

Шатравин В.И., Сатылканов Р.А., Эрменбаев Б.О.

**СЕЛДИ ЖАРАТКАН ТЕКТЕРЛЕРДИН ФАЦИАЛДЫК-ЛИТОЛОГИЯЛЫК
ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮНҮН НЕГИЗИНДЕ СЕЛ КОРКУНУЧУН
АЛДЫН АЛУУНУ МЕЙКИНДИК БОЛЖОЛДОО**

Шатравин В.И., Сатылканов Р.А., Эрменбаев Б.О.

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ
НА ОСНОВЕ ФАЦИАЛЬНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ
СЕЛЕФОРМИРУЮЩИХ ОТЛОЖЕНИЙ**

V.I. Shatravin, R.A. Satylkanov, B.O. Ermenbaev

**SPATIAL PREDICTION OF MUDFLOW HAZARD BASED
ON FACIAL-LITHOLOGICAL FEATURES
OF THE MUD-FORMING SEDIMENTS**

УДК: 551.3+551.4+551.5+551.6

Таштандалардын агымынын тыгыздыгынын потенциалдуу тибине байланыштуу тоолуу райондордогу калдыктардын агымынын коркунучун аралыктык болжолдоо ыкмасы сунуш кылынган. Ачык Калифорниялык кендердин абалы болжолдун негизинде жатат. Тянь-Шан жана Памир тоолорунда пайда болгон абдан күчтүү жана кыйратуучу баткак-таш аралаш сел ири транзиттик шлейф менен псевдоморенолар аркылуу пайда болгону көрсөтүлгөн. Фациалдык-литологиялык көрсөткүчтөр үчүн псевдоморенолардын генетикалык табияты жана аларды мореналардан туура айырмалоо методдору сунушталган. Суу булактарын алдында, кар, суу, жамгыр эрип, күчтүү ылайлуу таш аралаш келип чыккан сел бийик тоолуу көлдөрдүн жана суу танктар алдыруу отурду. Бул морендик жана жер көчкүлөрдүн уланган түзүлгөн, сел караганда күчтүү жана коркунучтуу болуп калды. Мүмкүн болгон алдына алуу сценарийлер пайда болгон агымдардын таштандаларды караштуу жарылууда айрым потенциалдуу жарылуу коркунучу бар.

Негизги сөздөр: мөңгүлөр, морендер, урандылар агымы, болжолдоо, сел коркунучу, антропогендик чөкмөлөр, жер көчкүсү, обвал, жарылуу, бийик тоо көлдөрү.

Предложен метод пространственного прогнозирования селевой опасности в горных районах с учетом потенциально возможного типа селевого потока по его плотности. В основу прогнозирования положена степень заглинизированности селеформирующих отложений. Показано, что в горах Тянь-Шаня и Памира наиболее мощные и разрушительные грязекаменные сели с большим транзитным шлейфом зарождались на субстратах псевдоморен. По фациально-литологическим показателям раскрыта генетическая сущность псевдоморен и предложены способы надежного отличия их от морен. При наличии источников воды талые снеговые воды, ливни, прорывы высокогорных озер и внутриледниковых емкостей воды могут зарождаться мощные грязекаменные сели. Эти

сели будут мощнее и разрушительнее, чем сели, формирующиеся на субстратах морен и обвалов. Рассмотрены возможные прогностические сценарии зарождения селей при прорыве некоторых потенциально прорывоопасных высокогорных озер Тянь-Шаня и Памира.

Ключевые слова: ледники, морены, селевые потоки, прогнозирование, селевая опасность, четвертичные отложения, оползни, обвалы, прорывы, высокогорные озера.

The proposed method for spatial prediction of debris flow hazards in mountain areas due to the potential type of debris flow densities. The basis for the prediction is based on the degree of silinsurance californiainsa deposits. It is shown that in the Tien Shan and Pamir, the most powerful and destructive mudflows mudflows with a large transit train originated on substrates pseudomore. For facial-lithological indicators revealed a genetic nature pseudomore and methods for reliable differences them from Morin. In the presence of water sources, thawing snow waters, heavy rains, breaks of high-mountain lakes and intra-glacial water tanks can generate powerful mud-mud mudslides. These mudflows will be more powerful and destructive than mudflows that form on the substrates of moraines and landslidesThe possible prognostic scenarios of the origin of debris flows in the breakout some potentially outburst-prone Alpine lakes in Tien-Shan and Pamir.

Key words: glaciers, moraines, mudslides, forecasting, mudslides, quaternary sediments, landslides, landslides, breaks, alpine lakes.

Введение. В горах наиболее разрушительными и катастрофическими селевыми потоками являются грязекаменные сели. Для их зарождения достаточно менее 15 % воды от общего состава селевой массы. Так, эксперименты по условиям зарождения и протекания селевых процессов, выполненные сотрудниками КазНИИ в долине р. Чемолган (хр. Заилийский Ала-Тау, Казахстан), показали, что максимальные расходы искусственно созданных грязекаменных

селей превышали расходы водного попуска в 15-20 раз [1].

Мощные грязекаменные сели зарождаются при снеготаянии, при ливнях, при прорывах даже небольших высокогорных озер, в том числе – и гляциальных. Для наглядности на рис. 1 показан грязекаменный сель, вырвавшийся из левого притока р. Сурхоб (бассейн р. Пяндж, Памир, Таджикистан) в июле 2017 года.



Рис. 1. Грязекаменный сель, вырвавшийся из левого притока р. Сурхоб в июле 2017 г.

О мощности этого селя можно судить по https://scorcher.ru/glaciology/selevoiy_potok.htm. Источником воды были внутрiledниковые емкости одного из небольших ледников северного склона хр. Петра Первого (рис. 2).



Рис. 2. Ледник и ледниковый грот, из которого вырвалась вода, явившаяся источником водной составляющей грязекаменного селя в бассейне р. Сурхоб в 2017 г. Селевое русло в верхней части селеопасного левого притока р. Сурхоб.

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 внутрiledниковых емкостей воды имели место маломощные грязекаменные сели с небольшим транзитным путем или же только сели низкой плотности в виде наносоводных селевых потоков (как разновидность паводков).

В долине р. Малая Алматинка хр. Заилийский Ала-Тоо, РК, при неоднократных прорывах небольших ледниковых озер объемом несколько десятков тыс. м³, всегда зарождались очень мощные грязекаменные сели, которые проходили путь более 20 км (рис.3). Сель 1921 г. уничтожил ¼ часть Алматы.



Рис. 3. Селеопасная долина р. М. Алматинка (хр. Заилийский Ала-Тау, Казахстан) псевдоморен. Стрелками показаны область и направление срыва (оползания) полигенетических склоновых отложений, образовавших псевдоморены

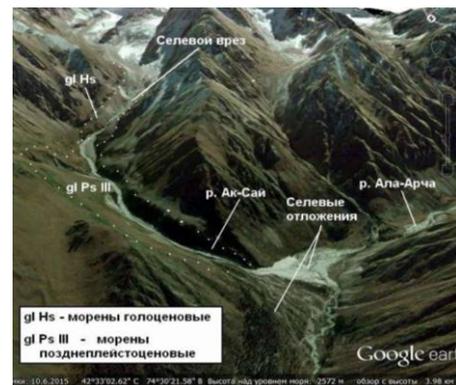


Рис. 4. Селеопасная долина р. Ак-Сай (бас.р. Ала-Арча, Кыргызстан). Даже при мощных выбросах воды из внутрiledниковых емкостей ледника Ак-Сай грязекаменные сели проходили не более 5 км, далее были наносоводные сели в виде паводков. Селевой очаг – на субстрате голоценовой морены (gIHs).

Для сравнения: при прорывах ледниковых озер в долине р. Тез-Тор и внутрiledниковых емкостей воды ледника Ак-Сай в бассейне р. Ала-Арча (Кир-

гизский хребет, Кыргызстан) транзитный путь грязекаменных селей был не более 5-6 км (рис. 4, 5).



Рис. 5. Селеопасная долина р. Адыгене (бас. р. Ала-Арча, Кыргызстан). Даже при мощных выбросах ледниковых вод из ледникового оз. Тез-Тор грязекаменные сели проходили не более 5-6 км. Селевой очаг – на субстрате позднеплейстоценовой морены (glPsIII).

Основными морфо-литологическими субстратами для зарождения грязекаменных селей являются морены, оползни, обвалы и полигенетические склоновые отложения.

Подверженность рыхлообломочных отложений этих субстратов грязекаменному селезарождению зависит от степени их *заглинизированности* (от процентного содержания в них глинистых частиц), которая, в свою очередь, зависит от *генетического типа* исходных отложений. В горах Тянь-Шаня грязекаменные сели, которые зарождаются на субстратах *морен и обвалов*, имеют незначительный транзит – не более нескольких километров. Грязекаменные сели, которые зарождаются на субстратах оползней и полигенетических склоновых отложений, имеют большой транзит – до 15-20 км. Значительная часть морфолитологических образований, которые традиционно выдаются за морены, на самом деле являются *псевдоморенами*, и истинный генезис их не ледниковый, а гравитационный, и представлены они мощными и пространственно широко развитыми *оползнями* [2, 3].

На субстратах этих отложений зарождаются наиболее мощные грязекаменные сели, имеющие большой транзитный путь (рис. 1, 6-8). На моренах же зарождаются грязекаменные сели меньшей мощности и с небольшим транзитом путем, чему наглядными являются (рис. 4, 5).

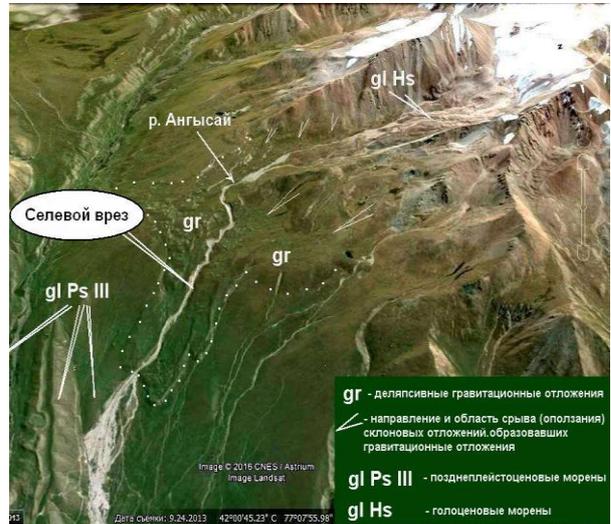


Рис. 6. Селевой очаг (селевой врез) в долине р. Чирканак (хр. Таласский). Селевой врез – на субстрате псевдоморен (gr). Транзит грязекаменного селя – более 20 км. Стрелками показаны область и направление срыва (оползания) полигенетических склоновых отложений, образовавших псевдоморены.

В случаях, изображенных на (рис. 1, 2, 6-8), грязекаменные сели зародились в селевых очагах в виде селевых врезов на субстратах псевдоморен. Верхние транзитные зоны селей были на субстратах голоценовых морен.).

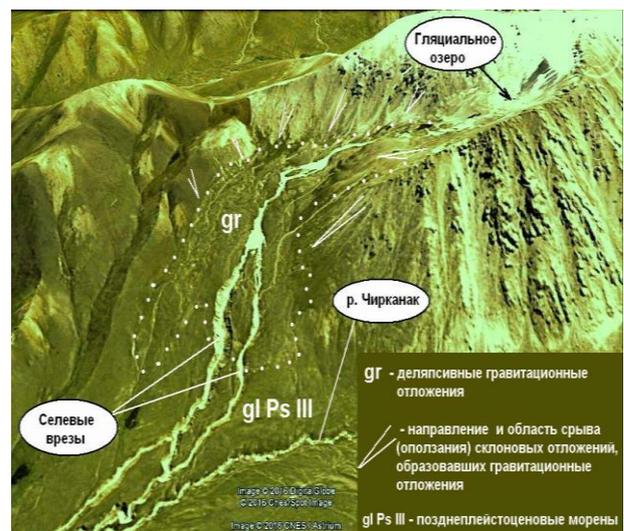


Рис. 7. Селевой очаг (селевой врез) в долине р. Ангы-Сай (бас. р. Тон, хр. Терской Ала-Тоо). Селевой врез – на субстрате псевдоморен (gr). Транзит грязекаменного селя – более 20 км. Стрелками показаны область и направление срыва (оползания) полигенетических склоновых отложений, образовавших псевдоморены.

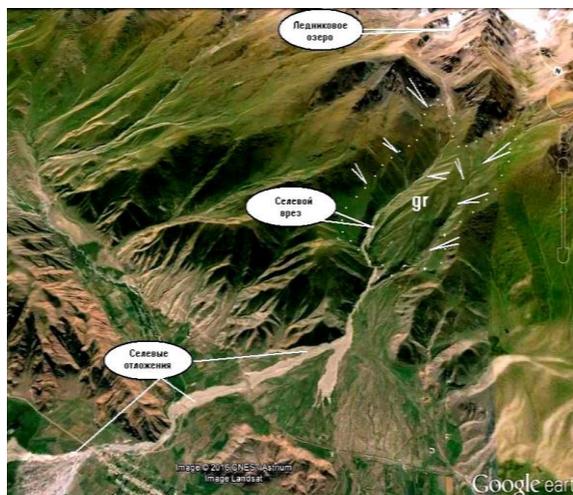


Рис. 8. Селеопасная долина р. Зындан (хр. Терской Ала-Тоо). Протяженность транзитной зоны грязе-каменного селя – более 15 км. Селевой очаг (селевой врез) – на субстрате псевдоморен в виде пространственно развитых оползней (gr). Источником воды селевого потока явилось прорвавшееся небольшое ледниковое озеро.

Мощность грязекаменных селей зависит и от мощности источников воды. Так, например, при источниках воды в виде дождей или ливней грязекаменные сели имеют значительно меньшие транзитные пути, нежели в случаях, когда прорываются высокогорные озера. На рис. 9, приведены отложения грязекаменного селя в долине р. Ала-Арча, источником воды которого был ливень в 2003 году. Этот сел зародился в верховьях небольшой (2-3 км по протяженности) долины р. Карагай-Булак – правого притока р. Ала-Арча, в селевом очаге на субстрате псевдоморен (рис. 10).



Рис. 9. Грязекаменные селевые отложения высокой плотности в долине р. Ала-Арча (2003 г.). Сель зародился в правом притоке р. Ала-Арча – в долине р. Карагай-Булак.

Иная картина наблюдается при селезарождении на субстратах обвальных отложений. По нашим данным, обвальные отложения отличаются очень низкой степенью заглинизированности.



Рис. 10. Селевой очаг (в виде селевого вреза) в верховье р. Карагай-Булак. Селевой врез образовался на субстрате псевдоморен в виде оползней (gr).

В связи с этим на них не зарождаются сели высокой плотности, и они носят преимущественно характер наносоводных. Это происходит при прорывах даже больших высокогорных озер. Ярким примером тому является прорыв озера Яшилькуль в 1966 году в долине р. Тегермач (бас.р. Исфайрам-Сай, хр. Кичик-Алайский). При прорыве этого очень большого озера (объем воды 2,6 мл.м³) сформировался только наносоводный сел в виде катастрофического паводка и с большим транзитным путем (около 80 км). На рис. 11 приведено это озера по состоянию после его прорыва.



Рис. 11. Долина р. Тегермач (бас. р. Исфайрам-Сай, хр. Кичик-Алайский). Чаша бывшего завального оз. Яшилькуль, прорвавшегося в 1966 г.

В связи с низкой степенью глинистости отложений обвальных масс (что характерно для обвалов) при прорыве этого озера зародился грязекаменный сел низкой плотности, трансформировавшийся в наносоводный сел в виде паводка. Ущерб народному хозяйству оказался незначительным.

Пространственное прогнозирование селевой опасности на основе особенностей селеформирующих отложений, предлагаемое нами, основано на следующем:

1. Районирование территорий горных районов по степени подверженности имеющихся там рыхло-обломочных четвертичных отложений грязекаменному селезарождению в зависимости от генетического типа отложений.

2. Генетическая типизация четвертичных отложений горных районов на основе установленных нами фациально-литологических особенностей основных типов этих отложений; при этом ставка будет делаться на имеющийся у нас опыт дистанционного установления генезиса основных морфолитологических субстратов высокогорных зон (по дешифрированию аэро- и космоснимков) с контрольными полевыми обследованиями.

3. Оценка подверженности картографируемых генетических типов четвертичных отложений селезарождению и трансформации в грязекаменные селевые потоки; на основе отработанных нами генетических признаков основных типов четвертичных отложений с учетом степени их заглинизированности.

4. Картографирование потенциальных источников воды, необходимой для зарождения селевых потоков (ледники, прорывоопасные высокогорные озера и внутриледниковые емкости воды) и имеющихся уже селевых очагов в виде селевых врезов.

5. На основе вышеизложенного построение карт пространственного прогнозирования селевой опасности горных районов.

В качестве примера оценки селевой опасности рассматривается озеро Коль-Тор (бассейн р. Кегети, р. Киргизский), объемом 2,3 млн м³ (рис. 12).



Рис. 12. Озеро Коль-Тор, образовавшееся за счет подпруживания р. Коль-Тор обвалом.

В связи с большим объемом воды и прогрессирующей эрозией на его плотине (эрозионный врез) это озеро рассматривается как объект чрезвычайно высокой степени селевой опасности для многочисленных нижерасположенных населенных пунктов.

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. Произойдет это по сценарию прорыва оз. Яшилкуль в бассейне р. Исфайрам-Сай. Селевая опасность этого озера меньше таковой, которая могла бы быть в случае, если бы его плотина была сложена рыхлообломочными отложениями псевдоморен деляпсивного (оползневого) генезиса.

Выводы

1. Показаны особенности образования на Тянь-Шане и Памире, морен, псевдоморен, а также формирования прорывоопасности гоных озер и механизма реализации селей на территории Кыргызстана и стран Центральной Азии.

2. В случае прорыва крупнейшего в мире завального (образовано вследствие обвала) Сарезского озера (объем воды более 17 км³) на Центральном Памире сформируется только наносоводный селевой поток в виде паводка. Современным аналогом прорыва такого рода озера является прорыв большого завального озера Маашей в горах Алтая в 2012 г.

4. При прорыве этого озера зародился лишь наносоводный сель в виде паводка, который не причинил серьезного ущерба ни природному ландшафту, ни нижерасположенным малочисленным населенным пунктам.

3. В случае прорыва Сарезского озера последствия могут быть очень серьезными и катастрофическими, в случае когда сель будет более мощным, и он пройдет по густонаселенным долинам рек.

Литература:

1. Хонин Р.В. О некоторых особенностях развития селевых процессов в очагах разных типов. М. Гидрометеиздат – Селевые потоки, 1984, сб.8, С. 17-29.
2. Шатравин В.И. Фациально-литологические особенности четвертичных отложений высокогорья Северного Тянь-Шаня. Автореферат дис. к.г.-м.н. Институт геологии НАН РК.– Бишкек, 1992. 21 с.
3. Шатравин В.И. Фациально-литологическая типизация основных генетических генераций четвертичных отложений высокогорных зон // Геология кайнозоя и сейсмоструктура Тянь-Шаня. - Бишкек, 1994 а,-С. 3-15.
4. Шатравин В.И. Основные закономерности гляциального и гравитационного типов литогенеза горных районов//Геология кайнозоя и сейсмоструктура Тянь-Шаня. – Бишкек, 1994 г. С. 15-26.
5. 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.

Рецензент: д.г.-м.н., профессор Усупаев Ш.Э.