

**ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ОПИСАТЕЛЬНЫЙ ДОКЛАД  
об исполнении Мероприятий 1,2 Детального плана работы  
по реализации проекта ОБСЕ «Совершенствование методики и практики  
проведения мониторинга, оценки риска бедствий с использованием  
инновационных информационно-коммуникационных технологий»**

Основной целью проекта является совершенствование методики и практики проведения мониторинга, оценки риска бедствий с использованием инновационных информационно-коммуникационных технологий.

Кроме того, основными задачами проекта являются следующие виды деятельности:

- Проведение мониторинга, оценки опасности стихийных бедствий высокогорных прорывных озер в бассейне реки Улькен Алматы с использованием инновационных информационно-коммуникационных технологий, включающее в себя:
  - *Создание совместной технической рабочей группы (далее – Рабочая группа) для организации и проведения полевых исследований;*
  - *Полевые визиты Рабочей группой и проведение полевых исследований по мониторингу, оценке рисков стихийных бедствий высокогорных прорывоопасных озер и бассейна реки Улькен Алматы с использованием инновационных информационных и коммуникационных технологий;*
  - *Обработка полученных данных, разработка отчетной интерактивной картографической продукции, фото-видео и других материалов, отражающих результаты мониторинга и оценки риска бедствий.*
- Разработка предложений по снижению риска возникновения ЧС от высокогорных прорывных озер и реки Улькен г.Алматы, а именно:
  - *Разработка сценариев возможных чрезвычайных ситуаций и ожидаемых последствий для населения, территории, социальных и других объектов;*
  - *Разработка предложений по снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций от высокогорных прорывоопасных озер и реки Улькен Алматы.*

Для успешной реализации планирования, организации и контроля за исполнением Центром по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий (далее - ЦЧССРБ) разработан и утвержден руководителем проекта Детальный план работы по реализации проекта ОБСЕ «Совершенствование методики и практики проведения мониторинга, оценки риска бедствий с использованием инновационных информационно-коммуникационных технологий» (далее – Детальный план).

В рамках реализации Мероприятий 1,2 Детального плана была создана Совместная техническая рабочая группа (далее – Рабочая группа) и в составе:

**от ЦЧССРБ:**

- Оспанов Б., главный эксперт по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий;
- Оспанов А., IT специалист;

**от АО «Институт географии и водной безопасности»:**

- Ранова С., заведующая лабораторией, к.г.н.;
- Попов Н., главный научный сотрудник, к.г.н.



*Снимок 1. Проведение исследований совместной технической рабочей группой*

Экспертами Рабочей группы при выборе методики и практики проведения мониторинга и оценки риска селевой опасности изучен и применен международный опыт области смягчения селевой опасности.

В международной практике идентификация потенциально опасных ледниковых озер и определение связанных с ними рисков, включая ранжирование критических озер, является первостепенной задачей. После того как выявлены критические озера, специалисты должны разработать и внедрить соответствующие меры для уменьшения рисков. Эти меры включают мониторинг, чтобы дать возможность своевременно выявить опасные изменения; системы раннего предупреждения, чтобы дать возможность населению и собственникам время для действий по спасению; смягчающие меры, чтобы изменить ситуацию и таким образом снизить риск.

На начальной стадии полевых исследований Рабочей группой активно использовались данные созданной в г. Алматы автоматизированной системы мониторинга селевой опасности, предназначенной для мониторинга и оценки прорывоопасности моренных озер, ведения контроля за гидрометеорологической ситуацией и предупреждения селевых потоков территории, прилегающих к городу Алматы.

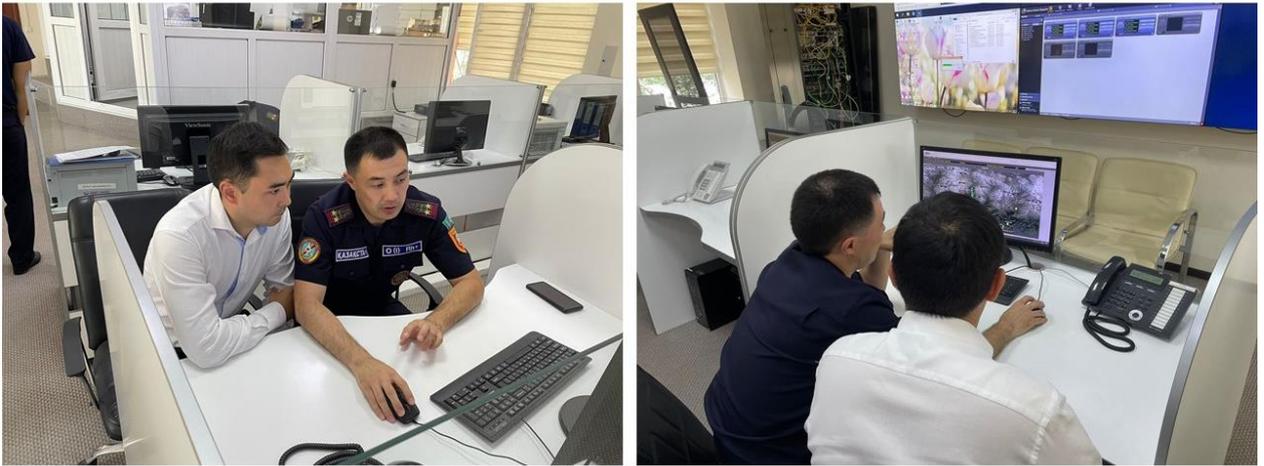


Рисунок 2 – Рабочее совещание в ситуационном центре ДЧС г. Алматы



Рисунок 3 – Интерфейс автоматизированной системы селевой опасности

Система осуществляет мониторинг наиболее прорывоопасных моренных озер по следующим основным параметрам:

- температура воздуха,
- интенсивность осадков,
- средняя температура воздуха за последние 10 суток,
- влажность грунта на глубине,
- температура грунта на глубине,
- направление и скорость ветра,
- датчик схода селея;
- уровень воды в озере;
- температура воды,
- высота нулевой изотермы

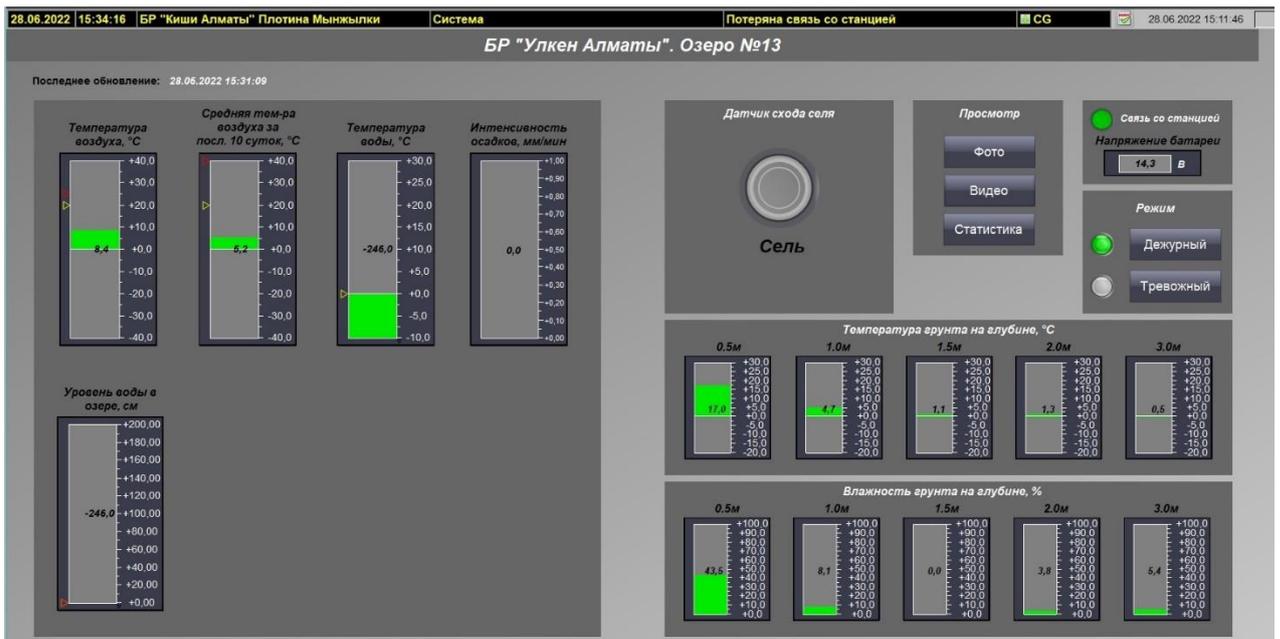


Рисунок 4 – Показатели автоматизированной системы селевой опасности



Рисунок 5 – Мониторинг моренного озера 13-бис

Вместе с тем, помимо использования автоматизированных систем мониторинга на основе гидрометеорологических и геоморфологических показателей, в мировой практике активно внедряются и применяются технологии космического мониторинга и беспилотной авиации для оценки как состояния

моренных озер, так и определения количественных и качественных показателей ожидаемых последствий для населения, территорий, социальных и других объектов, расположенных в зоне возможного поражения, в том числе возможного социально-экономического ущерба и убытков.

Данные космического мониторинга могут быть использованы в условиях, когда невозможны наземные методы исследования, например, при исследовании труднодоступных моренных озер. Изображения Земли из космоса позволяют наглядно представить земную поверхность, те процессы и явления, которые происходят в атмосфере, на суше и в океане.

При мониторинге состояния моренно-ледникового комплекса и оценки существующих рисков космический мониторинг позволяет решить следующие задачи:

- определение площади ледника;
- выявление вновь образованных моренных озер;
- выявление изменений площади водного зеркала моренных озер;
- определение сезонного снежного покрова и высоты сезонной снеговой границы моренного-ледникового комплекса;
- картографирование последствий ЧС, разрушенных зданий, сооружений и коммуникаций.

Применение беспилотных летательных аппаратов имеет свои преимущества и недостатки, и в сочетании с космическим мониторингом обеспечивает успешное проведение оценки существующих селевых рисков. Проведение аэрофотосъемки является весьма актуальным направлением развития методов сбора геопространственных данных. Данные космической съемки обладают максимальным покрытием, но актуальность существующих данных - не всегда на высоком уровне. Технологии аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования позволяют получать свежие данные высокой точности. Таким образом, применение БПЛА гарантирует получение точных данных на небольшие по площади территории, при этом становятся абсолютно незаменимы.

С учетом передового международного опыта, в период с мая по август 2022 года Рабочей группой проведен ряд полевых исследований с выездом в верховье р. Улкен Алматы с использованием вертолетной техники, автотранспортной техники повышенной проходимости, плавсредств и эхолота, а также БПЛА Центра и Института географии и водной безопасности.

Для сбора данных, исследования и выявления потенциально опасных участков исследуемого ущелья проведена серия аэровизуальных облетов, в том числе с высадкой на потенциально опасном озере 13-бис для запуска и проведения фотосъемки с БПЛА.

Первые полевые исследования Рабочей группой проведены **3 и 7 июня т.г.**, в период, когда прорывоопасные озера, расположенные в верховьях р. Кумбельсу на высотах выше 3000 м, находятся под снегом и период таяния (абляции) ледников еще не наступил. В этой связи, объектом полевого исследования стала территория долины р. У. Алматы от Кумбельского селевого вреза до плотины-селеуловителя, участок расположения которой детализирован 07.06. 2022 г. (Рис. 5).



Рисунок 6. Схема района полевого обследования 03, 07 июня 2022 г. (отмечены маркерные точки по маршруту).

Цель полевого исследования – рекогносцировочное наземное обследование селеопасной долины р. У. Алматы, оценка состояния русла реки, прирусловых склонов для обеспечения пропуска опасных селевых и паводковых расходов, выявление существующих промышленных, коммуникационных, социальных объектов, участков жилой застройки, обзор и фото и видеосъемка территории с беспилотного летательного аппарата (БПЛА).

В качестве БПЛА в ходе исследования для фото и видеосъемки использовался квадрокоптер DJI Matrice 210v2, представленный ЦЧССРБ. Для определения географических координат и высоты места над уровнем моря применялось устройство GPS. В соответствии с техническими характеристиками БПЛА, а также характером рельефа, перепадом высоты (около 1000 м) и отсутствием дорог вдоль русла р. Кумбельсу, съемка была выполнена с охватом Кумбельского селевого вреза. В дальнейшем для использования БПЛА в верховьях бассейна р. Кумбельсу будет привлечен вертолет, с целью заброски специалистов Рабочей группы с оборудованием на место продолжения полевых работ.

Некоторые фотоматериалы, как полученные с БПЛА на территории, как показанной на Рис. 1, так и в результате съемок с земли, помещены ниже по тексту.

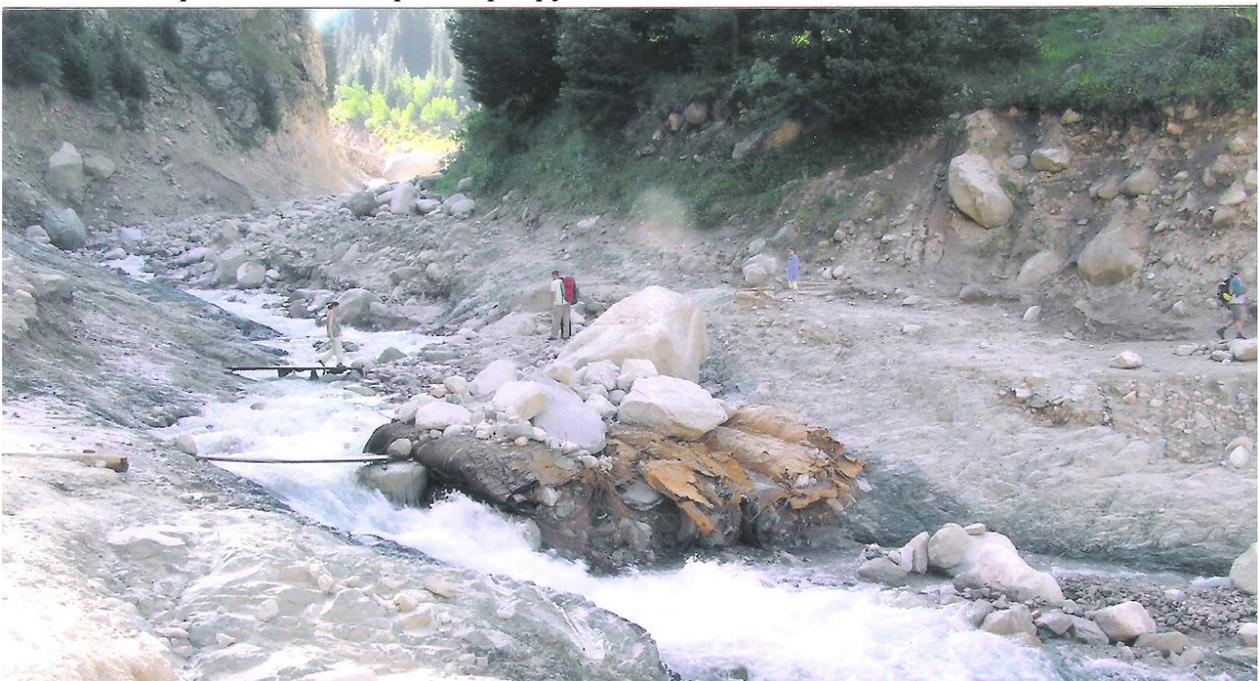
Полевое исследование 03.06.2022 г. началось после прибытия Рабочей группы на место выхода р. Кумбельсу в долину р. У. Алматы. В настоящее время поверхностный сток из Большого Алматинского озера перехватывается деривацией каскада Алматинских ГЭС и по напорному трубопроводу направляется для выработки гидроэлектроэнергии в машинный зал ГЭС-1. В силу этого водность р. У. Алматы ниже ГЭС-1 определяется гидрологическим режимом р. Кумбельсу.

На указанном участке располагается гидрологический пост Казгидромета, включающий свайный пост для измерения уровня воды в реке и гидрометрический мост для измерения расходов воды (Снимок 7).



*Снимок 7. Гидрологический пост Казгидромета «Кумбель-устье».*

Здесь же, в 50 м ниже гидропоста, расположен автодорожный мост через р. Кумбельсу по которому проходит автодорога на Большое Алматинское озеро и Космостанцию. Этот мост представляет собой важный элемент в транспортном обеспечении сотрудников научных и производственных организаций, пограничников и туристов. Мост находится в зоне возможного поражения селевыми потоками и ранее неоднократно разрушался селевыми потоками.



*Снимок 8. Разрушенный селевым потоком мост через р. Кумбельсу в 2006 году*



*Снимок 9. Автомоторный мост через р. Кумбельсу*

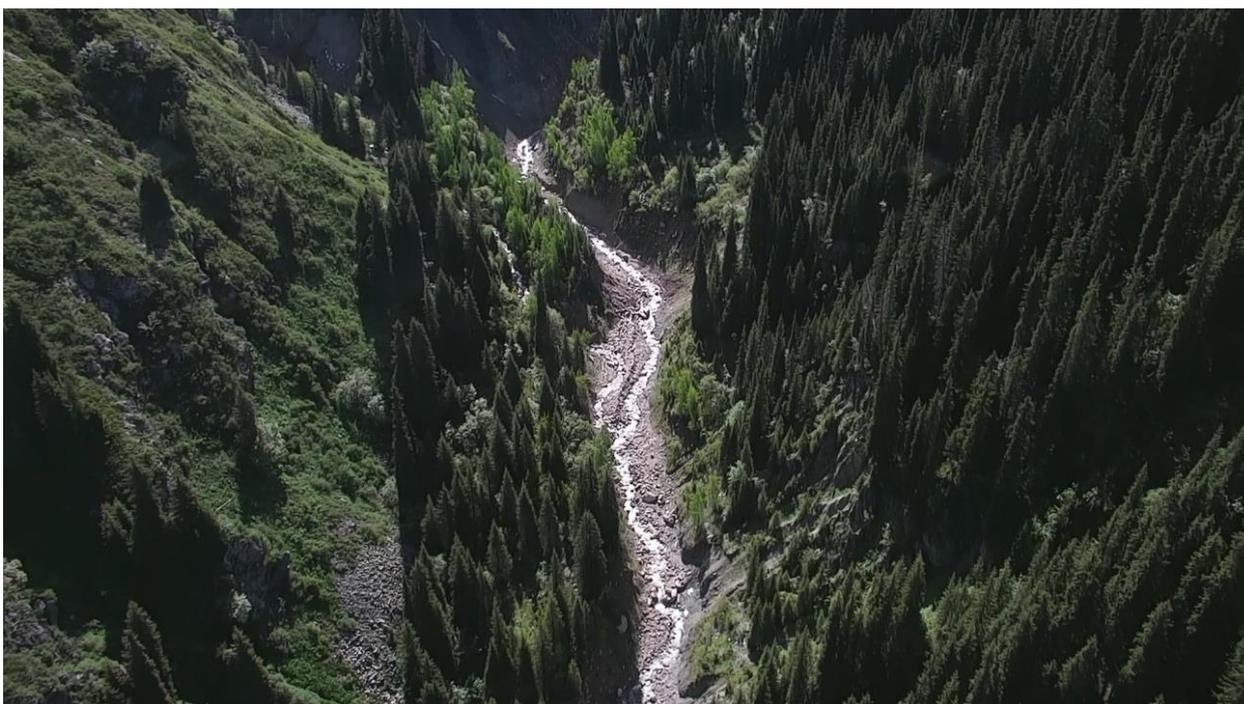


*Снимок 10. Автомоторный мост через р. Кумбельсу (вид с гидростата)*

С этой маркерной точки была проведена съемка с БПЛА участка Кумбельского селевого вреза, ограниченного техническими характеристиками квадрокоптера. Свежих селепроявлений и крупных обрушений бортов вреза не обнаружено.



*Снимок 11. Участок селевого вреза на слиянии р. Кумбельсу с правым притоком – р. Мынжилки.*



*Снимок 12. Селевое русло в нижней части Кумбельского селевого вреза.*

Ниже гидропоста Кумбель-устье и автодорожного моста долина реки приобретает характер выраженного селевого русла с обрывистыми берегами.



*Снимок 13. Долина р. Кумбельсу ниже автодорожного моста.*

Проведенная съемка с БПЛА выявляет ряд защитных, производственных и социальных объектов, расположенных на участке выхода р. Кумбельсу в долину р. У. Алматы, среди которых: селезащитное сооружение, деривационный трубопровод и комплекс зданий ГЭС-1, мост и социальные объекты (Снимки 14 -16).



*Снимок 14. Селеотбойная стенка на левом борту селевого русла р. Кумбельсу.*



*Снимок 15. Общий вид участка долины р. У. Алматы по центру снимка – деривационный трубопровод ГЭС-1 с Большого Аматынского озера.*



*Снимок 16. Производственные здания ГЭС-1 и автодорожный мост.*

На исследуемом участке долины реки, помимо объекта комплекса Алматинских ГЭС, располагаются автодороги, мост, а также социальные здания, территория жилой застройки (коттеджи) (снимки 18,19,20).



*Снимок 17. Комплекс социальных и жилых зданий в долине р. У. Алматы.*

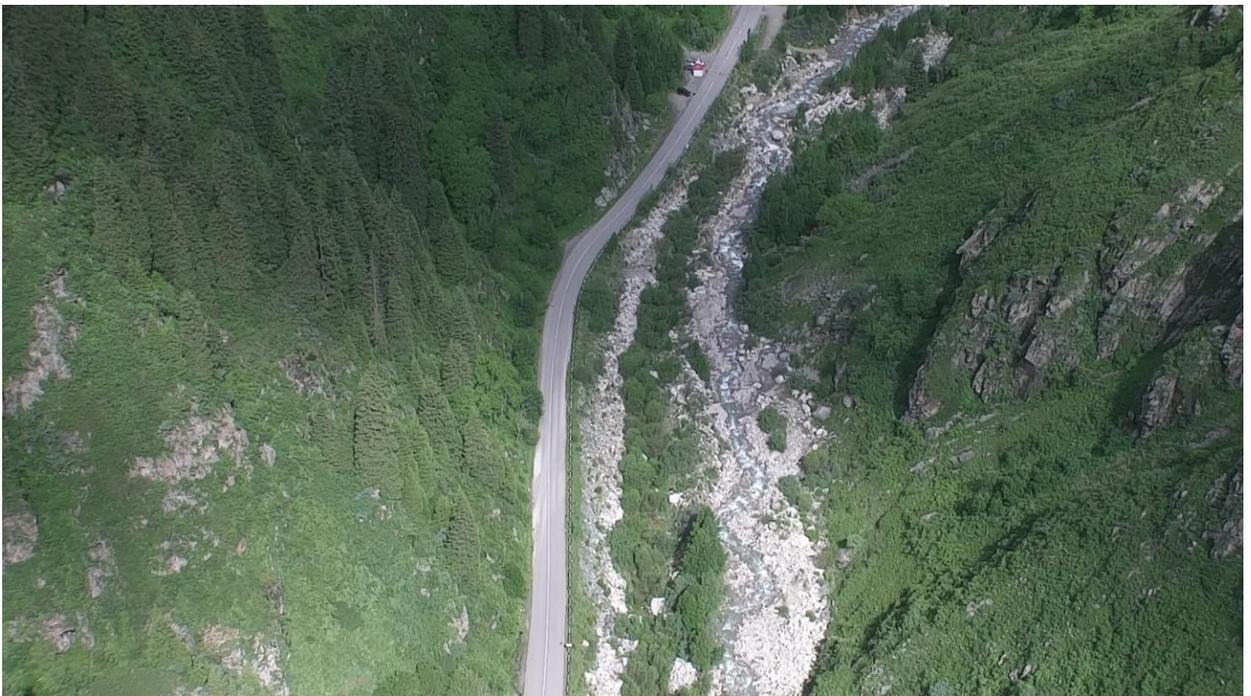


*Снимок 18. Коттеджи на левом склоне долины У. Алматы.*



Снимок 19. Коттеджи и сопутствующие здания на левом склоне долины р. У. Алматы (частная территория).

Ниже исследованной территории река протекает по прямолинейному участку долины, причем автодорога проходит вблизи левого склона по поверхности старых селевых отложений, прирусловая часть с характерными меандрами занимает выположенную поверхность, что указывает на снижение уклона на участке (снимок 20).



Снимок 20. Участок долины р. У. Алматы ниже ГЭС-1.

Ниже, в 5 км от ГЭС-1 в устье р. Аюсай на мощном селевом конусе выноса, располагаются объекты туристского комплекса с автостоянкой, подсобными помещениями и оборудованной тропой для прохода по территории (снимок 20).



*Рисунок 21. Туристский объект на территории селевого конуса выноса р. Аюсай.*

В 3,5 км ниже слияния рек У. Алматы и Аюсай, вблизи ГЭС-2, располагается ряд производственных, социальных, коммуникационных объектов и жилого застройки, попадающие в зону возможного поражения селевыми потоками (снимки 21 – 27).



*Рисунок 22. Освоенная территория долины р. У. Алматы (здания ГЭС-2, поселок, социальные объекты).*



*Рисунок 23. Напорный трубопровод от ГЭС-1, автодорога и поселок Кокшоки.*



*Рисунок 24. Поселок Кокшоки.*



*Снимок 25. Машинный зал ГЭС-2.*



*Рисунок 26. Сопутствующие здания и социальный объект на участке ниже ГЭС-2.*



*Снимок 27. Мост у дорожной развязки на санаторий Алма-Арасан.*



*Снимок 28. Запуск БПЛА на участке поселок Кокшоки.*

Ниже поселка Кокшоки вплоть до плотины-селеуловителя на р. У. Алматы долина реки хорошо освоена, здесь располагаются объекты рекреации, коммуникации, жилая застройка (снимки 29 – 31).



*Снимок 29. Крупный социальный объект, комплекс семейного отдыха «Тау-Достархан»*



*Снимок 30. Пешеходный мост в районе «Тау-Достархан»*



*Снимок 31. Плотина-селеуловитель на р. У. Алматы и застроенная многими объектами территория, попадающая под воздействие возможных селей*



*Снимок 32. 3D модель плотины-селеуловителя на р. У. Алматы и застроенная многими объектами территория, попадающая под воздействие возможных селей*

**В июле т.г.** Рабочей группой осуществлен полевой выезд в верховье р. Улкен Алматы с целью мониторинга каменных глетчеров «Моренный» и «Городецкого» с использованием БПЛА Центра.



Снимок 33. Съемка с БПЛА глетчера «Моренный» в ручном режиме

Языки каменных глетчеров в среднем движутся со скоростью 2 км в год и угрожают перекрытием русла реки Улкен Алматы. Также, составляющая каменных глетчеров может явиться рыхлообломочным материалом селя и увеличить его мощность в разы.



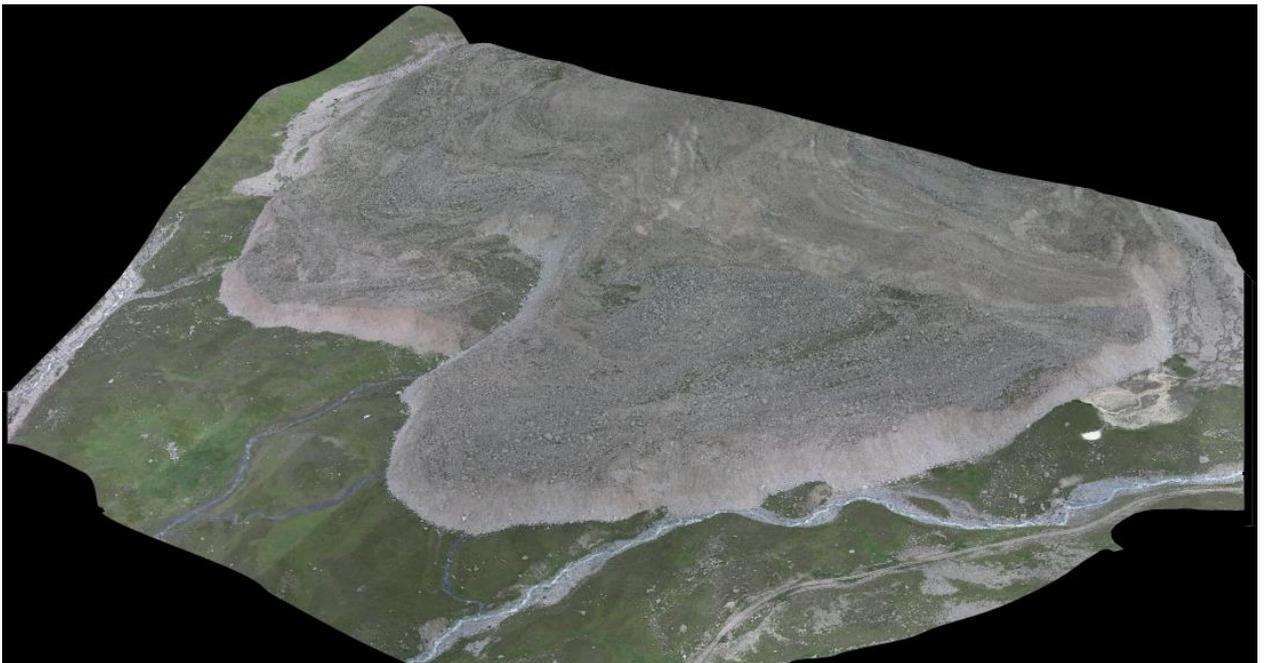
Снимок 34. Съемка с БПЛА глетчера «Моренный» в автоматическом режиме

Для доставки Рабочей группы и БПЛА в труднодоступные места была привлечена техника высокой проходимости.



*Снимок 35. Съемка с БПЛА глетчера «Городецкого»»*

Так, беспилотный аппарат вновь в автоматическом режиме, установив связь с 11 спутниками, успешно выполнил необходимую съемку.



*Снимок 36. Трехмерная модель глетчера «Городецкого»»*

Всего в июне и июле месяце т.г. осуществлено **5** полевых выездов для исследования территории долины р. Улкен Алматы от Кумбельского селевого вреза до плотины-селеуловителя **общей длиной 12-14 км**, одно из которых на автомобиле повышенной проходимости с целью мониторинга каменных глетчеров «Моренный» и «Городецкого». Всего осуществлено **35** вылетов БПЛА общей продолжительностью **17,5** летных часов.

**1 августа т.г.**, после того, как наиболее прорывоопасные моренные озера вскрылись ото льда, Рабочей группой, при поддержке ДЧС г. Алматы и ГУ

«Казселезащита» осуществлено аэровизуальное обследование моренного озера №13 бис, находящегося на высоте свыше 3500 метров над уровнем моря.



Снимок 37. Рабочая группа совместно с руководством ГУ «Казселезащита»

В рамках обследования, выполнена батиметрическая съемка озера, обследовано состояние дамбы и ледника, также выполнен ортофотоплан и 3D модель рельефа местности.



Снимок 38. Моренное озеро 13-бис и ледник Советов с высоты 370 метров



Снимок 39. Съемка с БПЛА моренного озера 13-бис и его окрестностей в автоматическом режиме

При этом высокую результативность показало применение беспилотного аппарата в условиях **разряженного воздуха и полного отсутствия интернета** на высоте более 4 тысяч метров.



Снимок 40. Съемка с БПЛА с целью оценки состояния озерной перемычки

Высокотехнологичный дрон установил в автоматическом режиме связь с 12 спутниками и таким образом выполнил все поставленные задачи.

**15 августа т.г.** Рабочей группой, проведены батиметрические обследования высокогорных прорывоопасных озер, расположенных в верховьях города Алматы с целью формирования подводного рельефа и вычисления объема воды данных озер с применением эхолота.



*Снимок 41. Заброска Рабочей группы на моренное озеро №13-бис*



*Снимок 42. Заброска Рабочей группы на моренное озеро №13-бис вертолетом МЧС РК*



Снимок 43. Подготовка БПЛА к съемке озера 13-бис в автоматическом режиме

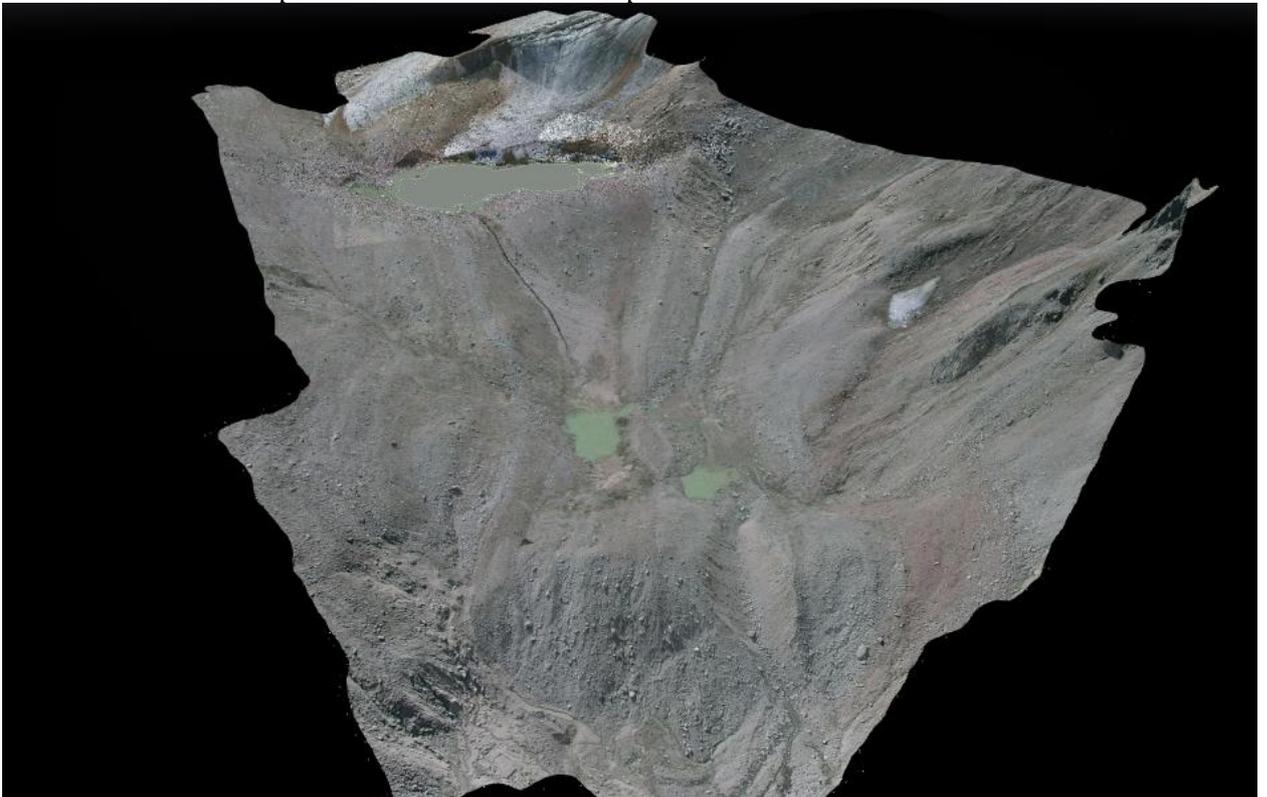
Кроме того, специалистами выполнен ортофотоплан и 3D модель рельефа озер с применением беспилотного аппарата.



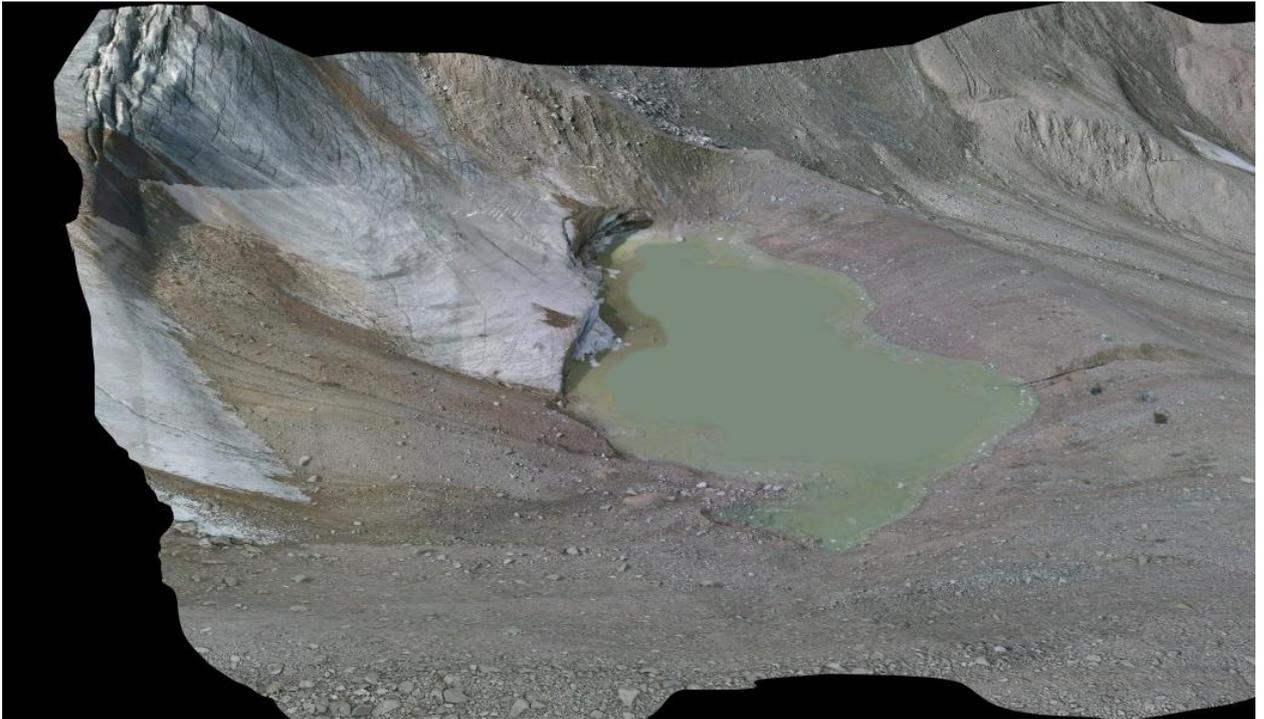
Снимок 44. Подготовка плавсредства, эхолота и GPS треккера к батиметрическим исследованиям



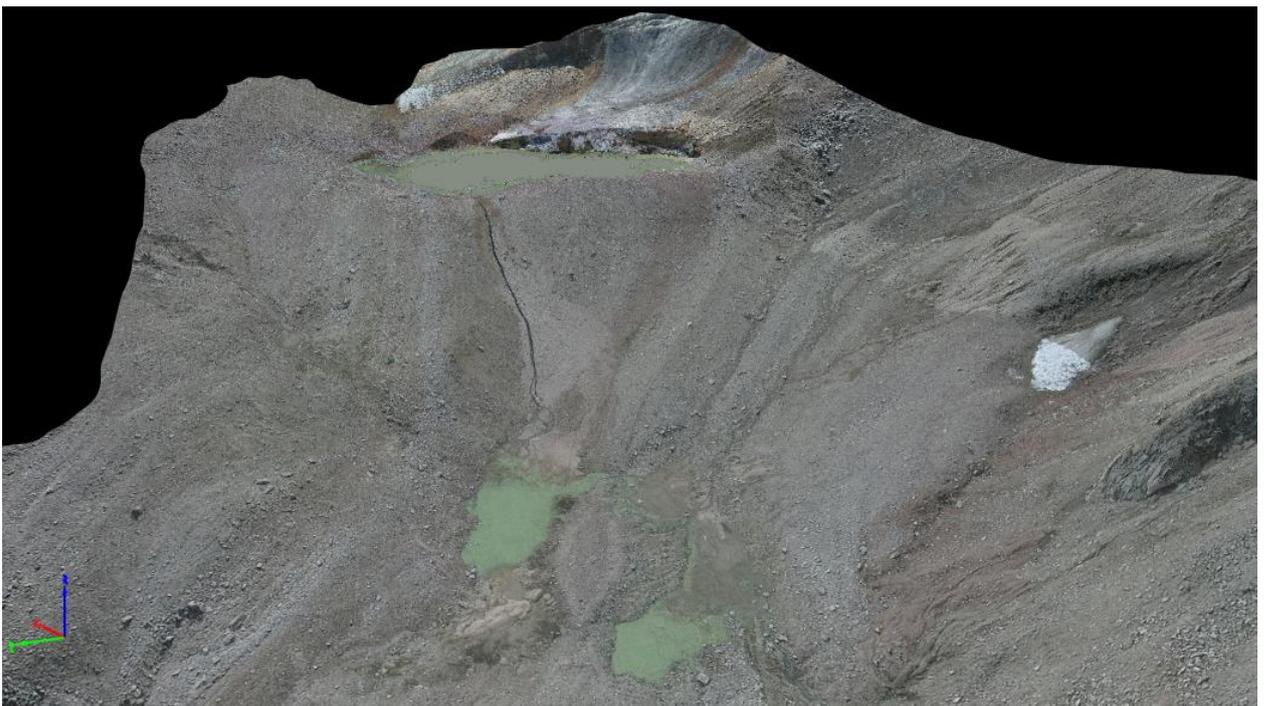
*Снимок 45. Батиметрическое обследование озера 13-бис*



*Снимок 46. Трехмерная модель озера 13-бис*



Снимок 47. Трехмерная модель озера 13-бис



Снимок 48. Трехмерная модель озера 13-бис и моренной перемычки

Эксперты Рабочей группы высоко оценили принимаемые превентивные меры ГУ «Казселезащита» по недопущению прорыва моренных озер. Так, на моренных озерах проведены работы по расчистке углублений специальных эвакуационных каналов, по которым производится спуск воды, установлены сифонные нити, имеются специальные насосы повышенной производительности.



*Снимок 49. Установка нитей сифонов для сброса воды с озёр*



*Снимок 50. Расчистка сбросного канала вручную*



Снимок 51. Сифонные нити и насос повышенной производительности на озере 13-бис

Таким образом, в ходе полевых исследований высокогорных прорывоопасных моренных озер в верховье р. Улкен Алматы получено достаточно данных батиметрических обследований и съемок БПЛА, которые позволяют построить полную трехмерную модель озер с возможностью вычисления фактического объема озер, а также определения их критически опасного максимального объема с целью оценки селевого риска.

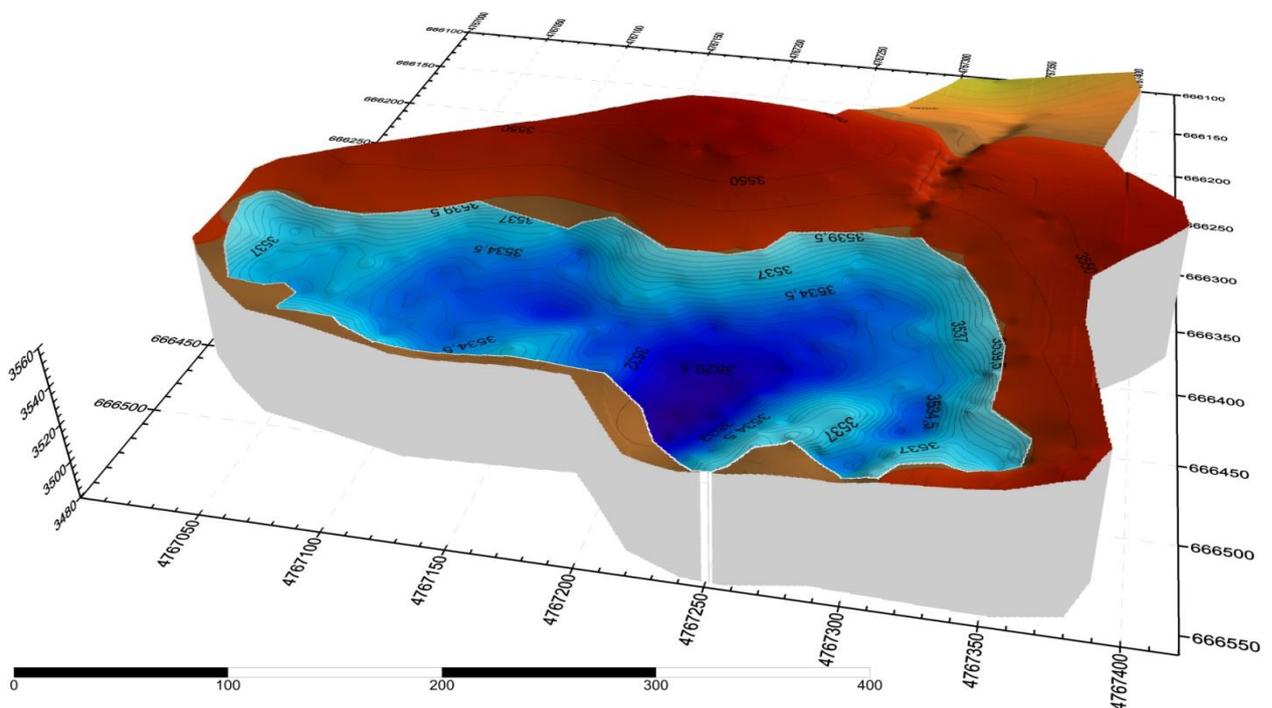


Рисунок 52 – 3D модель озера № 13 бис и озерной котловины и озерной перемычки на озере № 13 бис

Кроме того, проведенное наземное обследование селеопасной долины р. У. Алматы позволило произвести оценку состояния русла реки, прирусловых склонов для обеспечения пропуска опасных селевых и паводковых расходов, выявить

существующие промышленные, коммуникационные, социальные объекты, участки жилой застройки, расположенные в селеопасной зоне с использованием БПЛА Центра, фото-видео и компьютерной техники, программных продуктов по картированию и других инструментов.

В целом, уникальность проведения указанных полевых исследований высокогорных моренных озер в бассейне реки Улкен Алматы заключается в том, что впервые в Казахстане в условиях разряженного воздуха на высоте более 3,5 тысяч метров и при полном отсутствии интернета осуществлена аэросъемка с использованием беспилотного аппарата, обследовано состояние дамбы и ледника, также выполнен ортофотоплан и 3D модель рельефа местности.

Таким образом, в рамках выполнения мероприятия 1 Проекта осуществлено 5 полевых выездов для исследования территории долины р. Улкен Алматы от Кумбельского селевого вреза до плотины-селеуловителя общей длиной 12-14 км, одно из которых на автомобиле повышенной проходимости с целью мониторинга каменных глетчеров «Моренный» и «Городецкого», а также 3 вылета на вертолете (два из которых с высадкой на озере № 13-бис) для исследования высокогорных моренных озер в верховье р. Улкен Алматы. Всего общая длина обследованных территорий от прорывоопасных моренных озер до плотины-селеуловителя составила более 21 км.

Всего, за время полевых исследований была использована вертолетная техника общей продолжительностью более 7 летных часов, осуществлено 48 вылетов беспилотного аппарата продолжительностью более 19 летных часов. Кроме того, в ходе батиметрического обследования применены плавсредства и эхолот, продолжительность батиметрической съемки составила более 4 часов.

Вместе с тем, в ходе полевых исследований выявлено, что беспилотный аппарат Центра имеет ограниченные возможности его применения в связи с устарелыми техническими характеристиками, а именно максимальная дальность передачи сигнала в горных условиях не превышает 4-5 км, что делает его применение для обследования моренных озер без задействования вертолетной авиации не возможным.

Однако, в связи со стремительным технологическим развитием беспилотной авиации, в настоящее время существуют дроны, имеющие усовершенствованную систему передачи данных, способные удаляться от своего контроллера на расстояние до 15 км и успешно передавать сигнал. Такие аппараты позволяют выполнять необходимые задачи по мониторингу и съемке моренных озер без привлечения вертолетной техники, что в свою очередь, гораздо удешевляет процесс выполнения мероприятий по оценке селевых рисков.

#### **ПРИЛОЖЕНИЯ:**

***Приложение 1. Сценарии (модели) возможных чрезвычайных ситуаций в долине р. Улкен Алматы, а также других ожидаемых последствий на базе современных методик.***

***Приложение 2. Анализ существующих международных методик и лучших практик проведения мониторинга селевой опасности и прорыва высокогорных озер.***