. О. Пространственное прогнозирование селевой опасности по фациально-литологическим показателям селеформирующих отложений. // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. №4 2019. С. 190-195.

Садыхов Ю.М., Нурматов У.А., Юсупджанова У.А. СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАПАДНОГО ПОГРУЖЕНИЯ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ	489
Стаховский И.Р. САМОПОДОБИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ОБОБЩЕННЫЙ СКЕЙЛИНГОВЫЙ ЗАКОН СЕЙСМИЧНОСТИ	495
Тошпулатов Ф.Н., Менгниёзов Ф.Х. КОРЕЛЯЦИЯ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ	505
Юсупов В.Р., Худойкулов А. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ СУТОЧНЫХ, СЕЗОННЫХ И СЕЙСМОУСЛОВЛЕННЫХ ВАРИАЦИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ	508

ГОРНОЕ ДЕЛО

Асаналиев Г.Б. ВОПРОСЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ	518
Беспалов Д.А. РИСКИ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕМ СЕКТОРЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	525
Жакипбаев Б.Е. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАВНОВЕСНУЮ СТЕПЕНЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАТРИЯ (Na) В СЫРЬЕВОЙ СИСТЕМЕ СТЕКЛОТАРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПОКОВЫХ ГОРНЫХ ПОРОД	528
БИБЛИОГРАФИЯ ТРУДОВ КОРОЛЕВА ВАЛЕРИЯ ГРИГОРЬЕВИЧА	534