

В.П. Санькова, К.С. Сакиев
с.н.с. института геологии НАН КР, директор, д. г-м.н., проф, НАН КР
V.P.Sanykova, K.S.Sakiev
Senior researcher Institute of geology NAS KR, director, d.g-m.s., prof, NAS KR

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ИНСТИТУТЕ ГЕОЛОГИИ НАН КР

Рассматриваются основные этапы как общей изученности оползней по территории Кыргызстана, так и выполненные Институтом геологии, в том числе инновационные исследования.

Ключевые слова: оползни, геология, природные катастрофы, глобальное потепление, усиление сейсмичности.

STUDYING LANDSLIDES EXPERIENCE AT THE INSTITUTE OF GEOLOGY NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES of the KR

The basic stages of a general scrutiny of landslides on the territory of Kyrgyzstan, and performed by the Institute of Geology, including innovative research.

Key words: landslides, geology, natural disasters, global warming, increased seismicity.

За последние десятилетия количество природных и техногенных катастроф показывает стремительный рост во всем мире, представляя серьезную угрозу цивилизации. Глобальными факторами природных катастроф являются: деградация среды обитания и природной среды в целом; глобальное потепление; усиление сейсмичности; рост промышленного производства и добычи полезных ископаемых; рост населения (ежегодный прирост в н.в. – более 80 млн.чел./год); синергетический характер многих бедствий (Фокусима-1, землетрясение 2008г в Китае; Непальское землетрясение и др.).

По данным из доклада академика РАН В.И.Осипова (2010), в начале XX века в мире регистрировалось в среднем 10 крупных природно-техногенных катастроф/год, в середине – 65, а в конце – 200 катастроф/год. В XX веке от природных бедствий погибло более 8 млн. человек, а материальные потери составили сотни миллиардов долларов.

В Сендайской Рамочной Программе по снижению риска бедствий [13], принятой на Третьей Всемирной конференции ООН в марте 2015г, отмечается: «за последний десятилетний период 2005-2014 в результате природных и техногенных бедствий погибло свыше 700 000 человек, свыше 1,4 млн. человек получили ранения и примерно 23 млн. человек потеряли свое жилье. В целом бедствия, так или иначе, затронули свыше 1,5 млрд. человек. Общие экономические потери превысили 1,3 трлн. долл. США. Кроме того, в период между 2008 и 2012 годами, в результате бедствий, 144 млн. человек были вынужденно перемещены». В этом же документе подчеркивается, что во всех странах уровень подверженности населения и физических активов природным и техногенным катастрофам повышался быстрее, чем снижалась уязвимость, что порождает новые риски и устойчивое увеличение ущерба.

Очевидно, что в этих условиях значительно возрастает необходимость научных подходов в развитии и совершенствовании технологий выявления, прогнозирования и предотвращения или смягчения катастрофических последствий природных и техногенных бедствий.

Инновационные исследования в области наук о Земле в Кыргызстане направлены на повышение минерально-ресурсного и энергетического потенциала страны, на реабилитацию и нормализацию экологической ситуации (экологическую безопасность).

Большое место в научных исследованиях Института геологии занимают исследования геоэкологической направленности, выполняемые как в рамках региональных проектов по оценке состояния и охране окружающей среды, так и в разработке конкретных проблем. К последним относится изучение экзогенных геологических процессов (ЭГП), среди которых одними из наиболее опасных являются оползни.

На территории Кыргызстана оползни по катастрофическому воздействию и нанесению социально-экономического ущерба занимают ведущее место. Только за период 1988 – 2010 гг количество погибших от оползней составляет 238 человек. Катастрофой, произошла и в этом году в селении Кыржол Сузакского района, где 24 мая 2015 г в 2 часа ночи оползень накрыл 5 жилых домов. Погибли 6 человек, из которых 3 детей, 12 человек получили травмы и были доставлены в больницу. Оползень Алмалык, создал угрозу 16 домам, из 10 люди уже отселены и др. Средний экономический ущерб от оползневой деятельности в Кыргызстане по данным Всемирного банка оценивается в 2,6 млн. долларов в год.

К настоящему времени в базе данных МЧС КР насчитывается более 5000 оползней, количество оползней, зарегистрированных по Южным районам Республики, превышает 3500, при этом, если в 1993 г опасные ситуации с угрозой схода оползней фиксировались по 107 сёлам, то сейчас их количество - порядка 600 [3,6].

Кыргызская Республика занимает основную часть Тянь-Шаня - внутриконтинентального коллизионного орогена, одного из самых геодинамически активных регионов планеты. Таласо-Ферганский разлом рассекает территорию кыргызского Тянь-Шаня на 2 части, которые различаются по истории геологического развития в мел-палеогеновое время. Территория юго-западнее Таласо-Ферганского разлома (в обиходе мы называем Южные регионы) в это время подвергалась периодическим воздействиям остаточных морей океана Тетис и здесь формировались морские и лагунные отложения верхнего мела, палеоцена и эоцена с пестрым литолого-фациальным составом из переслаивающихся глин, алевролитов, известняков и песчаников с большим содержанием солей и гипса. Северо-восточнее разлома (Северные регионы) в это время условия осадконакопления практически отсутствовали. С олигоцен-миоценового времени на всей территории Тянь-Шаня формируются континентальные отложения, которые также характеризуются значительной засоленостью и загипсованностью. Южные районы Кыргызстана являются наиболее уязвимыми для возникновения и развития оползней, что обусловлено геологическими, а также климатическими и социально-экономическими условиями.

Образование и активность оползневых процессов являются результатом воздействия огромного числа факторов. Это - состав и характер залегания оползнеобразующих пород, их трещиноватость, современные тектонические движения, сейсмичность, степень и характер увлажнения склонов, оказывающих влияние на физико-механические свойства пород, суточные и сезонные температурные градиенты, мерзлотные характеристики и т.д. Оценка факторов оползнеобразования является сложной задачей и требует длительных специальных исследований.

В настоящее время считается, что оползни Кыргызстана находятся в тесной взаимосвязи с атмосферными осадками, активизируясь в годы с наибольшим их количеством, сейсмичностью, а также являются следствием интенсивного антропогенного воздействия на склоны.

Массовое проявление оползней с увеличением их количества в 2,5 – 4,5 раза для Южных районов [3] происходит в годы, когда выпадает 1,5 - 2 нормы атмосферных осадков. Это годы: 1953-54; 1962-63; 1968-69; 1976; 1978-79; 1981; 1983, 1985; 1987-88; 1998; 2002-04, 2005, 2010. Установлены и другие зависимости [3,6], связанные с внутригодовым ходом атмосферных осадков – количество осадков выпадающих за холодный период с октября до марта и др.

Работами Э.М.Мамырова и др. [5], на основе анализа квазипериодичности, установлены прямые связи между количеством оползней, атмосферных осадков и сейсмическими процессами (логарифмом суммарной сейсмической энергии). В рядах числа оползней и количества атмосферных осадков выделяется 4, 6-7, 9-10, 13-14 и 20-25-летние гармоника. Сейсмические процессы оказывают влияние на рост количества оползней с запаздыванием на 1 – 2 года.

Планомерное изучение оползней в Кыргызстане началось с середины 1950-х годов. Были созданы специализированные отряды при Управлении геологии (Ибатулин Х.В., Бугров В., Гостев В. и др.), в задачу которых входило инженерно-геологическое картирование, мониторинг и прогноз развития оползней, разработка мероприятий по предупреждению катастроф. Исследования выполнялись по Южным регионам, а затем также и по Северным – с картированием оползней, обвалов, осыпей в горном обрамлении Чуйской, Иссык-Кульской и др. впадин. Работа была успешной, но с 1993 г эти службы были упразднены из-за финансовых и бюрократических проблем.

В настоящее время в изучении оползней в Кыргызстане можно выделить несколько направлений.

- Создание базы данных, мониторинг, оценка уязвимости, степени опасности и риска, меры по предупреждению катастроф – Департамент мониторинга МЧС КР;

- Изучение оползней и других опасных природных процессов в районах горнорудных предприятий и участках захоронения урановых и др. токсичных отходов. Используются методы картирования, мониторинга, геофизические методы и др. – научно-исследовательский центр Геоприбор при институте геомеханики НАН КР;

- Расчетные методы устойчивости оползневых склонов и карьеров, изучение физико-механических свойств грунтов на оползневых участках – Институт геомеханики НАН КР;

- В Институте сейсмологии проводится картирование сейсмогенных оползней и др. палеосейсмодислокаций.

- В последние годы ЦАИИЗ проводит исследования по связи оползнеобразования и сейсмичности, по созданию базы данных на основе материалов дистанционного зондирования (МДЗ).

- Картирование оползней, изучение геологического строения, геоморфологических, гидрогеологических и структурно-тектонических условий для разработки мер по смягчению и оценки оползневой опасности и риска – Госагенство по геологии, Институт геологии НАН КР

К изучению оползней в Кыргызстане привлечены опытные специалисты и за последние 20 лет достигнуты определенные результаты. Но, в целом, исследования носят неравномерный характер, что определяется недостаточным финансированием. Бюджетные вложения в научные и производственные организации недостаточны для проведения экспедиционных полевых работ, для приобретения оргтехники и программных обеспечений, для усиления кадров и привлечения молодых специалистов (исключения – ЦАИИЗ, МЧС). В Институте геологии с 1950-х годов изучением оползней, как и других ЭГП (сели, осыпи и обвалы, карст, просадочность лёссовых грунтов, пучение, мерзлота, заболачивание), занимался отдел гидрогеологии и инженерной геологии. В 1951 г опубликована статья П.Г.Григоренко о Чаувайском оползне. Проводились исследования в бассейнах рек Майлису, Караунгур и др. [2]. Картирование

и изучение оползней проводилось при выполнении инженерно-геологических исследований для гидротехнических и гидроэнергетических сооружений (бассейн р.Нарын, предгорья Ферганы и др.). Отмечалась приуроченность оползней к делювиальным суглинисто-глинистым отложениям, к области развития мезокайнозойских песчано-глинистых и мергелисто-глинистых грунтов предгорной и горной зон, связь оползнеобразования с деятельностью подземных вод и атмосферных осадков.

При этом постоянно подчеркивалась необходимость создания стационарных исследований на оползневых участках, что и было осуществлено при организации оползневого инженерно-геологического отряда при Ошской экспедиции. Следует отметить, что многими исследователями тех лет, обвальное-оползневые и оползневые отложения, особенно в горной зоне, в ряде случаев, ошибочно отождествлялись с моренными «древнечетвертичными» (Бешколь, Арсланбоб, Саманкель и др.). Но даже в настоящее время, в горных условиях дезинтегрированные, значительно размывшие массы обвальное-оползневых отложений со значительно удаленными стенками отрыва, с характерным «бугристо-западинным» рельефом можно уверенно идентифицировать только при использовании МДЗ – т.е. дешифрирования аэро- и космоснимков и др. дополнительных методов.

В 1970-1980-х годах по заданию Минсельхоза выполняются хоздоговорные работы по картированию ЭГП (оползни, осыпи, обвалы) в целях оценки, мелиорации и обводнения пастбищ, а также для разработки Генеральной схемы инженерной защиты территории Киргизской ССР от опасных процессов и явлений по Ошской, Таласской, а затем Иссык-Кульской областям [13]. При этом, результаты картирования сводились на картах 1:200 000 масштаба, но выделяемые на них ЭГП показывались немасштабными знаками. Только в начале 1990-х гг, благодаря использованию космоснимков, составляются карты (М 1:100 000) с естественным оконтуриванием выделяемых объектов [4,9,10,12], что дает возможность производить некоторые расчеты. В связи с резкой активизацией оползней, сопровождавшейся трагическими событиями в 1988, а затем в 1994 гг, по инициативе академика И.Т.Айтматова создается рабочая программа по проведению мультидисциплинарных исследований стихийных разрушительных явлений с привлечением научных коллективов из разных институтов. В Институте геологии под руководством д.г-м н. И.Садыбакасова разрабатывалась тема по выявлению закономерностей пространственного распределения опасных стихийных явлений в зависимости от неотектонических условий.

На основе составленной им неотектонической карты [7] была составлена карта развития оползней и обвалов по всей территории Кыргызстана (Садыбакасов, Санькова, Утиров), отражающая их связь с основными неотектоническими элементами и структурами. Впервые были составлены и геонимические карты (Садыбакасов, Усуппаев).

Выполнялись международные проекты – кыргызско-швейцарский проект «Оползни Бешбадама» [1] с целью крупномасштабного картирования и выявления основных факторов оползнеобразования, разработки конкретных рекомендаций по восстановлению и улучшению экологического состояния оползневых районов Кыргызстана.

В 2006г согласно Договору между Департаментом мониторинга, МЧС КР, и Институтом геологии, совместно с инженерно-геологическим отрядом Госагенства по геологии выполнен проект «Инженерно-геологическое обследование оползневых участков с созданием электронной базы данных и разработке мероприятий по смягчению риска на примере Чуйской впадины». Бюджетные исследования проводились по региональной оценке проявления ЭГП и их влияния на устойчивое развитие Северных регионов. В последние годы бюджетные исследования проводятся в рамках проектов по изучению негативных инженерно-геологических и геоэкологических процессов на территории Иссык-Кульской, Нарынской, Чуйской и Таласской областей. На основе использования МДЗ и частично полевыми работами выполняется крупномасштабное картирование

оползней с составлением электронных каталогов, с выявлением основных факторов развития.

Это позволило для высокогорной части Иссык-Кульской области создать базу данных по развитию осыпей, обвалов и оползней, выполнить их систематизацию и количественную оценку.

По Нарынской области рассмотрены особенности новейшей структуры и геологического строения Алабуга-Нарынской, Каракуджурской, Минкуш-Кокомеренской, Сонкельской и Джумгальской впадин с позиции их влияния на вероятность и условия проявления и развития оползней и обвалов, имеющие свою специфику в каждой конкретной впадине. Установлено, что литологический состав палеоген-неогеновых отложений, их фациальная изменчивость, насыщенность солями и гипсом, под воздействием дополнительных факторов, обуславливают развитие огромных, не затухающих во времени оползней (Арал, Кызылбель, Базартурук и др). Полученные данные показывают, что оползни и обвалы в Северных регионах, развиты достаточно широко и по отдельным участкам степень пораженности территории оползнями сравнима с наиболее опасными в этом отношении Южными регионами Кыргызстана. Они характеризуются своей специфичностью в проявлении и развитии и, лишь благодаря слабой населенности данной территории, не наносят колоссальных ущербов, как на юге Кыргызстана.

В рамках инвестиционных исследований Институтом геологии в 2007-2009 гг выполнено крупномасштабное картирование оползней в средней части долины р.Караункур с захватом ее водораздела с р.Кугарт [8,12]. В административном отношении эта территория является частью Базаркурганского и Сузакского районов Джалал-Абадской области крайне подвержена развитию оползней. Необходимость такой работы мы обосновывали тем, что выявление основных факторов образования оползней позволяет выполнять более точные прогнозы их проявления и развития, выбрать наиболее оптимальные подходы для снижения степени их опасности, оценки и управления оползневый риском. Поэтому, в первую очередь, **необходима систематизация оползневых процессов, прослеживание их проявления и развития в пространственных и временных срезах.**

Уже при первых полевых маршрутах мы обнаружили множество старых оползневых цирков и оползневых масс, часто со следами неоднократной активизации. Анализ доступных аэро- и космоснимков показал, что за относительно короткое время - 10-20 лет происходят значительные пространственные изменения в проявлении и развитии оползней на одних и тех же участках. Это послужило отправным моментом для выбора подходов к составлению карт, которые должны максимально отражать процессы зарождения, образования и развития оползней в каждой конкретной долине. Наша методика состоит как бы из 2-х частей. Первая часть на основе дешифрирования аэро- и космоснимков (МДЗ), а также анализа имеющихся фондовых материалов отражает ретроспективную ситуацию.

Вторая часть должна отразить современное состояние на период полевых исследований, она также включает использование (МДЗ). Всему этому предшествовала большая работа по сбору и анализу фондовых материалов, подбору, сканированию и обработки растровых изображений и др [11].

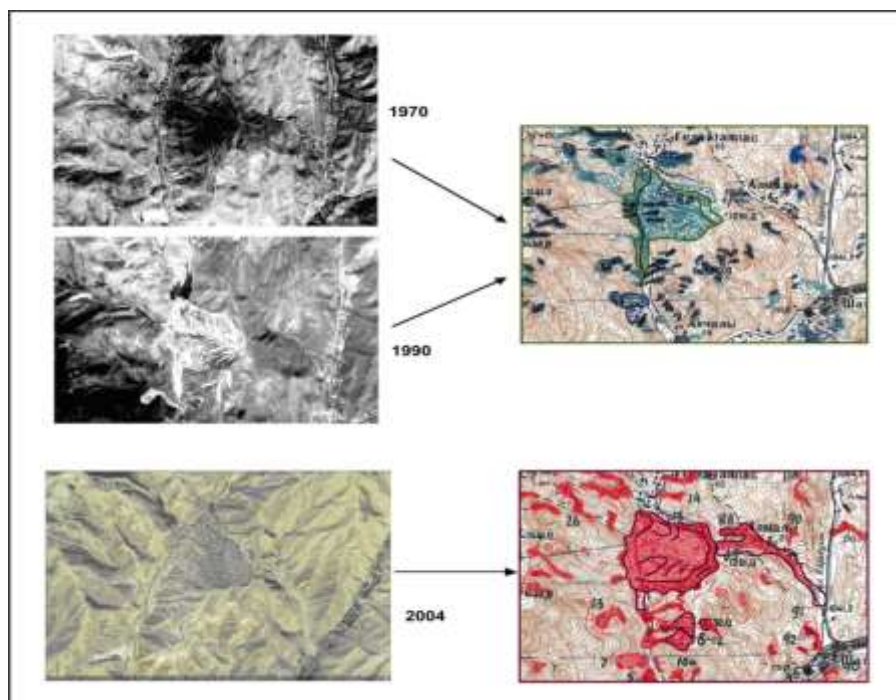


Рис.1. Принципиальная схема составления пространственно-временной карты на примере процесса деградации склона на участке Гедейтопас (бассейн Ачи). В левой части рисунка даны фрагменты аэроснимков 1970 и 1990 годов и фрагмент космоснимка 2004 г. На аэроснимке 1970 имеется село, видна линия проселочной дороги, соединяющей Гедейтопас) с соседней долиной Алмалы. На аэроснимке 1990 г оползень полностью разрушил склон с селом, перекрыл реку с образованием подпрудного озера. На космоснимке 2004 г озеро уже спущено, оползень продолжает развиваться и на другой стороне склона образовались 2 глубоких оползня, разжиженные массы которых, заполнили долину Алмалы с разрушением части домов на расстоянии 2 км от оползней. В правой части сверху – фрагмент карты с наложением слоев 1970 г (более темный цвет) и слоя оползней 1990 г, внизу – фрагмент карты, составленной по полевым исследованиям 2007 г.

Методика полевых работ включала следующие:

- На основе геологических карт 1:200000 и 1:50000 масштаба выполнялось уточнение геологического строения рассматриваемой территории и увязка литологических разрезов с конкретными участками в полевых условиях. Изучались гидрогеологические условия района и также выполнялась их конкретизация.
- Картирование оползней проводилось на топоосновах 1:25000 и 1:50000 масштаба, при этом оползни наносились не условными знаками, а полностью отрисовывались их контуры.
- Координатная привязка картируемых оползней и определение высот выполнялись при помощи ручных GPS, определялись линейные параметры.
- Определялись экспозиция оползней и крутизна склонов при помощи геологических компасов.
- Выполнялась фотодокументация всех доступных нам оползней.
- При картировании, помимо геологических и морфометрических данных, проводилась оценка состояния оползня, качественная оценка степени его опасности и риска.

Дешифрирование аэро- и космоснимков 1970, 1990 гг и выполненное полевое картирование, также дополненное данными МДЗ, позволили создать карты проявления и

развития оползней по 3 временным срезам. Было создано 3 разновременных слоя, которые накладывались на растровые топографические основы (Рис. 2), что позволяет отразить развитие оползней во времени и пространстве. Составленные карты отличаются еще и наглядностью. На большинстве имеющихся в Кыргызстане карт оползни, как правило, показываются внесмасштабными значками, но для обработки современными методами (ГИС технологии др.) использование таких карт практически невозможно.

На Рис. 1 показан процесс деградации склона на участке Гедейтопас [11], где располагалось одноименное село, разрушенное оползнем в 1988 г.

Результаты выполненных исследований были сведены в «Каталог оползней» и Карты оползней 1:50000 масштаба. На «Карте оползней» показаны оползни, проявившиеся в 1970 (1958-59) году, в 1990 году, и оползни, картированные во время полевых работ (2007-2009).

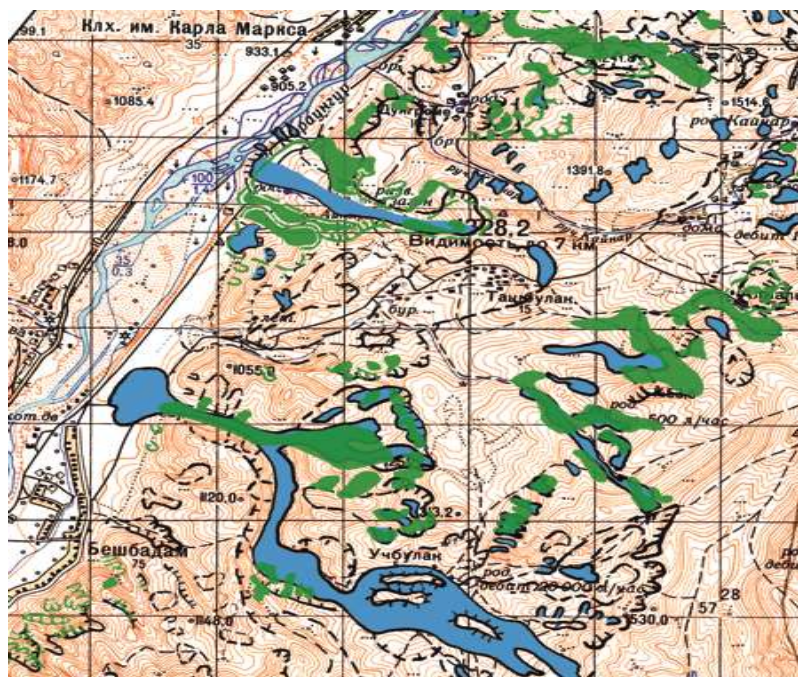


Рис. 2. Фрагмент пространственно-временной карты развития оползней по левобережью долины р.Караункур. Здесь совмещены 2 слоя. Голубым цветом показаны оползни 1970 г, зеленым – оползни 1990 г.

Послойное наложение полученных данных на различные по содержанию (топографические, геологические, гидрогеологические и др.) карты позволяет проследить закономерности проявления и развития оползней, т.е проследить их пространственно-временное развитие, обусловленное определенным фактором. Например, наложение на топоосновы по всей площади четко проявляет значительную пораженность склонов вблизи населенных пунктов, усиливающуюся во времени – т.е подчеркивается влияние антропогенного фактора [11]. Полученная информация является базовой и может дополняться и обновляться в любое время.

Относительно **оценки риска**. В настоящее время оценка оползневого риска в Кыргызстане выполняется преимущественно на качественном уровне. Пример – карты оползневой опасности, составляемые МЧС. Как известно, количественная оценка риска – это достаточно сложный процесс, требующий значительных исходных данных. Очевидно, что с использованием составленных нами карт и данных из каталогов легко определить необходимые площадные и вероятностные характеристики оползней, т.е. облегчается процесс моделирования и необходимых расчетов для составления карты риска. Векторизации данных, отраженных на картах и также использование каталогов, дают возможность оценки риска с использованием ГИС-программ.

Заключение. Основной задачей фундаментальных и прикладных научных исследований является содействие в решении проблем и интересов общества, экономических и стратегических целей государства. В большинстве ведущих стран государственная финансовая поддержка направлена, в основном, на поддержку фундаментальных исследований. Недостающее финансирование прикладных исследований осуществляется за счет грантов. Научно-инновационная деятельность – это преобразование научного знания до вида, пригодного для практического использования.

Это может быть обеспечено: 1) наличием субъектов инновационной деятельности – т.е. высококвалифицированных научных сотрудников, специализирующихся в данном направлении (и освобожденных от другой деятельности);

2) наличием собственной инфраструктуры, обеспечивающей связь субъектов, осуществляющих научно-инновационную деятельность с потенциальными или реальными потребителями через медиаторов (посредников); 3) наличием достаточного финансирования для повышения заинтересованности субъектов в результатах труда.

В настоящее время в Кыргызстане, как и в других странах, значительно возрастает необходимость развития и совершенствования технологий мониторинга, моделирования и расчета, прогнозирования и управления рисками опасных природных процессов и явлений.

Научно-инновационные исследования по изучению опасных природных процессов, создание пространственно-временных карт развития оползней и др. является основой для экологической безопасности страны. Это особенно актуально для Южных районов, испытывающих наибольший экономический и физический ущерб от оползневой деятельности. Создание карт оползневой опасности позволит разработать планы конкретных действий по смягчению и снижению риска и т.д., улучшению и безопасному проживанию населения.

Процесс создания таких карт является достаточно трудоемким и дорогостоящим, он должен базироваться на современных технологиях. Необходимо усиление научно-технического потенциала академических институтов и университетов.

Литература

1. Боконбаев К.Дж., Санькова В.П., Утиров Ч.У., Гесь М.Д. «Оползни Бешбадама». Отчет по Кыргызско-Швейцарскому проекту 1995г. Институт геологии НАН КР.
2. Григоренко П.Г. Особенности гидрогеологических и инженерно-геологических условий Киргизской ССР. //Юбилейная научная сессия Академии наук Киргизской ССР. Отделение технических наук. Фр., 1958, с. 63-90.
3. Ибатулин Х.В. Мониторинг оползней Кыргызстана. Бишкек, 2011, 145 с.
4. Качаганов Ш.К., Ахмедов С.М., Санькова В. П. Геоморфологическая карта. М 1:500 000. Серия «Природные ресурсы Киргизской ССР», 10 листов, ГУГК, М. 1989.
5. Мамыров Э.М., Маханькова В.А и др Прогноз активизации сейсмичности, оползневых процессов и атмосферных осадков на территории Южного Кыргызстана на основе квазипериодичности. // Журнал «Наука и научные технологии» 4, 1999, 54-64.
6. Мониторинг, прогноз и подготовка к реагированию на возможные активизации опасных процессов и явлений на территории Кыргызстана. МЧС – коллектив авторов. Бишкек, 2014, 537 с.
7. Садыбакасов И.С. Карта новейшей тектоники Киргизской ССР и сопредельных территорий М 1:500 000. Бишкек, 1990, Фонды ИГ.
8. Сакиев К.С. (науч. рук.), Санькова В.П., Усубалиева Ж.Ж., Касиев А.К., Гержа В.А., Ибатулин Х.В. Отчеты по Проекту 2007-2009: «Картирование оползневых и селегенерирующих участков с созданием электронной базы данных и разработка мероприятий по смягчению риска на территории бассейна р. Кара-Унгур Базар-Коргонского района и бассейнов рек Ачи и Актоок Сузакского района, Джалал-Абадской области». Институт геологии.

9. Санькова В.П. Анализ карты пораженности физико-геологическими процессами территории Иссык-Кульской области. Отчет по хоздоговорной теме. Фонды ИГ, 1991.
 10. Санькова В.П., Иваненко Т.А. Дистанционные методы картирования оползней, обвалов, осыпей в бассейне р.Сарыджаз. Материалы IV Географического съезда в г. Каракол. Фр. Илим, 1991, с
 11. Санькова В.П., Сакиев К.С., Усубалиева Ж.Ж., Гержа В.А., Касиев А.К., Молдогазиева Г.Т. Картирование оползневых склонов в бассейне р.Кара-Ункур (Джалал-Абадская область, Кыргызстан) // Известия НАН КР. 2011, № 1, с. 82-87.
 12. Талипов М.А., Санькова В.П., Иваненко Т.А., Оролбаева Т.А. Генеральная комплексная схема инженерной защиты территории Киргизской ССР от опасных процессов и явлений (Иссык-Кульская область). Отчет по хоздоговорной теме Фонды ИГ, 1990.
 13. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015-2030 годы // Третья Всемирная конференция ООН по снижению риска бедствий. Сендай, 2015, Интернет, 31 с
-