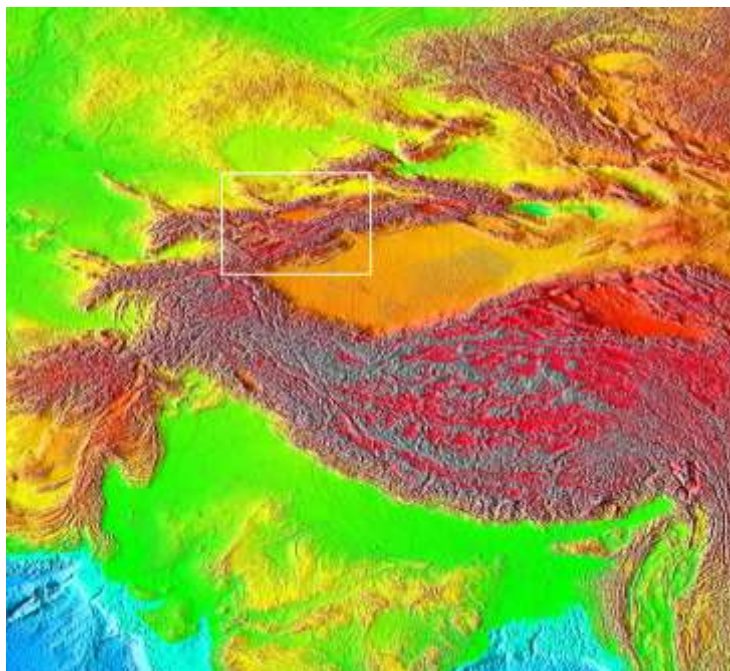


Центрально-азиатский институт прикладных исследований Земли ЦАИИЗ

Исследовательские программы
и
программы развития на 2008-2009 г.г.





Информация о документе

Проект: ЦАИИЗ ИП&ПР на 08/09
Краткое название проекта: ИП&ПР 08/09
Название документа: Исследовательские программы и программы развития на 2008-2009 г.г.
Идентификационный номер: CAIAG-R&D-Doc-001
Версия: 2.0
Дата: 20/12/07
Количество страниц: 50

Подписали:

Должность	Ф.И.О.	Дата	Подпись
Содиректор	к.г.-м.н. Болот Молдобеков	20/12/07	
Содиректор	Проф. Христов Райгбер	20/12/07	





Идентификационный номер документа: CAIAG-R&D-Doc-001

Название: Исследовательские программы и программы развития ЦАИИЗ на 2008-2009 г.г.

Комментарии: **финальная версия**

1	0.1	21.05.2007		Др.Миколайчук Др. Мандычев	Айнабекова
2	0.2	05.06.2007		Др.Миколайчук Др. Мандычев Др.Зубович	Айнабекова
3	1.0	10.08.2007		Др.Миколайчук Др. Мандычев Др.Зубович	Айнабекова
4	2.0	20.12.2007		Др.Миколайчук Др.Мандычев Др.Зубович	Айнабекова
Выпуск	версия	дата	изменения	подготовлено	опубликовано



Содержание

Введение.....	6
1 Тема 1: Геодинамика и геокатастрофы	8
1.1 Проект 1: Предварительные геолого-геофизические исследования бассейна р. Сарыджаз, как района будущего строительства каскада гидроэлектростанций	8
1.1.1 Краткое название проекта	8
1.1.2 Содержание проекта	8
1.1.3 Цели и методы проекта	9
1.1.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства	10
1.1.5 Внешнее и внутреннее сотрудничество.....	11
1.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы	11
1.2 Проект 2: Подготовка инфраструктуры для исследования оползней методами дистанционного зондирования и наземных наблюдений (в пилотной области горного обрамления Ферганского бассейна и Внутреннего Тянь-Шаня).....	14
1.2.1 Краткое название проекта.....	14
1.2.2 Содержание проекта.....	14
1.2.3 Цели и методы проекта	15
1.2.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства	17
1.2.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество.....	18
1.2.6 Рабочий план и необходимые ресурсы	18
1.3 Проект 3: Сейсмическое микрорайонирование территории г. Бишкек	21
1.3.1 Краткое название проекта.....	21
1.3.2 Содержание проекта.....	21
1.3.3 Цели и методы проекта	22
1.3.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства	23
1.3.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество.....	24
1.3.6 Рабочий план и необходимые ресурсы	24
2 Тема 2: Климат и вода.....	26
2.1 Проект 4: Изучение и мониторинг ледника Иныльчек с целью определения баланса ледника, его морфологических, динамических характеристик, а также климатических и гидрологических условий.....	26
2.1.1 Краткое название проекта.....	26
2.1.2 Содержание проекта.....	26
2.1.3 Цели и методы проекта	28
2.1.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства	29
2.1.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество.....	30
2.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы	31
2.2 Проект 5: Изучение закономерностей поверхностного стока южного Кыргызстана в связи с изменением климата с целью оценки интенсивности эрозионных процессов и переноса осадков в бассейне Токтогульского водохранилища	34
2.2.1 Краткое название проекта.....	34
2.2.2 Содержание проекта.....	34



2.2.3	Цели и методы проекта	35
2.2.4	Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства	36
2.2.5	Внутреннее и внешнее сотрудничество.....	37
2.2.6	Рабочий план и необходимые ресурсы	37
3	Тема 3: Системы информации и мониторинга	40
3.1	Проект 6: База геоданных Центральной Азии	40
3.1.1	Краткое название проекта	40
3.1.2	Содержание проекта	40
3.1.3	Цели и методы проекта	40
3.1.4	Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства	42
3.1.5	Внутреннее и внешнее сотрудничество.....	43
3.1.6	Рабочий план и необходимые ресурсы	43
3.2	Проект 7: Построение модельной системы мониторинга опасных явлений в квазиреальном режиме времени	46
3.2.1	Краткое название проекта	46
3.2.2	Содержание проекта	46
3.2.3	Цели и методы проекта	47
3.2.4	Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства	48
3.2.5	Внутреннее и внешнее сотрудничество.....	48
3.2.6	Рабочий план и необходимые ресурсы	48



Введение

Центральная Азия с ее ярко выраженным горным рельефом является в мировом масштабе хорошей природной лабораторией для изучения внутриконтинентальных орогенных процессов. Высотное положение этого региона обеспечивает его сильное влияние на климат, в частности, на вариации глобального потепления, на погоду и активность водного цикла, как во всей Азии, так и в мире.

Следствием экстремального регионального тектонико-геологического, гидрологического и атмосферного режима развития окружающей природной среды являются природные катастрофы, такие как землетрясения, наводнения, сели, оползни, обвалы, прорывы ледниковых озер, засухи, часто происходящие в Центральной Азии, которые связаны как с феноменом глобальных климатических изменений, так и с усилением человеческой деятельности в т.ч. с техногенными процессами. Такие природные и природно-техногенные разрушения приводят к человеческим жертвам и экономическим потерям, оказывают сильное негативное влияние на устойчивое развитие и благосостояние сообществ в Центральной Азии.

В настоящее время все большее число ученых и организаций со всего мира начинают разрабатывать новые международные и междисциплинарные программы исследований с использованием передовых технологий для усиления научно-исследовательских проектов, улучшения баз данных значимых результатов, с целью улучшения понимания и моделирования наиболее развитых и опасных природных и техногенных процессов в регионе.

Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли (ЦАИИЗ), <http://www.caiag.kg>, учрежденный в 2004 г. Правительством Кыргызской Республики и Центром Исследования Земли, г. Потсдам (ЦИЗ), Германия, был создан с намерением стать в среднесрочной перспективе компетентным участником в этих международных усилиях в регионе, с ориентацией на прикладные аспекты проблем, подлежащих исследованию.

Первая Исследовательская программа и программа развития ЦАИИЗ на период 2008-2009 (ИП&ПР 08/09), подготовленная пока еще не полным штатом института и представленная ниже, сфокусирована на трех взаимосвязанных приоритетных темах, которые являются фундаментальными для Центрально-Азиатского региона:

- I. Геодинамика и геокатастрофы;**
- II. Климат и вода;**
- III. Информационная и мониторинговая системы.**

Семь проектов в рамках этих трех приоритетных тем, предлагаемых для выполнения в течение первых двух лет, направлены на получение базовых данных от комплекса наблюдений и выполнение научно-исследовательской работы по трем ключевым направлениям деятельности ЦАИИЗ на территории Кыргызстана, результаты которых будут иметь прямые или косвенные последствия на экологическое и социально-экономическое развитие соседних стран. Это:

- Таласо-Ферганская зона и система тектонических разломов, влияющих на Токтогульское водохранилище – важного поставщика воды для ирригационной системы Ферганской долины и бассейна Аральского моря.



- Регион бассейна реки Сары-Джаз с расположенным в нем ледником Иныльчек, представляющий один из крупнейших источников пресной воды и важный потенциал гидроэнергетики для восточной части Кыргызстана, Казахстана, Китая.

- Курортный регион Иссык-Куль на Востоке страны и город Бишкек – столица Кыргызской Республики с прилегающими территориями, представляющие важную область для приложения усилий по смягчению последствий землетрясений.

Все три области существенно важны для исследования вероятности как природных, так и природно-техногенных катастроф, а так же имеют весьма важное значение в ближайшей перспективе для удовлетворения потребности в воде Кыргызстана и соседних регионов в Узбекистане, Казахстане и Синь-Цзянь-Уйгурской автономной области Китая, для планирования крупномасштабных геотехнических проектов в регионе, таких как каскады гидроэлектрических станций, высоковольтные линии электропередач, водохранилища и внутригосударственные железные и автомобильные дороги, которые при их реализации окажут значительное влияние на социально-экономическое развитие центрально-азиатских стран, включая условия жизни и материальное благосостояние населения.

Программа ИП&ПР ЦАИИЗ 08/09 представленная в данном документе, будет дополнять ряд проектов, которые разрабатываются инициативой «Центрально-азиатская обсерватория глобальных изменений», недавно заявленной ЦИЗ, г.Потсдам и рядом немецких и международных партнерских групп. Это потребует тесной координации и совместного выполнения схожих исследований и наблюдений обеих программ, что станет предметом совместных обсуждений.

Также предусматривается сотрудничество со специализированными институтами по всем трем основным направлениям работы ЦАИИЗ, в процессе выполнения семи проектов, описанных в следующих разделах. Это - Томский университет, Институт геологии и минералогии Сибирского отделения РАН (Россия), Национальный ядерный центр (Казахстан); институты Национальной Академии Наук Кыргызстана и стран Центральной Азии, Министерства чрезвычайных ситуаций и геологические институты Кыргызстана и стран Центральной Азии и другие заинтересованные институты из Европы и всего мира.

Бишкек, декабрь 2007

к.г.-м.н. Болот Молдобеков
проф. Кристоф Райгбер



1 Тема 1: Геодинамика и геокатастрофы

Руководитель темы: А. Миколайчук

1.1 Проект 1: Предварительные геолого-геофизические исследования бассейна р. Сарыджаз, как района будущего строительства каскада гидроэлектростанций

Ответственный исполнитель: З. Кальметьева

1.1.1 Краткое название проекта

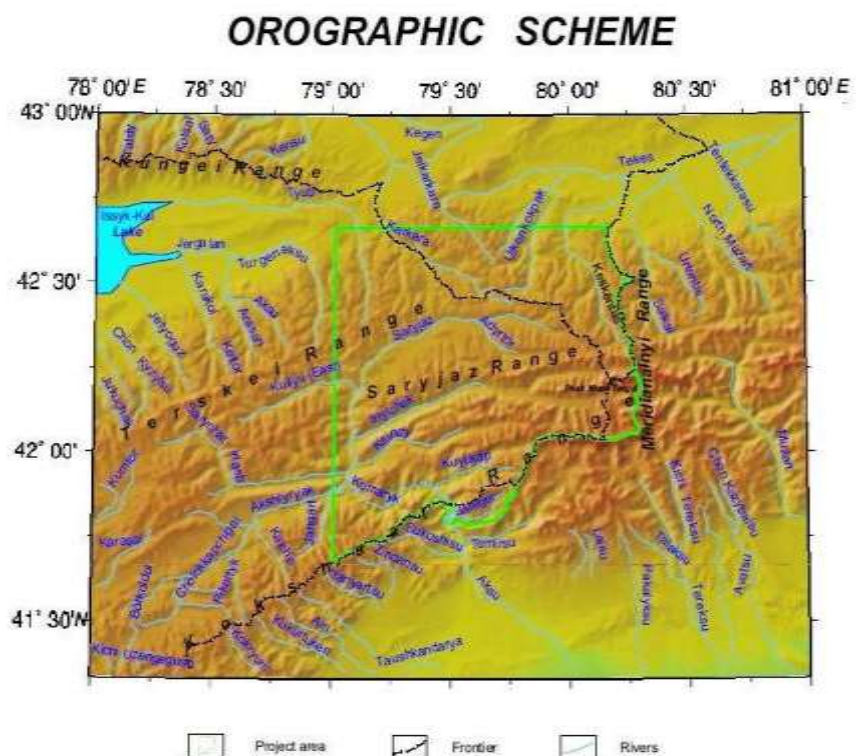
Предварительные геолого-геофизические исследования бассейна р. Сарыджаз

1.1.2 Содержание проекта

Бассейн р. Сарыджаз всегда признавался перспективным для строительства гидроэлектростанций. В последние годы в правительственных кругах Кыргызстана и в открытой печати обсуждалась возможность кооперации с Синьзянь-Уйгурским АО в освоении этой территории. Вместе с тем, данный район, как один из самых труднодоступных в Тянь-Шане, является наименее изученным в геологическом, и особенно, в геофизическом плане.

Геологические данные по бассейну р. Сарыджаз можно считать весьма удовлетворительными.

Начиная с 60-х годов прошлого столетия, здесь выявлена серия рудных месторождений, и геологические изыскания с тех пор проводятся регулярно. При этом новейшая тектоника не являлась предметом исследований и существует серьезный пробел в сейсмогеологической характеристике района. Геофизические материалы по данному району тоже не имеют достаточной точности из-за очень редкой стационарной сети наблюдений.



В рамках проекта предполагается совершенствование мониторинга сейсмической активности и поверхностных деформаций путем установки стационарных пунктов наблюдений (3 сейсмические станции, 5 GNSS станций) и модернизации имеющихся аналоговых сейсмических станций Института сейсмологии НАН КР (ИС НАН КР). Эффективность заложенной сети намного возрастет благодаря организации обмена данными с ИС НАН КР, Казахским Ядерным Центром и Синьзянь-Уйгурским Сейсмологическим Бюро Китая, которые имеют пункты наблюдений к северу, к западу и к югу от района исследований. Для характеристики геодинамической обстановки Сарыджазского района планируется совместный анализ данных геологии и сейсмологии, а также материалов наблюдений методами спутниковой геодезии и дистанционного зондирования.

1.1.3 Цели и методы проекта

Долгосрочные цели:

Удобное географическое положение района исследований между территориями Казахстана и Китая делает заложение эффективной сети сейсмических, GNSS и метеорологических наблюдений особенно привлекательной. С предполагаемым обменом данными вновь созданная сеть послужит базисным элементом для создания объединенной сети наблюдений, покрывающей всю Центральную Азию. Полученные при этом экспериментальные данные будут использованы для исследования геодинамики региона и процессов связи внутренней геодинамики региона с потенциальными катастрофами на поверхности. Синтез геофизических и геологических данных будет в особенности использован для оценки региональной сейсмичности и инженерно-геологического риска района ожидаемого строительства гидроэлектростанций.

Краткосрочные цели:

Краткосрочная цель проекта состоит в предварительной геолого-геофизической характеристике бассейна реки Сарыджаз для того, чтобы сформулировать задачи дальнейших исследований геодинамики региона. Для достижения этой цели необходимо создать систему геофизических наблюдений, провести дополнительные полевые геологические исследования и собрать литературные и архивные данные.

Создавая систему наблюдений надо ориентироваться на долгосрочные цели ЦАИИЗа. Сейсмические станции должны быть оснащены широкополосными станциями. Это позволит в будущем исследовать землетрясения всего региона. Пункты сейсмических наблюдений также должны быть оснащены датчиками GNSS высокого разрешения, что позволит начать очень важные исследования вопросов связи внутренней геодинамики региона с потенциальными катастрофами на поверхности.

Методы:

- Геологические методы (неотектоника, палеосейсмология, фишен-трек анализ);
- Сейсмологические методы (сейсмостатистика, пространственно-временное распределение, механизмы очагов, сеймотектонические деформации);
- Спутниковая геодезия (позиционирование станций GNSS);
- Методы спутникового дистанционного зондирования (радарные, мультиспектральные).



1.1.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства

До начала 70-х годов прошлого столетия точность определения эпицентров землетрясений этого района составляла 50 -100 км. Созданная в дальнейшем региональная сеть сейсмических станций Кыргызстана, располагается в узком диапазоне азимутов по отношению к этому району. При этом разброс в определении эпицентров уменьшился до 10-20 км, тем не менее конфигурация сети станций по прежнему остается неудовлетворительной. Даже установленные дополнительно в восточной части Кыргызстана временные станции (Сарыджаз - Акшийряк, Сарыджаз и Кенсу) 1981-1985 годах для проведения детальных наблюдений не позволяли исследовать такие важные характеристики как глубина гипоцентра, механизм очага, модель затухания и т.д. [1]. На территории Китая, к югу от этого района функционируют сейсмические станции Синьдзян-Уйгурского сейсмологического бюро. В последние годы эта сеть значительно расширена за счет новых цифровых станций. В прошлом, когда существовал обмен данными между сейсмологами Кыргызстана и Китая, эпицентры землетрясений определялись с большей точностью [2,3,4]. В последнее десятилетие обмен данными прекратился, и для этого района представительность каталога, издаваемая сейсмологами Кыргызстана, остается на прежнем уровне ($M=2,2$) точность определения основных параметров землетрясений и механизмов их очагов по этой части территории остается низкой [2,5].

Требование к показателям этих оценок значительно возрастает при сопоставлении сейсмических данных с другими более высокой точности геофизическими данными, которые представляют процесс деформирования земной коры. К таким данным в первую очередь относятся материалы наблюдений, полученные методами спутниковой геодезии.

Проведение GPS- измерений на Тянь-Шане началось в 1992 году [6-8]. Первые же результаты измерений показали большие градиенты скоростей в Восточном Прииссыккулье. В 1997-2001 г.г. количество пунктов здесь было значительно увеличено [6]. Однако самый южный субмеридиональный профиль простирается вдоль Терской хребта, захватывая лишь северную часть района планируемых исследований.

Из сказанного с очевидностью вытекает необходимость расширения сети наблюдательных пунктов для мониторинга сейсмической активности и поверхностных деформаций. Планируется установить по крайней мере три новые сейсмические станции с высоким разрешением, оснащенных современной широкополосной цифровой аппаратурой, и модернизировать две имеющиеся аналоговые сейсмические станции Кыргызского Института сейсмологии (Каракол и Кенсу) путем установки цифровых регистраторов. Предполагается также установить 5 стационарных пунктов наблюдений GNNS станциями, три из которых будут совмещены с вышеупомянутыми широкополосными сейсмическими станциями.

Исследования методами дистанционного зондирования по рассматриваемой территории не проводились ранее. С начала 2008 г. будут доступны существующие по региону данные обработки мультиспектрального сенсора (т.е. LAND SAT) и результаты данные обработки данных радара TERRA SAR. Оба вида данных предполагается активно использовать при выполнении проекта.

Изучение неотектоники данного района по сути ограничено работой С.С. Шульца 1948 года [9], и предварительными геолого-геофизическими исследованиями, проводившимися при сейсмическом районировании территории Восточного Кыргызстана в 1981-85 годах [1]. Совершенно очевидно, что в этих работах намечена только общая тектоническая зональность. В то время не существовало методик изучения активных разломов и изотопных датировок кайнозойских комплексов. Из за низкой степени изученности района



исследований и краткосрочности настоящего проекта, основной упор предполагается сделать на дистанционных методах, т.е. дешифрированию аэро- и космоснимков и методу радарного зондирования. В связи с сильно расчлененным рельефом полевые исследования будут проводиться только как заверочные маршруты по разреженной сети. В случае необходимой детализации полевых исследований будет необходимо использование вертолета.

1.1.5 Внешнее и внутреннее сотрудничество

Проект будет выполняться сотрудниками 1 и 4 отделов ЦАИИЗ. Предусмотрено тесное сотрудничество с организациями соответствующего профиля Кыргызстана (Институт сейсмологии Национальной Академии наук Кыргызской Республики), Казахстана (Национальный Ядерный Центр, Казсельзащита), Китая (Синьдзян-Угурское сейсмологическое Бюро), Германии (Университет Потсдама/ Институт Наук о Земле, Университет Йены/Геологический Институт).

Согласование с проектом CA GCO

Настоящий проект по своему содержанию тесно связан с задачами темы 3 проекта CA GCO (Earth's Surface Dynamics). Предполагается тесное сотрудничество в первую очередь в вопросах установки новых пунктов наблюдений, организации сбора, передачи и обработки данных этих наблюдений. Первые рекогносцировочные полевые поездки для выбора пунктов наблюдений (сейсмическими и GNSS станциями) уже осуществлялся совместно с участниками из 1-го Отдела GFZ. Для дешифрирования отдельных структур региона, а также создания трехмерных моделей местности планируется совместный анализ продуктов дистанционного зондирования, а также обмен данными и результатами анализа материалов наблюдений сейсмическими и GNSS станциями.

Ответственные исполнители от GFZ: Д-р У. Ветцель (радарные методы)

Д-р А. Хельм (методы GNSS)

Д-р В. Ханка (сейсмология)

1.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

Продолжительность проекта – 2008-2009 г.г.

2008:

- Полевые геологические исследования;
- Полевые работы по установке сети сейсмических и GNSS станций в районе Сарыджаза;
- Инсталляция программного обеспечения для обработки и архивации сейсмических данных и программного обеспечения для тестирования работы системы;
- Пилотная фаза обработки сейсмических данных (своих и внешних) для создания каталогов землетрясений и механизмов очагов;
- Поддержка создания базы геоданных путем определения форматов информации и обслуживающих программ;



- Сбор и ввод в базу геоданных Центральной Азии существующих геологических данных и информации об исторических землетрясениях.

2009:

- Полевые геологические исследования;
- Массовая обработка данных сейсмических наблюдений и анализ результатов;
- Изучение временных серий позиционирования GNSS станций для определения изменений горизонтальных и вертикальных компонентов;
- Анализ поверхностных деформаций региона по данным D-InSAR и методам перманентного отражения по данным Envisat TerraSAR- X;
- Обобщение материалов по неотектонике (полученных в результате полевых исследований и дистанционными методами);
- Характеристика геодинамических условий района Сарыджаза на основе совместного анализа геологических и геофизических данных.

Трудозатраты:

- 1 отдел – 39 чел./мес.;
- 4 отдел – 60 чел./мес.

Требуемые наблюдения/данные и оборудование:

- Сейсмические наблюдения: данные широкополосных цифровых сейсмических станций с высоким разрешением, программное обеспечение для обработки сейсмометрических данных, архивные данные о сейсмичности территории Кыргызстана;
- Измерения поверхностных смещений:
 - Временные ряды о 3-х мерном положении датчиков GPS/GLONASS;
 - Оптические и радарные спутниковые образы района и программное обеспечение по обработке этих материалов;
- геологические полевые исследования, материалы из геологических архивов, полевое геологическое снаряжение.

Литература:

1. Кнауф В.И (отв. редактор) Детальное сейсмическое районирование Восточной Киргизии. Фрунзе: Илим, 1988, 249 стр.
2. Джанузаков К.Д., Калмыкова Н.А., Гиясова Ш..Ш. Обзор сейсмичности. Центральная Азия. В ежегоднике «Землетрясения Северной Евразии». Обнинск: ГС РАН
3. Inland earthquake. V. 11 – Supplement, 1997 /на китайском/
4. China distribution of seismicity ($M \geq 2.0$). 1970-1989. Scale: 1:6000000. Compiled by Centre for Analysis and prediction, State Seismological Bureau. 1990.



5. Кальметьева З.А., Полешко Н.П., Гиясова Ш.Ш., Калмыкова Н.В. Каталоги механизмов очагов землетрясений по регионам и территориям. Центральная Азия. В ежегоднике: «Землетрясения Северной Евразии». Обнинск: ГС РАН
6. Ch. Reigber, G.W. Michel, R. Galas, D. Angermann, J. Klotz, J.Y. Chen, A. Papschev, R. Arslanov, V.E. Tzurkov, M.C. Ishanov. New space geodetic constraints on the distribution of deformation in Central Asia //Earth Planet. Sci. Lett. 2001. V.191. pp. 157-165
7. Herring T.A., Hager B.H., Meade B., Zubovich F.V. Contemporary horizontal and vertical deformation in the Tien-Shan // Proc. Of the Intern. Seminar "On the use of Space Techniques for Asia-Pacific Regional Crustal Movements Studies". Moskow: GEOS, 2002
8. Zubovich A.V., Schelochkov G.G., Mosienko O.I., P.V. Eremeev, B.N. Bakka. Geodynamic GPS network of the Central Asia //Proc. Of the International seminar "On the use of Space Techniques for Asia-Pacific Regional Crustal Movements Studies". Moskow: GEOS, 2002
9. Шульц С.С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня //Зап.ВГО. Новая серия. Т.3. М.: Географгиз, 1948. 221 с.



1.2 Проект 2: Подготовка инфраструктуры для исследования оползней методами дистанционного зондирования и наземных наблюдений (в пилотной области горного обрамления Ферганского бассейна и Внутреннего Тянь-Шаня)

Ответственные исполнители: А. Мандычев, А. Чечейбаев

1.2.1 Краткое название проекта

Оползни в Ферганском бассейне и Внутреннем Тянь-Шане

1.2.2 Содержание проекта

Оползневые процессы на территории Кыргызстана и соседних Центрально-Азиатских стран имеют широкое распространение из-за преобладания горного рельефа. Оползни формируются за счет воздействия комплекса факторов, таких как геоморфологический, геологический (включающий тектонический и литологический), сейсмический, климатический, гидрологический, гидрогеологический, инженерно-геологический. В этой системе факторов присутствует как природная, так и антропогенная составляющие.

Оползневые процессы наносят значительный экономический ущерб и приводят к жертвам среди населения. Поэтому имеет важное значение их изучение и разработка на основе результатов исследования, прогноза оползневой опасности, мер по снижению риска оползневых катастроф.

Проект 2 является комплексным проектом, реализуемый совместно первым, вторым и четвертым отделами ЦАИИЗ, а так же в кооперации с GFZ Потсдама (первый отдел) и Немецким аэрокосмическим центром DLR (DFD). Он содержит четыре части:

1. Ретроспективный анализ и мониторинг оползневой активности методами дистанционного и наземного слежения;
2. Сейсмологические и геофизические исследования;
3. Моделирование оползневых процессов, с учетом неотектонической и сейсмической активизации и климатическими изменениями;
4. Применение комплексной методологии оценки риска.

Для ретроспективного и актуального анализа оползневой активности в региональном масштабе будут использоваться материалы дистанционного зондирования – спутниковые снимки Landsat, Aster, Spot и др. с использованием



алгоритмов определения изменений. Кроме того, предполагается использование дифференцированной радарной интерферометрии (D-InSAR) для наблюдения раннего образования трещин и швов и оценки сдвиговых напряжений земной коры. В локальном масштабе предполагается применить различные методы наземных исследований (геологические, геофизические, геодезические, сейсмические и геотехнические), а также методы мониторинга оползневых смещений с помощью GPS – датчиков и экстензометров. Для сопоставления информации, полученной с помощью дистанционного зондирования с реальной ситуацией на местности, предполагается проведение полевых работ.

Для построения модели сейсмического воздействия будут использованы различные методы очаговой сейсмологии. Основные исходные данные: каталоги эпицентров землетрясений, каталоги механизмов очагов и сейсмограммы. Будет выполнен анализ и интерпретация материалов сейсмических наблюдений по аналоговым станциям, а так же их сопоставление с результатами реставрации и мониторинга оползневой активности. Кроме этого, данные по вновь установленным цифровым сейсмическим станциям будут расширять базу данных и улучшать качество мониторинга.

Основной задачей моделирования оползней является исследование и уточнение полифакторного механизма формирования оползневых процессов с построением качественных, а затем и количественных моделей функционирования. Важным направлением исследований будет уточнение при полевых исследованиях параметров ключевых факторов, определяющих характер развития оползневых процессов, закономерностей их взаимосвязи и развития во времени и пространстве.

В проекте планируется выполнение детальных исследований, по крайней мере, трех оползней в районах г. Минкуш, г. Гульча и г. Майлису. При полевых исследованиях будут использованы методы электрической разведки, определения фильтрационных свойств грунтов, отбор образцов грунтов на определение влажности, гранулометрического, минерального состава и других физико-механических параметров, зондирование пенетрационным радаром.

Будет разработана оригинальная математическая модель оползневого процесса на основе метода «крупных частиц». Помимо собственной математической модели будут использованы уже имеющиеся программы моделирования оползней. Разработанная математическая модель оползней позволит прогнозировать их функционирование и эволюцию с учетом природной и антропогенной составляющих.

На заключительном этапе исследований на основе синтеза всех полученных результатов будет проведена разработка алгоритма прогноза развития оползневых процессов. В качестве результата проекта будут подготовлены рекомендации по оценке степени риска оползневых процессов и по мерам снижения оползневой опасности, в частности, на основе создания систем раннего оповещения и научно обоснованной разработки мер по инженерно-геологической мелиорации грунтов.

1.2.3 Цели и методы проекта

Долгосрочные цели:

Основной целью данного проекта является подготовка инфраструктуры эффективной системы мониторинга и раннего предупреждения оползневых явлений. Подготовленная инфраструктура позволит также определять параметры основных факторов, на основе которых будет выполняться моделирование и прогноз развития оползней, а так же позволит произвести комплексную оценку рисков оползневых процессов.



Предполагается развитие регионального понимания оползневых процессов в его связи с тектонической структурой, геоморфологическим и литологическим строением, а так же с сейсмической активностью, изменениями климатических, гидрологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий в области высокой активности оползней вдоль восточного обрамления Ферганского бассейна и внутреннего Тянь - Шаня; Это понимание будет основано на развитии системы всесторонней факторной оценки оползневой опасности и риска в пространственном и временном масштабе и мониторинге оползневых явлений и триггерных факторов, вызывающих начало разрушения склона (атмосферные осадки, сейсмичность, деформации поверхности).

Будет разработана оригинальная математическая модель оползневых процессов и алгоритм прогноза оползневых процессов. На их основе будет выполнено обоснование прогноза развития оползневых процессов на конкретных участках и рекомендации по снижению оползневой опасности. В перспективе предполагается создание системы раннего предупреждения оползневых явлений в Центрально-Азиатском регионе.

Краткосрочные цели:

В рамках данного проекта будут начаты систематические исследования типичных оползней, выбранных в процессе анализа имеющихся геологических, инженерно-геологических, гидрогеологических, гидрологических, климатических, дистанционных данных и полевых исследований в районах городов Минкуш, Майлису и Гульча. Для этих исследований будет создана инфраструктура из ряда автоматических станций, которые будут выполнять измерения сейсмических, метеорологических и геодезических характеристик (GPS) в районе оползней. Одновременно начнется формирование базы данных (проект 7), содержащей параметры оползней и анализ данных, полученных по сети автоматических станций и по полевым измерениям на оползнях. На основе этих данных будут разработаны предварительные прогнозные модели функционирования оползней в связи с климатическими изменениями, сейсмической активностью, геологическими условиями и антропогенной деятельностью. Будут разработаны предварительная схема раннего предупреждения о катастрофических подвижках оползней и обоснование прогноза развития оползневых процессов на конкретных участках с рекомендациями по снижению оползневой опасности.

Методы:

- Спутниковые и аэросъемочные методы дистанционного зондирования (мультиспектральное, гиперспектральное, радарное);
- Наземный геодезический/геофизический/гидрометеорологический мониторинг (GPS позиционирование, нивелирование, сейсмические широкополосные станции, автоматические гидрометеорологические станции);
- Геоморфологические, геологические, гидрологические, гидрогеологические и инженерно-геологические полевые исследования;
- Изучение фильтрационных свойств, гранулометрического, минералогического состава, физико-механических свойств грунтов оползней;
- Геофизические методы исследования оползней (наземное георадарное зондирование, электрическая разведка, регистрация электромагнитных импульсов);
- Пространственно - временное моделирование оползневых процессов, методика оценки опасности и риска.



1.2.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства

Доступный на сегодня материал по оползневому процессу на территории Кыргызстана и Ферганского бассейна, содержащий данные и результаты анализов, представлен в специальных отчетах, картах и публикациях. Значительный вклад в исследование оползней на территории Кыргызстана внесли Лютаева Н.Г., Тимофеева Т.А., Ривман А.И., Турзин В.А., Тройцкий А.Н.(1980), Салыхов И.Н.(1981), Биденко З.С., Кожогулов Д., Никольская О.Д., Усупаев Ш.Э.(1997), Молдобеков Б.Д.(2000), Клейменов В.Н., Сарногоев А.К.(2000), Мелешко А.В.(2000), Ибатулин Х.В., Торгоев И.А.(2003), Ерохин С.А.(2006).

Эти авторы описывают геологические условия формирования оползней, включая тектонику, литологию, геоморфологию, а так же гидрологические, гидрогеологические и инженерно-геологические характеристики. По наиболее крупным оползням имеются сведения об их структуре, литологическом строении, физико-механическим параметрам и истории развития.

По некоторым молодым оползням был проведен мониторинг с использованием современной технологии (Ресснер, 2005). База данных по оползневим процессам имеется в МЧС КР, Госгеолагентстве, Институте геологии НАН КР и GFZ, Институте физики и механики горных пород. В Институте геологии НАН КР, Агентстве по геодезии и картографии, а также в других организациях имеется фактический материал по дистанционному зондированию.

Все необходимые данные для начального оценочного этапа сейсмологических исследований (каталоги, аналоговые сейсмограммы) имеются в ОМСЭ НАН КР.

Недавно начат сбор фактического материала по оползням (геологическое и тектоническое строение, гидрологические и гидрогеологические условия, климатические параметры), по югу Кыргызстана и районам г. Майлису и г. Гульча. Этот первоначальный сбор фактического материала позволит выбрать наиболее значимые объекты исследования и выполнить планирование полевых работ. Эти материалы так же будут включены в базу данных и будут в дальнейшем использованы для анализа механизма оползневых процессов. Освоена методика GPS - измерений и выполнено рекогносцировочное полевое обследование нескольких оползней в Чуйской области. Эти подготовительные работы позволят выбрать оптимальный набор методов исследования оползней, которые будут использованы при выполнении проекта.

Необходимые данные для выполнения проекта включают в себя космоснимки и другие данные, полученные при помощи дистанционного зондирования.

Для проведения более детальных сейсмических исследований, требующих применения спектральных методов, необходимо приобретение и установка цифровых сейсмических станций (минимум три станции).

Для создания комплексной автоматизированной системы мониторинга на отдельном выбранном участке, необходимо приобретение и установка аппаратуры (экстензометры, GPS-датчики, акселерометры, регистратор электромагнитного поля).

Необходимо использовать автоматические метеостанции для исследования климатического фактора. Необходим пенетрационный георадар для исследования в полевых условиях геологической структуры тела оползня, его литологической неоднородности, определения мощности тела оползня, мощностей его сухой и водонасыщенной частей.



Полевая гидрохимическая лаборатория и иономер будут использованы для определения в полевых условиях химического состава поверхностных и грунтовых вод, связанных с оползнями.

И, наконец, финансовые средства необходимы для выполнения анализов в специализированной лаборатории по определению физико-механических параметров грунтов и минералогического состава грунтов.

1.2.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект выполняется совместно первым, вторым и четвертым отделами ЦАИИЗ. Предполагается тесное сотрудничество с GFZ, Институтом геологии, Институтом физики и механики горных пород, ОМСЭ НАН КР, МЧС КР, Госгеолагентством и Ошским Государственным Институтом Инженерных изысканий. Дополнительно предполагается также сотрудничество с Университетом г. Льеж, Бельгия и учеными соседних Центрально-Азиатских стран: Казахстана, Узбекистана и Таджикистана.

Согласование с проектом CA GCO

Предлагаемый проект имеет связь с подзадачей 2.1.2 «Гидрологический цикл и аридизация: Проблема водного менеджмента и почв, растительность, землепользование, стратегии снижения бедности» и, в частности, с его подразделом «Нестабильность поверхности», где предполагается исследование экзогенных процессов в виде оползней, обвалов, эрозии почв, наводнений, селей» Центрально-азиатской обсерватории глобальных изменений (CA GCO). Запланировано начать в 2008 году совместные работы исследователей из ЦАИИЗ, GFZ и DLR с участием исследовательских групп из других Центрально-Азиатских стран по мониторингу оползней. Подготовительные и программные работы будут основаны на недавно полученных данных с помощью дистанционного зондирования, данных полученных непосредственно на объектах исследования и архивных данных различных источников.

Ответственные исполнители от GFZ: Д-р У. Ветцель (техника ДЗ)

Др. З. Ресснер (оползневые процессы)

1.2.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

Продолжительность проекта – 2008-2009 г.г.

2008:

- Сбор и анализ фактических данных, начало формирования раздела базы геоданных по оползням;
- Рекогносцировочные полевые обследования и выбор репрезентативных участков для детальных полевых исследований, в том числе на основе анализа данных дистанционного зондирования;
- Создание сети мониторинга оползневых процессов посредством установки автоматических станций, которые будут выполнять измерения сейсмических, метеорологических и геодезических характеристик (GPS);
- Выполнение полевых измерений основных параметров на ключевых оползнях и их анализ;



2009:

- Продолжение формирования сети мониторинга и выполнения полевых исследований оползней;
- Продолжение формирования раздела базы геоданных по оползням;
- Анализ информации по дистанционному зондированию, сейсмологическим, климатическим, геологическим, гидрогеологическим данным и физико-механическим параметрам оползней;
- Обобщение основных многофакторных закономерностей механизма формирования, изучаемых оползней;
- Разработка предварительной математической модели оползневого процесса;
- Обоснование алгоритма прогноза развития оползней, мер по снижению риска и схемы системы раннего предупреждения.

Трудозатраты:

- 1 отдел – 63 чел./мес;
- 2 отдел – 70 чел./мес;
- 4 отдел – 24 чел./мес.

Требуемые наблюдения/данные и оборудование:

- Движения/смещения с высокой точностью и частотой:
 - космическая геодезия: сетевые приемники GPS/GLONASS и пакет программ для определения местоположения;
 - геодезическое/геофизическое исследования: нивелирование, измерение расстояний лазером, наклонов - инклинометром, экстензометрические измерения;
 - спутниковое дистанционное зондирование: спутниковые данные SAR в различных длинах волн и программы обработки данных (ENVI, Erdas Imagine, RockWorks и т.д.);
- Топография/топографическая съемка склонов:
 - спутниковое дистанционное зондирование: DEM на основе обработки оптических с высоким разрешением и радарных данных (SPOT, IKONOS, ASTER, TerraSAR и т.д.) и программное обеспечение для обработки;
- Геология / топографическая съемка оползневых участков:
 - полевая геология: полевые обзоры геологических структур, выявление деятельности новейших разломов радиометром радона;
 - спутниковое дистанционное зондирование: геоморфология и земной покров на основе обработки оптических с высоким разрешением и радарных данных;
- Физические и химические свойства грунта:
 - геофизические измерения: определение пьезометрами давления поровой воды, геотехнические наблюдения с помощью георадара и электромагнитного полевого регистратора;



- гидрохимические и геохимические свойства: ионометр и полевая лаборатория, изотопные исследования в специализированных лабораториях;
- Наблюдения за сейсмическими ускорениями:
 - сейсмический мониторинг: магнитуда, интенсивность, пиковое ускорение с помощью сети цифровых широкополосных станций и программного обеспечения для анализа;
- Воздействие погодно-климатических параметров:
 - спутниковая геодезия: данные GPS/GLONASS для наблюдений за водяным паром;
 - приземная метеорология: автоматическая сеть метеостанций для наблюдения за температурой и осадками.

Литература:

1. Тютюкин В. С., Григоренко П. Г. О Чаувайском оползне. Тр. Ин-та геологии АН Кирг. ССР, вып 8. Фрунзе, 1956.
2. Григоренко П. Г. Особенности гидрогеологических и инженерно-геологических условий Киргизской ССР. Изд-во АН Кирг. ССР. Фрунзе, 1958.
3. Гидрогеология СССР. Киргизская ССР. Том XL. М., изд-во «Недра», 487 с., 1971.
4. Гостев В. П., Кабаков В. М. и др. Отчет об инженерно-геологическом изучении физико-геологических процессов в пределах Северного склона Киргизского хребта, (по работам Чуйской гидрогеологической партии за 1975-78 г.г.). Фрунзе, 1978.
5. К вопросу развития оползневых склонов и оценка их устойчивости (на примере угольных месторождений Средней Азии). Саляхов И. Н. Региональная гидрогеология и инженерная геология Киргизской ССР. 1981.
6. Основные черты инженерно-геологических условий Юго-западной Киргизии. Талипов М. А., Исмаилахунов К. Х., Саляхов И. Н. Региональная гидрогеология и инженерная геология Киргизской ССР, 1981.
7. Кошоев М.К. Опасные природные явления Кыргызстана., Бишкек, «Илим». 1996. 126 с.
8. Правила прогнозирования активизации оползней и зон поражения при землетрясениях в Кыргызской Республике РДС-21-1-97. /К. А. Кожобаев, В. Е. Матыченков, Ш. Э. Усупаев и др./ 1997 г. – 12 с.
9. Инженерно-геологические основы районирования оползней юга Кыргызстана. Сарногоев А. К., Кравченко Е. П. Наука и новые технологии, Бишкек, 2000.
10. Проблемы изучения оползней юга Кыргызстана. Молдобеков Б. Д., Сарногоев А. К., Кравченко Е. П. Наука и новые технологии, Бишкек, 2000.
11. О тренде оползневых процессов юга Кыргызстана. Мелешко А. В. Наука и новые технологии, Бишкек, 2000.
12. Ерохин С. А., Санькова В. П., Отчет об инженерно-геологическом обследовании оползневых участков 1: 100 000 масштаба, с созданием электронной базы данных и разработке мероприятий по смягчению риска на территории Кыргызстана (на примере Чуйской области), Бишкек, 2006.
13. Ресснер З., Ветцель Х.-У., Кауфман Х., Сарногоев А.: Потенциал дистанционного зондирования и ГИС для оценки риска оползней в Южном Кыргызстане (Центральная Азия). Природные катастрофы, 35, 3, 395-416, 2005.



1.3 Проект 3: Сейсмическое микрорайонирование территории г. Бишкек

Ответственный исполнитель: Ж. Токмулин

1.3.1 Краткое название проекта

Сейсмическое микрорайонирование территории г. Бишкек

1.3.2 Содержание проекта

Ввиду быстрого темпа застройки г. Бишкек и множества спорных подходов в используемой строительной практике (Рис.1) на сегодняшний день существует острая необходимость в сейсмическом микрорайонировании его территории на современной количественной



Рис. 1: Пример используемой строительной практики на территории г. Бишкек.

основе. Кыргызстан расположен в области высокой сейсмической активности Центральной Азии. В соответствии с последней картой сейсмического районирования на территории Кыргызстана, семибалльная зона занимает - 8%, восьмибалльная - 49% и девятибалльная - 43% его территории (балльность по шкале МСК). Основное население республики проживает в районах, городах и населенных пунктах с сейсмичностью 8-9 баллов, где жизнь людей и объекты промышленного, гражданского и культурного назначения подвергаются

повышенной опасности, связанной с последствиями разрушительных землетрясений. Подтверждением этого являются десятки разрушительных землетрясений проявленных в пределах Центральной Азии, среди них наиболее сильное: Кеминское 3.01.1911 года 10-11 баллов, наиболее разрушительные: Верненское 8.06.1887 года 9-10 баллов, Ташкентское 1966 года с интенсивностью силой 8 баллов.

Объективная карта по точности сейсмического микрорайонирования территорий городов и крупных промышленных центров имеет большое экономическое и народно-хозяйственное значение, так как она способствует рациональному размещению строительных объектов, позволяет снижать затраты на строительство. Научно обоснованные количественные данные о характере сейсмического движения грунта при самых сильных для исследуемой территории землетрясениях позволяют применить антисейсмические мероприятия, гарантирующие устойчивость зданий, сооружений, и, естественно, сохранить жизнь людей.

В настоящее время в практике сейсмического микрорайонирования территорий городов, важных промышленных объектов и гидротехнических сооружений применяются два метода.

Первый – инженерно-геологический, основанный как на количественной, как и на качественной, эмпирически установленной зависимости приращения сейсмической



балльности от инженерно-геологических свойств различных грунтов. Этот метод оперативен, но недостатком его является то, что он не учитывает скоростных свойств сейсмического разреза, а также интерференционных явлений. Вследствие этого он не дает количественно полной информации о характере движения грунта при максимальных возможных землетрясениях для исследуемой территории, то есть максимальных амплитуд смещений, скоростей, ускорений, их периодов и длительности колебаний.

Второй метод – инструментальный, включающий в себя способ сейсмических жесткостей и способ амплитудно-частотных характеристик.

Способ сейсмических жесткостей основан на эмпирически установленной зависимости дифференциации интенсивности сейсмического воздействия на здания и сооружения от величины сейсмической жесткости грунтов, глубин залегания уровня грунтовых вод и мощности рыхлой толщи. Этот способ, будучи инженерно-геологическим в своей основе, ограничен учетом глубины разреза (десятки метров) и не позволяет получить полную информацию о сейсмическом движении грунта при сильном землетрясении.

Способ амплитудно-частотных характеристик основан на экспериментальном изучении колебаний различных грунтов от землетрясений. Существенное преимущество этого подхода перед остальными состоит в том, что он дает действительные колебания грунтов, а не расчетные. Большой период повторения катастрофических землетрясений (сотни и тысячи лет) снижает вероятность получения записей ускорений колебаний грунтов для различных инженерно-геологических характеристик непосредственно при проявлении сейсмической катастрофы.

Предполагается использование подхода экспериментального изучения амплитудно-частотных характеристик колебаний грунтов, возникающих от сильных землетрясений. Для этих целей необходимо осуществлять непрерывную запись сейсмических колебаний (записи землетрясений) одновременно в нескольких (до 300) точках, расположенных в различных грунтовых условиях на территории г. Бишкек. Полученные данные предполагается использовать для оценки влияния различных типов грунтов на основные характеристики сейсмических волн сильных землетрясений. Предварительная характеристика грунтовых условий будет дана на базе архивных материалов (сейсморазведочные, скважинные, гидрогеологические, инженерно-геологические и др.). Детальное изучение типов грунтов планируется проводиться в полевых условиях с помощью цифровых систем записи и сейсмометров (метод Накамура, микросейсмы). По итогам проведенных исследований предусмотрено создание карты сейсмического микрорайонирования с оценкой количественных параметров сейсмического воздействия.

Новая карта предназначена для Госстроя КР в качестве нормативного документа при моделировании разрушительных сейсмических событий и проектировании сейсмостойких зданий и сооружений.

1.3.3 Цели и методы проекта

Долгосрочные цели:

Составление карт сейсмического микрорайонирования на современном уровне для городов и населенных пунктов Кыргызстана и Центральной Азии в тех местах, где существует острая необходимость в этом – например, г. Алматы [1].

Краткосрочные цели:

Создание сети сейсмических станций на территории города Бишкек. Проведение сбора, обработка и анализ сейсмических данных. Изучение частотных характеристик грунтов с



помощью метода записей шумов с применением единичной станции. Определение параметров возможных сильных землетрясений рядом с г. Бишкек. Составление карты районирования по грунтовым условиям.

Методы:

- Инженерно-сейсмологический метод оценки количественных параметров колебаний грунтов от сильных землетрясений;
- Метод Накамура, оценки фундаментальной резонансной частоты в различных местах и, по возможности – где существуют ограничения относительно мощности осадочной толщи – построение скоростного разреза относительно S - волн [2].



Рис.2 Спутниковый снимок территории г. Бишкек со старыми (синий цвет) и новыми (красный цвет) границами города

1.3.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства

В Кыргызстане имеются различные архивные материалы, находящейся в ведении Госгеолагенства, Госстроя, Института Сейсмологии НАН КР и др., дающие возможность составить необходимую основу для предварительной инженерно-геологической и геотехнической характеристики территории. В 1975 и 1995 годах на территории города Бишкек проводились работы по сейсмическому микрорайонированию на качественной



основе [3]. С тех пор территория города расширилась значительно (Рис.2), возросли требования по количественной оценке сейсмической опасности и появилась возможность выполнить микрорайонирование с использованием современной аппаратуры и программного обеспечения. Функционирующие карты, по которым в Кыргызстане до сих пор осуществляется сейсмостойкое строительство, были нацелены на микрорайонирование по интенсивности (балльность по шкале МСК). В настоящее время для проектирования и строительства зданий используются количественные параметры сейсмического воздействия (амплитудно-частотные характеристики, максимальные ускорения). Отсутствие в Кыргызстане цифровых станций не позволяло ранее проводить подобные изыскания. Для выполнения данного проекта необходима установка сети акселерографов и сейсмометров.

1.3.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Данный проект будет выполняться совместными усилиями ЦАИИЗ (Отделы 1 и 4) и GFZ Potsdam (Отдел 2). Сотрудники GFZ Potsdam будут осуществлять свою деятельность в рамках программы Центрально-Азиатская Обсерватория Глобальных Изменений (CA GCO). Для сбора архивных материалов потребуются интенсивное сотрудничество со следующими организациями Кыргызстана: КыргызГИИЗ, Госстрой КР, Института Сейсмологии НАН КР и т.д. Предполагается сотрудничество с зарубежными организациями специализирующихся на подобных исследованиях, например, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Италия.

Согласование с проектом CA GCO:

Как было обозначено выше, предлагаемый проект сейсмического микрорайонирования территории г.Бишкек будет осуществлен совместными усилиями ЦАИИЗ Бишкек и GFZ Potsdam в рамках CA GCO, подзадача 2.2.2, которая имеет название «Поверхностные процессы как комплексный отклик геодинамики». Предлагаемая совместная деятельность будет основным вкладом в тему 1 для ЦАИИЗ и в подзадачу 2.2.2 для CA GCO как «Сейсмическое микрорайонирование урбанизированных территорий».

Намерением проекта является установка временной сети сейсмических станций для сейсмического микрорайонирования в масштабах урбанизированной территории. Станции этой сети будут использованы для временных измерений шума, а также землетрясений методом микро-профилей. Планирование месторасположения сети, полевые наблюдения, анализ шума, а также использование записей землетрясений для оценки местного отклика среды будут осуществлены в тесном сотрудничестве.

Ответственные исполнители от GFZ: Проф. Й.Цшау (Руководитель темы)

Др. С.Паролай (Руководитель проекта)

1.3.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

Продолжительность проекта – 2008-2009 г.г.

2008:

- Установка временной сети на урбанизированной территории и координация деятельности совместно с органами городского правления;



- Организационно-подготовительные работы по обучению, сбору, транспортировке и установке аппаратуры;
- Проведение полевых обследований (в течении нескольких недель) с помощью 15-20 станций по измерению сейсмического шума, обработка данных;
- Установка временной сети для записи землетрясений (на несколько месяцев), обработка данных и анализ.

2009:

- Продолжение регистрации землетрясений, обработка их записей и анализ;
- Количественная оценка сейсмических воздействий и построение карты сейсмического микрорайонирования г. Бишкек;
- Подготовка окончательного отчета, подготовка и опубликование результатов.

Трудозатраты:

- 1 отдел – 138 чел./мес.

Требуемые наблюдения/данные и оборудование:

- Цифровые сейсмические станции EDL, снабженные сенсорами Mark 1HZ (15-20 шт.) для получения профилей S-волн в типичных местах;
- Портативные системы типа Guralp (1 шт.) для записей сейсмического шума;
- Датчики для регистрации сильных смещений;
- Широкополосные цифровые сейсмические станции типа STS-2 (3 шт.) для записи землетрясений;
- Программное обеспечение для спектрального анализа записей землетрясений;
- Инженерно-геологические и геотехнические материалы.

Литература:

1. «Снижение сейсмического риска зданий и сооружений города Алматы при сильных землетрясениях» - Международная научно-практическая конференция, г.Алматы, 29-30 Октября, 2007 г.
2. Nogoshi M. and T. Igarashi, 1971. On the amplitude characteristics of microtremor (part 2) (in japanese with english abstract). Jour. Seism. Soc. Japan, 24, 26-40.
3. А.Т.Турдукулов. Количественные параметры сейсмических воздействий и проблемы сейсмостойкого строительства в горных условиях, Известия НАН КР, 2007.



2 Тема 2: Климат и вода

Руководитель темы: А. Мандычев

2.1 Проект 4: Изучение и мониторинг ледника Иныльчек с целью определения баланса ледника, его морфологических, динамических характеристик, а также климатических и гидрологических условий

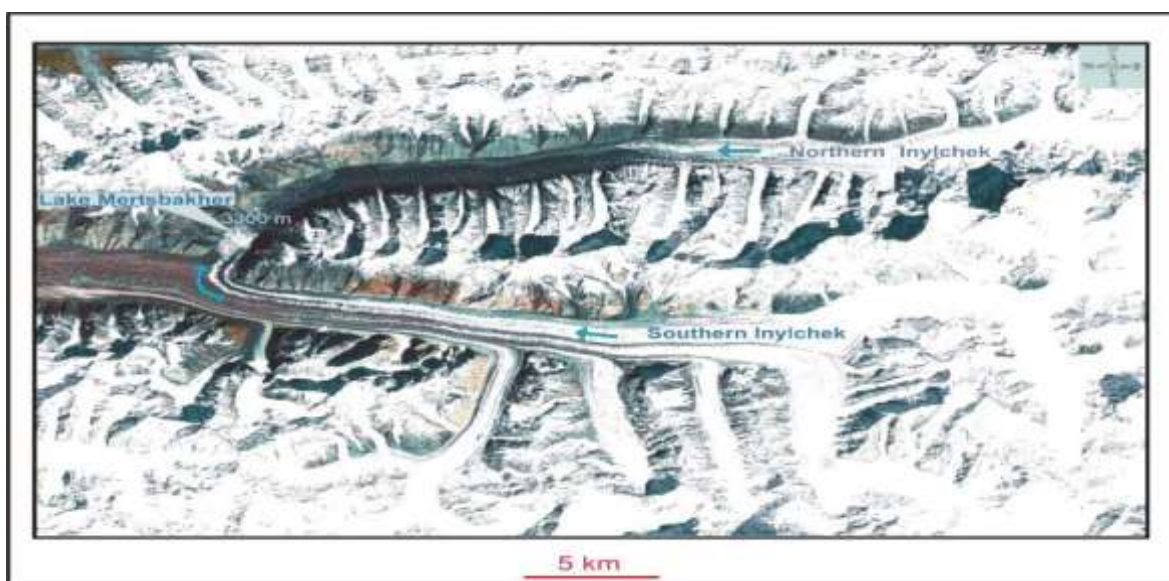
Ответственный исполнитель: Р. Усубалиев

2.1.1 Краткое название проекта

Изучение ледника Иныльчек

2.1.2 Содержание проекта

Тянь-Шаньские горные хребты Кыргызстана расположены в уникальном не затронутом антропогенным воздействием обширном ледниковом регионе, который представляет главный резервуар водоснабжения обширной части Центральной Азии. Причина деградации оледенения в этой области, наблюдаемая в последние десятилетия заключается в климатических изменениях. Это ведет к активизации селевых потоков, паводков и прорывов ледниковых озер в высокогорной области Кыргызстана. Крупнейшее из известных подпруженных ледниковых озер, ледниковое озеро Центральной Азии – озеро Мерцбахера отличается одним из наиболее регулярных, ежегодно повторяющихся прорывных ледниковых паводков. На этом ключевом участке возможно изучение гидрологических, климатических изменений и возмущений атмосферной циркуляции в региональном и глобальном масштабе. В проекте изучаются такие факторы, как климатический, гидрологический и собственно гляциологические параметры ледника Иныльчек.



Проект по изучению глубокого ледового керна ледника Иныльчек, запланированный на 2009 год японскими, американскими и немецкими учеными, поддерживаемыми ЦАИИЗ, позволит в дальнейшем уточнить понимание истории в разрезе (около 1000 лет) глобального и регионального климатического режима и соответствующих физических процессов, повлиявших на изменчивость водно-ледниковых ресурсов и окружающей среды в регионе.

В процессе гляциологических исследований предполагается исследование изменения массы ледника на основе наблюдений за морфометрическими параметрами на репрезентативных участках, скорости движения верхней части ледника на основе методов дистанционного радарного зондирования, GPS измерений и непосредственных топографических измерений. В процессе исследований предполагается выявить влияние изменения климатических параметров на изменения баланса ледника, стока реки Иныльчек и режима прорывного стока озера Мерцбахера. Искомая информация имеет важное значение для освоения бассейна реки Сарыджаз.

Автоматические метеостанции будут предоставлять информацию о температуре, влажности, атмосферном давлении, ветре и суммарной солнечной радиации.

Запланировано установить несколько непрерывных GPS/GLONASS станций для изучения механизма прорыва озера Мерцбахера. Предполагается так же, более точное определение летнего ледникового стока отдельно по ледникам Северный и Южный Иныльчек с использованием трассеров в виде краски или соли.

Для получения более достоверной информации по леднику Северной Иныльчек, измерения будут выполняться несколько раз по плотной сети GPS станций.

Колебания уровня воды озера Мерцбахера и ледовой поверхности озера будут регистрироваться, разработанным ЦИЗ OpenGPS – датчиком, с использованием технологии лазерного сканирования и веб - камерой высокого разрешения, которые обеспечат мониторинг постоянных изменений поверхности. Так же будет исследован механизм прорыва ледовой дамбы. В долгосрочной перспективе автоматическая система, основанная на технологии OpenGPS, будет применена для мониторинга опасных прорывов на других высокогорных озерах Тянь-Шаня и региона Центральной Азии.

Все полученные данные будут включены в GIS «Иныльчек» и будучи частью Геобазы данных по Центральной Азии (см.проект 6) и будут доступными для разработки моделей режима озера Мерцбахера, реки Иныльчек, динамики ледника Иныльчек.

Важная часть проекта будет состоять из сбора и анализа климатической, гидрологической информации с использованием данных автоматических метеостанций и гидропостов вблизи ледника Иныльчек, что поможет экстраполировать закономерности формирования климата и стока в данном регионе.

Другая исследовательская работа будет включать снегомерную съемку, наблюдения за движением льда и его абляцией. Структура ледника, его мощность, физико-механические свойства льда будут определяться мелкофокусным широкополосным сейсмическим зондированием или пенетрационным георадаром.

Полученные результаты станут важным вкладом для планирования и осуществления безопасного хозяйственного развития бассейна реки Сарыджаз, в частности, для проектирования, строительства и эксплуатации гидроэлектростанций в этом регионе. Кроме этого они послужат основой для оценки и прогноза климатической и экологической изменчивости в Центрально-Азиатском регионе.



2.1.3 Цели и методы проекта

Долгосрочные цели:

Основной целью данного проекта является получение основных климатических, гидрологических, гляциологических параметров по ледникам Южный и Северный Иньльчек, реке Иньльчек и озеру Мерцбахера. Для реализации этой цели предполагается организация мониторинга долговременной и кратковременной динамики системы ледника Иньльчек с установкой и использованием комбинированной сенсорной системы дистанционного зондирования и инструментов на месте исследования. Параметры временных рядов по этим системам регионального исследования и данные, полученные на основе их анализа, станут неотъемлемой частью Геобазы данных по Центральной Азии.

В долгосрочной перспективе продолжительный мониторинг динамики ледника сделает необходимым строительство малой станции наблюдений на большой высоте, которая позволит расположить там специальную технику, расходные материалы и людей.

В долгосрочной перспективе проектная команда нацелена на изучение и понимание регрессии ледника Иньльчек и изменений в динамике ледников в связи с глобальными климатическими изменениями и их воздействием на водный баланс в Центральной Азии. Особое внимание будет сосредоточено на выявлении факторов и процессов, которые являются причиной прорыва ледовой плотины озера Мерцбахера и развитие объединенной системы дистанционного зондирования для мониторинга природной катастрофы в виде прорыва ледовой плотины. В этом аспекте будет изучаться влияния кратковременного движения большой массы воды в течение прорыва ледовой плотины на региональную сейсмичность и тектоническую структуру.

Предполагается расширение анализа данных станций Глобальной Навигационной Спутниковой Системы (GNSS), до интегрированного водно-парового мониторинга (ИВП) над исследуемым районом и в дальнейшем использование всей вышеупомянутой методики развитого дистанционного мониторинга в других горных регионах Центральной Азии.

Краткосрочные цели:

Наиболее срочной кратковременной задачей для достижения значительного продвижения в понимании динамики системы ледника Иньльчек и ее связи с региональной геологической, гидрологической и атмосферной подсистемой является последовательный сбор долговременного ряда параметров, необходимых для объяснения, моделирования и прогноза гляциальной, водной, атмосферной подсистем, в аспекте возникновения возможных рисков геокатастроф и развития водных ресурсов. Этот процесс включает систематический сбор уже имеющихся и полученных недавно данных, в частности, данных по абляции льда, скорости движения льда, гидрологических, гидрохимических и метеорологических параметров, получаемых как по наблюдениям дистанционного зондирования, повторяющимся полевым измерениям и измерениям по непрерывно работающим в регионе наземным регистрирующим и передающим сенсорным станциям.

Таким образом, во-первых в краткосрочной перспективе будет иметь первостепенное значение сбор и архивация исторических данных, а так же установка нескольких автоматических метео-, гидрологических и геодезических сенсорных станций, обеспеченных космической коммуникационной системой в суровых условиях ледника Иньльчек.



Во-вторых, передача данных дистанционным методом, позволит изучить опыт работы с достоверным потоком данных, получить качественные индивидуальные сенсорные параметры и осуществить обработку и передачу данных внешним пользователям. И, в-третьих, в качестве результата анализа полученных данных будут разработаны критерии оценки водно-ледового баланса ледника Иньльчек, на основе многофакторных моделей взаимосвязи основных природных факторов, определяющих функционирование и эволюцию системы ледника Иньльчек.

Методы:

- Техника дистанционного зондирования (оптическое мультиспектральное, гиперспектральное и перманентно - отражающая техника);
- Пространственно-геодезический мониторинг (Глобальная система позиционирования (GNSS), GPS – рефлектотометрия, GPS – атмосферное зондирование, гидрометеорологические станции);
- Полевые измерения гидрологических, гляциологических параметров (измерение расходов воды, снегомерная съемка, установка реек, термисторов);
- Наблюдения за изменением уровня воды озера с использованием непрерывных радарных средств измерений;
- Наблюдение за смещением реек с помощью топографической лазерной станции (Total station);
- Определение структуры ледника, его мощности, физико-механических параметров льда с помощью портативной цифровой мелкофокусной широкополосной 48 - канальной сейсмической станции или пенетрационного георадара;
- Основанный на GIS пространственно - временной процесс моделирования.

2.1.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства

Значительный вклад в исследование ледников на территории Кыргызстана внесли: Авсюк Г.А.(1956), Бондарев Л.Г.(1975), Сыдыков Дж.С.(1976), Забиров Р.Дж.(1981), Баков Е.К.(1985), Кошоев М.К.(1986), Ермолов А.А.(1990), Максимов Е.В.(1995), Осмонов А.О.(1995), Диких А.Н.(2005), Кузмиченок В.А.(2006), Усубалиев Р.(2006), Айзен В.В.(2007). Основные сведения по ледникам Кыргызстана и сопредельных республик содержатся в Каталоге ледников СССР (1968-1982гг), а так же отображены на карте «Современное оледенение» масштаба 1:500.000 из серии природные ресурсы Киргизской ССР, которая составлена по космическим снимкам 1977-1980 гг. В последние годы эта информация обновляется редко и лишь по отдельным ледникам.

По району ледника Иньльчек и рек Иньльчек, Сарыджаз имеется незначительная гляциологическая, климатическая и гидрологическая информация. В 2005 г. ситуация была улучшена экспедицией, выполненной в тесном сотрудничестве с GFZ (Михайлев В., Ветцель Х. и др.), когда были получены новые уникальные сведения по балансу ледника Иньльчек, ледниковому стоку, скорости движения льда, характеру колебания уровня озера Мерцбахера, а также были составлены спутниковые карты района ледника масштаба 1:25.000, 1:50.000. Данные исследования являются только началом интенсивного исследовательского процесса и требуют продолжения в будущем в течение многих лет.

В настоящее время идет сбор и изучение фактического материала по району ледника Иньльчек и рек Иньльчек, Сарыджаз (климатические, гидрологические, гляциологические



параметры, данные дистанционного зондирования). Эта информация позволит более точно выполнить планирование полевых работ, как по объему, так и по содержанию. Эти материалы так же будут включены в базу данных и будут в дальнейшем использованы для анализа системы ледника Иньльчек и бассейна реки Сарыджаз. Освоена методика GPS – измерений, которые будут использованы для измерения скорости движения поверхности ледника.

К специальным требованиям для выполнения проекта относятся:

- Необходимость как минимум в 3 -х непрерывных GNSS станций, оборудованных метеорологическими датчиками;
- Передача данных при помощи комбинации земного (радиопередача) и космического (VSAT) коммуникационного оборудования;
- Управление разработанным в GFZ открытым петлевым GNSS приемником для рефлектометрии и однолетнее содержание этой системы;
- Как минимум 10 часов полетного времени вертолета.

2.1.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект предполагается выполнить сотрудниками второго и четвертого отделов ЦАИИЗ в тесном сотрудничестве с учеными отдела «геодезия и дистанционное зондирование» GFZ. В проект будут вовлечены исследователи Главного управления по гидрометеорологии при МЧС КР, Кыргызско-Славянского университета, Института водных проблем, Института геологии НАН КР и других Центрально-Азиатских стран.

Дополнительными иностранными партнерами проекта будут:

- Германский аэрокосмический центр, г. Оберпфафенхофен;
- Технический университет, Компьютерная обработка и дистанционное зондирование, г. Берлин;
- Комиссия по гляциологии Баварской академии наук, г. Мюнхен;
- Институт имени А. Вегенера полярных и морских исследований, г. Бремерхафен;
- Исследовательское учреждение гидротехнического строительства, гидрологии и гляциологии Швейцарского федерального института технологии, г. Цюрих;
- Университет штата Айдахо, колледж минеральных и земных ресурсов, г. Москва, США;
- Университеты Нагойя и Киото, Япония;

Согласование с проектом CA GCO

Предлагаемый проект имеет непосредственную связь с подзадачей 2.1.2 «Гидрологический цикл и аридизация: Проблема водного менеджмента и почв, растительность, землепользование, стратегии снижения бедности» проекта «Центрально-Азиатской обсерваторией глобальных изменений» (CA GCO) и, в частности, с подразделом «Водный цикл», где представлены намерения по наблюдениям и моделированию различных аспектов водного цикла (включая ледники) и соответствующие риски (включая прорывы ледниковых озер - GLOFs). В краткосрочной перспективе предполагается тесная координация работы ЦАИИЗ совместно с CA GCO, которая планирует установить действующую систему мониторинга (гляциология, климатология, гидрология) вблизи системы ледника Иньльчек. В дополнение к этим работам по развитию инфраструктуры, обеими сторонами уже начаты разработки



региональных гидрологических и климатических моделей. Создаваемые базы данных будут дополнены новыми данными дистанционного зондирования, данными различного вида, полученными на местах и архивными данными из вышеназванных источников.

Ответственные исполнители от GFZ: Д-р А. Хельм (система мониторинга)

Д-р У. Ветцель (техника ДЗ)

Д-р В. Михайлев (гляциология)

Д-р. А. Гюнтер (гидрология)

2.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

Продолжительность проекта – 2008-2009 г.г.

2008:

- Подготовительный сбор и анализ данных дистанционного зондирования, фактического материала по климатическим, гидрологическим условиям и параметрам ледников Северный и Южный Иньльчек, озеру Мерцбахера и рекам Иньльчек, Сарыджаз для планирования полевых работ;
- Полевая кампания Иньльчек 2008 для (1) установки приемников непрерывного мониторинга GPS/GLONASS, автоматических метеостанций, гидропостов, и коммуникационной антенны VSat, (2) выполнение небольшой гидрологической, гляциологической и GPS измерительной кампании, (3) поддержка геофизической разведывательной работы в аспекте подготовки проекта извлечения ледяного керна в сотрудничестве с американскими, японскими и немецкими группами, планируемой на 2009 год;
- Поддержка создания ледникового компонента Геобазы данных по центральной Азии с определением гляциологических, гидрологических данных и метаданных;
- Введение существующих гляциологической, гидрологической, геодезической и метеорологической информации в Геобазу данных по центральной Азии.

2009:

- Продолжение сбора и анализа данных дистанционного зондирования, метеорологических, гидрологических, гляциологических данных, GPS параметров, полученных по сети автоматических станций и в процессе первой полевой кампании;
- Анализ полученных данных и развитие многофакторной модели взаимосвязи климатических, гидрологических и гляциологических элементов системы ледника Иньльчек;
- Дополнение Геобазы данных по Центральной Азии климатическими, гидрологическими и гляциологическими данными, результатами обработки данных и моделирования по Центрально-Азиатскому региону;
- Разработка GIS моделей режима озера Мерцбахера и динамики ледника Иньльчек, определение составляющих его водного баланса;
- Разработка обоснования предварительной схемы системы раннего предупреждения о прорыве озера Мерцбахера.



Трудозатраты:

- 2 отдел – 34 чел./мес.;
- 4 отдел – 10 чел./мес.

Требуемые наблюдения/данные и оборудование:

- Обнаружение движения с высокой точностью и частотой:
 - космическая геодезия: сетевые приемники GPS/GLONASS и пакет программ для определения местоположения, программное обеспечение для анализа сигнала GPS – рефлектотрии;
 - геодезические наземные исследования: угловые и дистанционные измерения с помощью исследовательского оборудования и тотальной станции;
 - спутниковое дистанционное зондирование: спутниковые данные SAR с различной длиной волны и программы обработки данных DInSAR и поляриметрической SAR;
- Топография/ съемка крупномасштабных деформаций:
 - спутниковое дистанционное зондирование: DEM на основе обработки оптических с высоким разрешением и радарных данных и съемка крупномасштабных деформаций средствами DInSAR и обработкой оптических изображений, программные средства для обработки данных различного применения;
- Геологическая съемка:
 - полевая геология: полевые обзоры геологических структур, выявление деятельности новейших разломов радиометром радона;
- Физические и химические параметры тела ледника:
 - наблюдения за его толщиной, структурой, плотностью с применением георадарной системы;
 - химический состав речных и ледниковых вод: ионометр и полевая лаборатория;
- Измерение гидрологических параметров:
 - измерение скорости течения в реках;
 - измерение расхода в реке с помощью системы Q-liner;
- Параметры климатического и погодного воздействия:
 - спутниковая геодезия: данные GPS/GLONASS для определения содержания водяного пара в атмосфере;
 - приземная метеорология: автоматическая сеть метеостанций для наблюдения за температурой и осадками.

Литература:

1. Авсюк Г.А. Ледники горного узла Хан -Тенгри – Иныльчек и Семенова. //Тр. Ин-та географии АН СССР, т. XLV, 1950.
2. Авсюк Г.А. Температурное состояние ледников. //Изв. АН СССР, сер. Геогр. № 1, 1955. Температура льда в ледниках. Работы Тянь - Шаньской физ.-геогр. Станции, вып. 5, 1956.
3. Бондарев Л.Г., Забиров Р.Д. Колебания ледников Внутреннего Тянь-Шаня в последние десятилетия. //МГИ. – Вып.9. – М., 1964. – С.125-130.



4. Бондарев Л.Г. О полувековом развитии некоторых Тянь-Шанских ледников. //Некоторые закономерности оледенения Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1971. – С.120-129.
5. Забиров Р.Д., Баков Е.К., Диких А.Н., Осмонов А.О. Основные закономерности и масштабы современного оледенения Киргизии. //Материалы симпозиума «География в Киргизии» VII съезда Географического общества СССР 22-27 сентября 1980г. г.Фрунзе. – Фрунзе: Илим, 1980. – С.30-46.
6. Бондарев Л.Г. Ледники и геотектоника. - Л., 1975. – 132 с.
7. Сыдыков Дж.С.Основные закономерности современного оледенения южного склона хребта Кунгей Ала-Тоо. //Оледенение Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1976. – С.15-34.
8. Баков Е.К. Закономерности движения и динамики ледников Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1983. – 136С.
9. Баков Е.К. Колебания долинных ледников Центрального Тянь-Шаня и прогноз их динамики на будущее. //Материалы IV съезда ГО Кирг. ССР. – Фрунзе, 1985. – С.62-63.
10. Ермолов А.А., Солодков П.А., Фирсов М.И. Колебание ледников Ак-Суу Восточный, Ак-Суу Западный и Долоната за период 1921-1982гг. //Тр. САНИИ, в.117/198, 1986. – С.103-110.
11. Кошоев М.К. Колебание ледников Центрального Тянь-Шаня в XX веке. //Режим ледников Центрального Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1986. – С.31-59.
12. Кузьмиченок В.А. Технология и возможности аэрофотографического картографирования изменений ледников (на примере оледенения хребта Ак-Шыйрак). //МГИ. – Вып.67. – М., 1989. – С.80-87.
13. Максимов Е.В., Осмонов А.О. Особенности современного оледенения и динамика ледников Киргизского Ала-Тоо. – Бишкек: Илим, 1995. – 200 С.
14. Диких А.Н. Сокращение оледенения на Тянь-Шане в XX – начале XXI вв: результаты кернового бурения и измерения температуры в скважинах. //МГИ вып. 98, М. 2005, с.175-182. Соавторы: В.Н. Михаленко, С.С. Кутузов, Ф.Ф. Файзрахманов, О.В. Нагорнов, Л.Г. Томпсон, М.Г. Кунахович, С.М. Архипов, Р.А. Усубалиев.
15. Усубалиев Р. Использование данных дистанционного зондирования для исследования деградации ледников. //Наука и новые технологии. – № 5-6. – Бишкек, 2006. – с.268-271. Соавторы: Тыныбеков А.К., Куленбеков Ж.Э.
16. Айзен В., Айзен Е., Кузмиченок В., Аржан Б., Суразаков Изменения ледников в центральном и северном Тянь- Шане на протяжении последних 140 лет на основе наземных и дистанционных данных., Анналы гляциологии 43, 2006.
17. Айзен В., Айзен Е., Кузмиченок В., Геоинформационное моделирование возможных изменений водных ресурсов в Центральной Азии. Глобал -01162; № стр. 18; принято 19 июля 2006. [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
18. Айзен В., Айзен Е., Кузмиченок В., Гляциальные и гидрологические изменения в Тянь-Шане: моделирование и прогноз, Письма экологических исследований, 2007.



2.2 Проект 5: Изучение закономерностей поверхностного стока южного Кыргызстана в связи с изменением климата с целью оценки интенсивности эрозионных процессов и переноса осадков в бассейне Токтогульского водохранилища

Ответственный исполнитель: А. Шабунин

2.2.1 Краткое название проекта

Поверхностный сток в бассейне Токтогульского водохранилища

2.2.2 Содержание проекта

В соответствии с глобальными климатическими изменениями важное значение приобретает изменение поверхностного стока в Центрально-Азиатском регионе. Климатические изменения тесно взаимосвязаны с проблемой обеспечения качественными водными ресурсами и деградацией земель в результате эрозии.

В рамках проекта предполагается сбор и анализ ранее полученного фактического материала по наблюдениям за величиной атмосферных осадков, температуры, речного стока и непостоянного стока по метеорологическим станциям и гидропостам Южного Кыргызстана. При этом, более детальные исследования предполагаются в бассейне Токтогульского водохранилища, где дополнительно будут выполнены полевые исследования интенсивности эрозионных процессов и величины твердого стока, поступающего в водохранилище.

Для этой цели предполагается установка автоматической метеостанции. Предполагается так же широкое использование методов дистанционного зондирования. Будут использованы данные различных спутников (например, высокого разрешения: Landsat,



ASTER, CHRIST-PROBA, ALOS – данные или низко- и высоко-детальные радиометрические, спутниковые данные SeaWiFS, MODIS, MERIS), которые будут использованы для детектирования наземного поступления седиментов в Токтогульское водохранилище и оценки концентрации взвешенного материала в верхнем слое водохранилища. Часть потока наземного поступления будет прослеживаться спектро-радиометрически. Данные

на основе дистанционного зондирования предоставят необходимую информацию для моделирования, а именно, информацию о снежном покрове, изменении тенденции в



использовании земли, поступлении седиментов за счет оползней и увеличения земной поверхности при отступлении ледников. Для оценки количества попадающего в водохранилище твердого стока предусматривается опробование притоков с выполнением гидрометрических работ и определением концентрации и отбором образцов переносимого терригенного материала. Данные полевых съемок будут использоваться для расчета моделей с использованием следующих программ: DYRESM - для моделирования смещения в водохранилище, WaterGap – для гидрологической модели, AGNPS – для эрозионной модели.

Для анализа временных рядов климатических и гидрологических параметров будут разработаны наиболее приемлемые подходы с использованием как традиционных математических методов определения периодичности, так и новых, основанных на представлении об атмосфере и гидросфере как об детерминировано – стохастических колебательных системах.

В определении интенсивности эрозионных процессов и масштаба их развития в пространстве будут широко использованы методы дешифрирования и анализа космических и аэрофотоснимков, в том числе и с использованием GIS. Разработанная методика оценки эрозии и переноса терригенного материала может быть перенесена на другие бассейны стока региона.

На основе результатов исследований будут уточнены закономерности изменения поверхностного стока в связи с климатическими изменениями. Это поможет разработать рекомендации по предупреждению эрозионной деградации земель и мерам по борьбе с заилением водохранилищ.

2.2.3 Цели и методы проекта

Долгосрочные цели:

Основной долгосрочной целью данного проекта является изучение закономерностей связи климатических изменений, поверхностного стока, интенсивности эрозионных процессов и масштабов твердого стока в Токтогульском водохранилище и его окрестностях. Это изучение будет базироваться на сборе и анализе имеющегося фактического материала и параметров вышеуказанных процессов.

В результате предполагается создание объединенных гидрологической и эрозионной моделей для бассейна Токтогульского водохранилища. Успешное выполнение проекта позволит разработать рекомендации по мерам предупреждения эрозии земель и заиления водохранилища. Методический опыт будет использоваться при решении аналогичных проблем на подобных объектах Кыргызстана и соседних стран центрально-азиатского региона.

Краткосрочные цели:

В краткосрочной перспективе запланировано выполнить климатические, гидрологические исследования в бассейне Токтогульского водохранилища на основе имеющихся фактических данных, дистанционного зондирования и непосредственных измерений в полевых условиях.

Предусматривается формирование базы данных, содержащей климатические параметры, гидрологические параметры рек, временных водотоков и водохранилища, параметры эрозионных процессов.

На основе полученных данных будут выявлены основные закономерности взаимосвязи климатического, гидрологического и эрозионного факторов, и выполнена оценка водного



баланса как бассейна водохранилища, так и динамики твердого стока.; это послужит основой для разработки пилотных гидрологической и эрозионной моделей.

Методы:

- Дистанционное зондирование SAR и получение региональных данных посредством радиометрической системы, а так же анализ временных рядов осадков, температуры и речного стока;
- Наземный мониторинг атмосферных осадков, температуры, речного стока;
- Полевые работы и лабораторные анализы (метеорологические, гидрометрические наблюдения, оценка эрозионных процессов и скорости образования седиментов);
- Моделирование водного баланса и баланса седиментов.

2.2.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства

Климатические и гидрологические исследования на территории Кыргызстана имеют достаточно длительную историю. В настоящее время в Управлении гидрометеорологии имеются данные по климатическим параметрам и величине речного стока за несколько десятков лет по гидропостам и метеостанциям на территории Кыргызстана. В частности, имеются ряды наблюдений за климатическими параметрами начиная с 1881г. (Каракол, Ош), с 1885г. (Нарын), полученные на метеорологических станциях государственной гидрометеорологической службы. За последние десятилетия сеть метеостанций значительно сократилась, но, тем не менее, гидрометеорологические наблюдения продолжаются. По территории республики имеется ряд обобщающих работ выполненных в прошлые годы: «Климат Киргизской ССР». под общ. ред. З.А. Рязанцевой, 1965, «Атмосферные осадки Киргизии», П.Н. Пономаренко, 1976, «Научно-прикладной справочник по климату СССР». Серия 3. Выпуск 32. Части I - VI., 1989, в которых рассматриваются вертикальная зональность климата и особенности его изменения по территории в зависимости от рельефа, направлений атмосферных вторжений. В последние годы изучению климата посвящены работы Подрезова О.А.(2006)

Речной сток на территории Кыргызстана достаточно хорошо изучен в советский период («Ресурсы поверхностных вод СССР», т. 14, 1967-1987, «Водные ресурсы рек советского Тянь-Шаня и методы их расчета», М.Н.Большаков, 1974) и в последующие периоды на гидропостах государственной гидрометеорологической службы. У этой службы имеются базы данных по внутригодовому распределению стока и среднему многолетнему стоку. В последние десятилетия исследования по речному стоку были опубликованы Позмоговым В.А.(1972), Аламановым С.К.(1977), Карамолдоевым Д.(1990), Эргешовым А.А.(1991), Сумароковой В.В.(1973), Бажановой Л.В.(2005). Менее изучен непостоянный сезонный сток и эрозионные процессы. Изучению твердого стока на территории Кыргызстана посвящено диссертационное исследование Чодураева Т.М.

Непосредственно изучением гидрологии бассейна Токтогульского водохранилища в разные годы занимались Шабунин Г.Д., Романовский В.В., Досаев Р.А.(1981), Матыченков В.Е. (2001), специалисты Токтогульской ГЭС(2006) и Управления гидрометеослужбы (1977-2006). Результаты исследований содержатся в специальных отчетах и статьях.

В настоящее время в ЦАИИЗ начат сбор и изучение фактического материала по району Токтогульского водохранилища и соседней территории. Сведения включают климатические, гидрологические, гидрохимические и эрозионные параметры, а так же



данные дистанционного зондирования, что позволит более точно выполнить планирование полевых работ, как по объему, так и по содержанию.

К специальным испрашиваемым средствам в данном проекте относятся:

- космические снимки различной детальности и на разное время съемки, необходимые для анализа интенсивности эрозионных процессов;
- автоматическая метеостанция и инструменты для гидрометрических измерений и определения величины твердого стока, в том числе и на акватории Токтогульского водохранилища;
- эхолот для исследования структуры и мощности седиментов водохранилища;
- малые суда для исследований на акватории водохранилища.

2.2.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект предполагается выполнять совместными усилиями 2, 3 и 4 отделов и в сотрудничестве с Институтом водных проблем и гидроэнергетики, Институтом геологии НАН КР, Институтом ирригации, Главным управлением по гидрометеорологии при МЧС КР и с учеными из Центрально-Азиатских республик. Тесные рабочие отношения запланированы с отделами GFZ Потсдама: секция 5.4 – Инженерная гидрология, секция 1.4 – Дистанционное зондирование, секция 3.3 – Динамика климата и седименты.

Согласование с проектом CA GCO

Предлагаемый проект связан с подзадачей 2.1.2 «Гидрологический цикл и аридизация: Проблема водного менеджмента и почв, растительность, землепользование, стратегии снижения бедности» проекта «Центрально-Азиатской обсерватории глобальных изменений» (CA GCO) и, в частности, с его подразделом «Водный цикл», где запланировано изучение динамики поверхностных вод, а так же предполагается построение региональной гидрологической модели и моделирование климата.

В краткосрочной перспективе ЦАИИЗ планирует в рамках CA GCO организацию гидрологической мониторинговой системы (климатология, гидрология), а также обмен результатами исследований полевых кампаний.

Ответственные исполнители от GFZ: Д-р У. Ветцель (техника ДЗ)

Др. А. Гюнтер (гидрология)

N.N. (эрозия почвы)

2.2.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

Продолжительность проекта – 2008-2009 г.г.

2008:

- Начальный сбор и анализ данных дистанционного зондирования, фактического материала по климатическим, гидрологическим, эрозионным параметрам в бассейне Токтогульского водохранилища и на прилегающей территории;
- Установка автоматической метео- и GNSS станций, инструментальное измерение параметров эрозионных процессов и интенсивности переноса седиментационного материала во время полевых работ;



- Оказание поддержки в создании раздела базы геоданных по метеорологическим, гидрологическим, эрозионным параметрам;
- Анализ полученных данных и построение многофакторной модели взаимосвязи климатических, гидрологических, эрозионных процессов.

2009:

- Продолжение сбора и анализа данных дистанционного зондирования, метеорологических, гидрологических, эрозионных данных;
- Повторные полевые работы, измерение новых гидрологических, эрозионных, GPS параметров, дешифрирование в полевых условиях данных дистанционного зондирования;
- Продолжение пополнения раздела базы геоданных метеорологическими, гидрологическими, эрозионными параметрами, а также соответствующими метаданными;
- Разработка предварительных гидрологических и эрозионных моделей, оценка водного и седиментационного баланса Токтогульского водохранилища.

Трудозатраты:

- 2 отдел – 50 чел./мес.;
- 3 отдел – п.о. чел./мес.;
- 4 отдел – 10 чел./мес.

Требуемые наблюдения/данные и инструменты:

- Гидрологические наблюдения:
 - Наземные характеристики: использование земли, топография, гидрографическая сеть, формы эрозии и их распространение;
 - Дистанционное зондирование: данные оптических и радарных спутниковых датчиков высокого разрешения и программы обработки этих данных;
 - Космическая геодезия: процедура наблюдений по региональной сети GPS, наблюдения за уровнем водохранилища с помощью GPS - рефлектотрии, программы анализа сигналов;
 - Геодезическая наземная съемка: геодезические наблюдения на тотальных станциях и традиционном геодезическом оборудовании;
 - Гидрологические исследования: LOG_aDSLIP - система эхолокации для исследования дна водоемов;
- Распределение водных ресурсов:
 - Дистанционное зондирование: данные оптических и радарных спутниковых датчиков высокого разрешения и программы обработки данных для различного применения;
 - Измерение течений: определение скоростей течений в реках;
 - Измерения расходов: Qliner – система измерения расхода воды в реке;
- Химические свойства воды водохранилища и рек:
 - Гидрохимические анализы: иономер и полевая лаборатория;



- Метеорологические и климатические параметры:
 - Наземная метеорология: температура и осадки по сети автоматических метеостанций;
 - Спутниковая геодезия: распределение водяного пара в нижних слоях атмосферы по данным GPS – анализа.

Литература:

1. Ильин И.А. Водные ресурсы Ферганской долины. - Л.: Гидрометеиздат, 1959.
2. Гидрологическая изученность. Т.14. Вып. 1. Средняя Азия. Бассейн р. Сырдарьи.- Л.: Гидрометеиздат, 1964.- 231 с.
3. Кузнецова Ю.Ф. Мутность рек Киргизии // Сб. работ Фрунзенской ГМО. –Фрунзе, 1964.-Вып.1.- с.15-21.
4. Климат Киргизской ССР/Под редакцией З. А. Рязанцевой. – Фрунзе: изд. “Илим”, 1965. – 290 с.
5. Позмогов В.А. Вопросы методики расчета среднего многолетнего стока неизученных водотоков Киргизии: Автореф. дисс. канд. геогр. наук.- Фрунзе, 1972. - 182 с.
6. Большаков М.Н. Водные ресурсы рек советского Тянь-Шаня и методы их расчёта. Фрунзе: Издательство «Илим».1974.– 307с.
7. Пономаренко П.Н. Атмосферные осадки Киргизии.- Л. Гидрометеиздат, 1976. – 134 с.
8. Аламанов С.К. Исследование формирования и долгосрочный прогноз стока рек северо-запада Киргизии. - Автореф. дис. кан. геогр. наук. - М., 1977, 28 с.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 14. Средняя Азия, выпуск 2. Л.:Гидрометеиздат,1979 г.
10. Никитин А.М. Водные ресурсы и водный баланс озер и водохранилищ Средней Азии.- Л.:Гидрометеиздат, 1986. – 96 с.
11. Эргешов А.А. Методика исследования и оценка водного баланса горных территорий (на примере Кыргызстана). - Ош, 1991. - 134 с.
12. Биленко В.А. Анализ условий формирования и расчёт основных статистических характеристик стока малых рек Кыргызстана. Методическое руководство. Бишкек: КРСУ.2000.–31с.
13. Бажанова Л.В. Прогноз водности рек и распределения водных ресурсов на 2020 год. Фонды Проекта ГЭФ/ПРООН KYR /00 /G31. - Бишкек, 2002, -47 с.
14. Подрезов О.А. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений. Часть 1. Методы анализа с использованием статистик, аппроксимации распределений, регрессии, корреляции и проверки гипотез./ Кырг.-Рос.-Славян. ун-т.- Бишкек, 2003.-261 с.
15. Архивные фондовые материалы Кыргызгидрометеослужбы за 1929-2004гг.
16. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В.. Водные ресурсы горного Кыргызстана на современном этапе. – Бишкек: Илим, 2006. – 276 с.
17. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии. Аламанов С. К., Лелевкин В. М., Подрезов О. А., Подрезов А. О. Москва-Бишкек, 2006.
18. Чодураев Т. М. Водная денудация и ее влияние на горные геосистемы Кыргызстана (на основе анализа стока взвешенных наносов) Автореф. дисс. доктора географ. наук. – Бишкек, 2007, 49 с.



3 Тема 3: Системы информации и мониторинга

Руководитель темы: А. Зубович

3.1 Проект 6: База геоданных Центральной Азии

Ответственный исполнитель: М. Жантаев

3.1.1 Краткое название проекта

База геоданных Центральной Азии

3.1.2 Содержание проекта

Основой информационной системой ЦАИИЗ является База Геоданных (БГД) Центральной Азии. Главное назначение БГД – хранение данных в виде растровых и оцифрованных топографических и тематических карт, спутниковых и аэрофотоснимков, радарных данных, различной геофизической и геодезической информации (топографической, гравиметрической, электромагнитной, сейсмологической, метеорологической, данных дистанционного зондирования и производных данных) в виде двоичных записей или таблиц.

Первый шаг при создании базы данных – определение ее структуры. Для этого будет изучен опыт других организаций, имеющих наработки в этой области. В БГД данные могут поступать из различных источников: архивов данных, внешних Интернет-ресурсов, автоматических систем мониторинга ЦАИИЗ и других институтов Центральной Азии. Ввод и управление этой информацией будет поддерживаться системой управления базой данных (СУБД). Основное требование к ней – управление большим объемом разнородной информации, ориентированной на многих пользователей. Авторизированный доступ к базе данных, поиск и визуализация информации, частично работающая в режиме реального времени, должны производиться с использованием передовых Web-технологий. Кроме атрибутивной информации БГД будет содержать также метаданные, описывающие эту информацию. В целом база геоданных должна стать основой для анализа и интерпретации информации об эндогенных и экзогенных процессах, происходящих в системе Земля, с приоритетом на природные катастрофы и раннее оповещение в Центральноазиатском регионе.

3.1.3 Цели и методы проекта

Долгосрочные цели:

Основной целью данного проекта является создание БГД Центральной Азии с приоритетом на природные катастрофы. БГД будет включать как региональные, так и детальные (по районам) данные, накапливаемые из различных источников по мере развития базы (рис. 1). Топографическая основа будет определена для различных пространственных уровней, что позволит вводить данные различной пространственной детальности. Первоначально детальная БГД (по районам и аил окмоту) будет создаваться для обслуживания проектов, уже выполняемых в ЦАИИЗ. Кроме



пространственных данных БГД будет содержать геофизические и геодезические измерения и наблюдений различного уровня обработки (уровень 0 – “сырые” данные, уровень 4 – иерархически наивысшая обработка), получаемые от станций сетей мониторинга или из внешних источников, таких как глобальные центры геобазы данных.

БГД Центральной Азии должна стать точкой пересечения потоков данных от наземных станций, внешних архивов, производителей и партнеров ЦАИИЗ. С другой стороны, база должна служить интерфейсом для доступа к информации пользователей научного сообщества. Внешними компонентами БГД ЦА должны быть руководство по загрузке данных (для ввода данных), Центр очистки информации (поиск данных на web-основе) и информационное хранилище (копирование данных на ftp-основе). Задачами БГД ЦА являются архивирование данных и их долговременное хранение (функции Центра данных), скачивание, мониторинг и предоставление отчета о статусе введенной и полученной продукции и координация пользователей в соответствии с predeterminedенной политикой данных (функции информационной системы).



Рис. 1. Инфраструктура Базы геоданных Центральной Азии

Для хранения информации в различных форматах будет использована реляционная система управления базой данных с поддержкой распределенных данных. При создании БГД параллельно планируется создание файлов метаданных для различных видов информации (для идентификации и поиска), Web интерфейс (для навигации, поиска и загрузки необходимой информации) и специальные программы для первоначального ввода данных и предварительной обработки в автоматическом режиме, а также их преобразования в форматы прикладных программ.



Краткосрочные цели:

В 2008 мы планируем определить и инсталлировать систему управления базой данных. Под эту СУБД будет разработана архитектура базы данных Центральной Азии. Будет произведена настройка и тестирование ее под требуемую конфигурацию. В первый год мы собираемся обеспечить доступ к БГД для локального использования из сети ЦАИИЗ. В систему будут введены некоторые пространственные данные, имеющиеся на данный момент в институте.

В 2009 разработка БГД будет продолжена. В последующем, чтобы организовать клиент-серверную многопользовательскую БГД с организацией доступа внешним пользователям. Локальная база геоданных будут перемещена в новую БГД, она будет пополняться новой информацией. К геоданным будет организован доступ через Интернет сервер.

Методы:

- Реляционные базы данных с поддержкой пространственных данных;
- Построение структуры данных на основе понятий объектов, классов объектов и отношений между ними;
- Уникальная идентификация единиц данных и организация их поиска на основе иерархически структурированных метаданных;
- Пространственный и сетевой анализ объектов геоданных;
- Пространственное и объектное геокодирование.

3.1.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства

В настоящее время в Центральной Азии не существует баз геоданных, в полной мере соответствующих указанным выше целям. Имеются лишь отдельные наработки, опыт которых должен обязательно использоваться при создании БГД ЦА. Также будет использован опыт построения баз данных, имеющийся в различных европейских организациях, в том числе GFZ, DLR (Германия). В учреждениях и организациях стран Центральной Азии имеется значительный объем архивной информации, который после систематизации и перевода в цифровой вид должен быть использован для ввода в базу геоданных.

Основные требования к БГД:

- Поддержка различных форматов данных (как пространственных так и непространственных) с обеспечением целостности связанных данных;
- Высокая надежность сохранности данных и производительность обслуживания запросов пользователей;
- Масштабируемость (качество функционирования не ухудшается с увеличением объема данных);
- Кроссплатформенность (быстрый переход на другую аппаратно-программную платформу);
- Многопользовательский доступ к геоданным в соответствии с правами, регламентирующими допустимые операции над данными БГД;



- Единный для всех пользователей, удобный интерфейс доступа к данным, предоставляющий средства навигации по каталогам БГД, быстрый поиск по ключевым словам или по тематически-пространственно-временному запросу.

Основные составляющие БГД:

Аппаратные средства:

- Сервер БГД для хранения и управления геоданными;
- Каналы связи для передачи информации от сетей мониторинга в БГД;
- Интернет Сервер для внешних пользователей БГД;
- Сетевая инфраструктура, к которой подключены БГД и Интернет Серверы;
- Компьютеры клиентских мест;

Программные средства:

- Реляционная СУБД с поддержкой пространственных данных;
- Средства создания и поддержки Интернет портала для внешнего доступа к данным БГД;
- Средства разработки структуры БГД, ввода, поддержания актуальности и целостности связей пространственных данных;
- Различные программы и утилиты вспомогательного назначения;

Данные:

- Карты в растровой и векторной формах;
- Данные дистанционного зондирования;
- Геодезических и геофизические данные (климатические, сейсмологические и т.п. измерения);
- Данные публикационного характера (статьи, отчеты, методики и т.п.);
- Метаданные для уникальной идентификации единиц данных и поиска.

3.1.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект выполняется сотрудниками отдела 4 в сотрудничестве со специалистами из отделов 1, 2 и 3 ЦАИИЗ и консультативной поддержке специалистов GFZ и других организаций. Предполагается пошаговое получение и внедрение в БГД данных от МЧС КР, Госкартографии, различных институтов и организаций стран Центральной Азии на паритетных началах. После установки станций систем мониторинга ЦАИИЗ и наполнения базы геоданных будет возможен обмен аналогичной информацией с другими центрально-азиатскими институтами.

3.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

2008:

- Разработка архитектуры базы данных Центральной Азии;



- Приобретение, инсталляция и отладка системы управления базой данных;
- Настройка и тестирование базы данных на требуемую конфигурацию;
- Отработка технологии наполнения БГД ЦА на примере имеющейся в ЦАИИЗ информации (топографические и тематические карты, данные удаленного зондирования).

2009:

- Организация клиент-серверной многопользовательской БГД. Организация доступа для внешних пользователей;
- Перемещение локальной базы геоданных в новую БГД, наполнение базы новыми данными;
- Организация ввода данных в БГД от сетей мониторинга;
- Расширение функциональных возможностей БГД, в частности, доступ к геоданным через Интернет сервер;

Трудозатраты:

- 4 отдел - 80 чел./мес.;
- 1, 2 отделы и студенты 40 чел./мес.

Требуемые наблюдения/данные и оборудование:

- Программное обеспечение:
 - СУБД – Oracle 10g, MySQL или PostgreSQL;
 - Интернет Сервер ArcIMS или UMN MapServer;
 - Инструментарий разработчика – Developer Kit, ArcObject;
 - Прочие приложения и утилиты;
- Движения/перемещения:
 - Космическая геодезия: данные GNSS сети и пакет программ определения точечного местоположения;
 - Данные дистанционного зондирования and SAR для различных длин волн, так же как и программное обеспечение для их обработки (ENVI, Imagine, RockWorkks и тд);
- Топография и дистанционное зондирование:
 - Оптические и радарные DEM данные высокого разрешения (SPOT, IKONOS, ASTER, TerraSAR и т.д.) и программное обеспечение обработки;
 - Топографические и тематические карты разных масштабов;
- Геофизические и геохимические данные:
 - Геохимические свойства грунта;
 - Сейсмический мониторинг: магнитуда, интенсивность, пиковые ускорения от сети цифровых широкополосных станций и программы анализа;
- Погода/влияние климата:
 - Параметры метеорологического состояния: данные о температуре и осадках со станций и служб.

Литература:

1. Майкл Зейлер. Моделирование нашего мира. Руководство ESRI по проектированию базы геоданных //ESRI Press, 1999.





2. Боб Бооз, Скотт Кроусер, Джилл Кларк, Енди Макдональд. Построение баз геоданных //ESRI. 2002.
3. Эльдар Мамедов. База геоданных. ArcReview. #19, 2003.
4. Мытров Ю.А., Ильин А.И. Системы управления пространственными данными – ESRI ArcSDE и Oracle Spatial //Пространственные данные. #4, 2005.
5. Лященко А.А. Реляционные модели и пространственная индексация геоданных //Инженерная геодезия – Киев, #43, 2000, с.139-150.



3.2 Проект 7: Построение модельной системы мониторинга опасных явлений в квазиреальном режиме времени

Ответственный исполнитель: А. Шакиров

3.2.1 Краткое название проекта

Построение модельной системы квазиреального мониторинга

3.2.2 Содержание проекта

Тянь-Шань, один из самых больших в мире межконтинентальных горных поясов, известный своей высокой тектонической активностью. Землетрясения, оползни, обвалы и сели являются неотъемлемой частью тектонической активности и горного рельефа, нередко имеющим катастрофические последствия для инфраструктуры региона и людей. Поэтому развитие сетей мониторинга, отслеживающих опасные явления в регионе, является жизненно важной задачей для расположенных здесь стран.

Главная цель данного проекта - построение прототипа системы мониторинга, на которой будут отработаны технология создания системы и взаимодействия ее различных элементов, изучены требования к бесперебойной работе и развитию последующего оперативного мониторинга и системы раннего оповещения. Планируется, что прототип системы будет создан и протестирован в типичных для Центральной Азии полевых условиях. Конечно, горный рельеф, отсутствие развитых систем коммуникации в этой части мира значительно усложняют использование и работу такой системы.

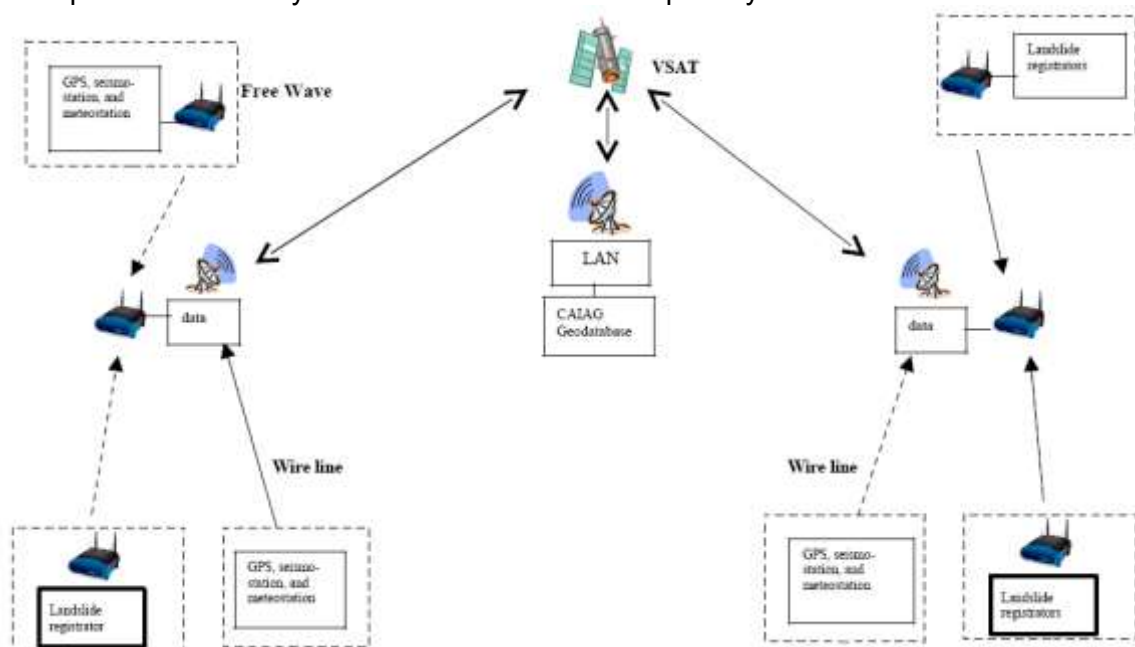


Рис. 1. Возможная схема коммуникации системы мониторинга квази-реального времени

Сложность, как и ценность информации, значительно возрастает при сборе и передаче данных от источников их образования с осуществлением в режиме реального (или близком к нему) времени. Единственная возможность в таких условиях - это использование спутникового канала. На сегодняшний день, связь через спутники с



каждым годом становится все доступнее и уже может конкурировать с другими способами коммуникации.

Наиболее эффективным является установка комплексных мониторинговых станций, имеющих связь с центром сбора данных через спутниковые VSAT терминалы (рис.1). В состав таких станций могут входить GNSS приемники, сейсмо и метеостанции, оборудование за слежением состояния оползней, станции химического анализа и т.д. Для подключения устройств регистрации к VSAT терминалу, в зависимости от их удаленности, могут использоваться проводные соединения или радиолинки.

В ходе выполнения проекта необходимо также выбрать наиболее экономичную схему передачи информации от VSAT терминалов в центр сбора данных Центрально-Азиатского Института прикладных исследований Земли. Одной из возможных схем решения задачи является установка в ЦАИИЗ базовой спутниковой станции - VSAT хаба, связанного с локальной сетью и базой геоданных института. Другой вариант – использование VSAT хаба у одного из провайдеров спутниковой связи. Данные от него могут поступать в ЦАИИЗ либо через Интернет соединение, либо через дополнительный VSAT терминал, установленный в институте.

3.2.3 Цели и методы проекта

Долгосрочные цели:

Центральная Азия – один из наиболее активных районов на Земле. Из-за того, что тектонические процессы здесь происходят гораздо быстрее, чем в других регионах, Центральная Азия, в т.ч. Тянь-Шань могут служить в качестве тестового полигона для проверки различных теорий современного горообразования, отработки методик предотвращения катастрофических событий. Предполагается, что в перспективе на данной территории будет построена региональная система мониторинга для слежения за опасными явлениями, действующая в квази-реальном режиме времени. Ее построение будет вестись в двух направлениях. Первое – это объединение национальных локальных сетей мониторинга, уже действующих в странах Центральной Азии. Данное направление, кроме большой организационной работы, потребует наличия высокоскоростных средств связи, необходимых для обмена информацией между локальными центрами сбора данных. Второе направление – развитие собственной сети мониторинга ЦАИИЗ. Существующие сети наблюдения обычно покрывают центральные части государств. Труднодоступные же районы из-за отсутствия современных коммуникаций до сих пор остаются не охваченными. Данный проект положит начало созданию системы мониторинга опасных явлений для региона Центральной Азии. Информация об эндогенных и экзогенных процессах будет накапливаться в базе геоданных центра сбора и после совместной обработки с данными дистанционного зондирования и визуализации в геоинформационной системе (GIS) должна стать основой раннего предупреждения катастрофических ситуаций для агентств, принимающих решения.

Краткосрочные цели:

В 2008 мы должны специфицировать и купить необходимое оборудование, получить разрешительные документы на ввоз радиоаппаратуры, использование радиочастот. Установка Оборудования сначала планируется установить на территории ЦАИИЗ, в лабораторных условиях проверить работоспособность отдельных устройств и смарт-станции в целом. В 2008 году также предполагается установка 1-2 станций в полевых условиях.



В 2009 подготовка и установка смарт-станций будет продолжена. Оборудование по сбору данных будет подключено к VSAT терминалу, в реальных условиях должны быть протестированы спутниковый канал и передача данных в центр сбора данных. Будут установлены и проверены радиомодемные каналы для удаленных от VSAT терминала устройств. Данные, попадающие из системы мониторинга в базу данных Центральной Азии также должны быть протестированы.

3.2.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства

В настоящее время в странах Центральной Азии отсутствуют современные системы мониторинга реального времени, регистрирующие комплекс параметров разномасштабной геофизической и геодезической информации. Имеется лишь опыт создания в некоторых из этих стран отдельных сейсмологических и GNSS сетей.

Для организации и отработки модельной системы мониторинга потребуется 3 комплекта оборудования смарт-станций, включающих GNSS приемник, сейсмическую и метеорологическую станции, терминальную VSAT станцию, два радиомодема типа FreeWave с антеннами.

Потребуется также отдельный VSAT-терминал (или Хаб) для установки в ЦАИИЗ и аренда спутникового канала. Одним из важнейших требований проекта является защита оборудования от вандализма.

3.2.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект будет выполняться сотрудниками отдела 4 ЦАИИЗ совместно с отделом 1 и в тесной кооперации с ГеоФоршунгсЦентрум, Потсдам, Германия. В дальнейшем работы должны идти в сотрудничестве с организациями соответствующего профиля Кыргызстана (Опытно-методическая сейсмологическая экспедиция, Научная станция РАН), Казахстана (Институт сейсмологии и сейсмологическая опытно-методическая экспедиция, Центр данных Национального ядерного центра), Таджикистана (Институт сейсмостойкого строительства и сейсмологии), Китая (Сейсмологическое бюро Синьцзянь-Уйгурского автономного района). Соглашения с частными организациями не исключается.

3.2.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

2008:

- Спецификация и покупка необходимого оборудования;
- Получение разрешительных документов на ввоз радиоаппаратуры, использование радиочастот, использования земли для строительства станций и т.д.;
- Установка оборудования на территории ЦАИИЗ, проверка работоспособности отдельных устройств и смарт-станции в целом в лабораторных условиях;
- Тестирование спутникового канала и отработка технологии передачи данных с использованием VSAT станций;
- Подготовка мест и строительство бункеров для размещения смарт-станций;
- Инсталляция не менее 1-2 комплексных станций в полевых условиях.



2009:

- Продолжение работ по подготовке мест и инсталляции станций в бункерах;
- Подключение регистрирующей аппаратуры к VSAT терминалу;
- Тестирование спутникового канала и передачи данных в центр сбора в реальных условиях;
- Установка и проверка работоспособности радиомодемного канала для удаленных от VSAT терминала устройств;
- Ввод информации в базу геоданных Центральной Азии.

Трудозатраты:

- 4 отдел – 48 чел./мес.;
- 1 отдел – 4 чел./мес.

Требуемые наблюдения/данные и оборудование:

- Позиционная система мониторинга:
 - Космическая геодезия и GNSS метеорология: GPS/GLONASS система станций, система управления данным;
- Система сейсмического мониторинга:
 - Наземная сейсмология: система широкополосных сейсмических станций, система управления данными;
- Система гидрометеорологического мониторинга:
 - Метеорология: Система метеостанций, система управления данными;
- Коммуникации:
 - VSAT терминалы для смарт станций;
 - VSAT центральная или терминальная станция для размещения в ЦАИИЗ;
 - Радио модемы с антеннами;
- Энергообеспечение, система управления энергией:
- Аренда грузового транспортного средства для перевозки оборудования, бункерной конструкции и другого груза, аренда экскаватора для подготовки котлована для установки бункера;
- Обеспечение сохранности станций.

Литература:

1. Роберт Ж. Меллорс. Два исследования по сейсмологии Центральной Азии: телесеизмическое изучение Памир/Гиндукуш сейсмической зоны и анализ данных широкополосной сейсмологической сети Кыргызстана. Диссертация на соискание





степени доктора философии, отдел геологических наук, Университет Индиана, июнь, 1995.

2. К. Райгбер, Г.В. Майкл, Р. Галас, Д. Ангермен, Ж. Клотс, Ж. Чен, А. Папскев, Р.Арсланов, В.Е. Сурков, М.С. Ишанов. Новые космо-геодезические ограничения распределения деформаций в Центральной Азии. *Earth and Planetary Science Letters*, 191, 2001, стр. 157-165.
3. А.В. Зубович, Г.Г. Шелочков, О.И. Мосиенко, П.В. Еремеев, Б.Н. Бакка. Геодинамическая GPS сеть Центральной Азии. Материалы международного семинара "Об использовании космических технологий для изучения коровых движений азиатско-тихоокеанского региона". Москва, GEOS, 2002, стр. 67-74.
4. Соболев, С.В. Бабейко, А.Я. Ванг, Р. Гоалас, Р. Ровачер, М. Сейн, Д.В. Шротер, Ж. Лотержанг, Ж. Субарья. Концепция быстрого и точного раннего оповещения цунами с использованием приемной GPS решетки. *Журнал Геофизические исследования*. На стадии рассмотрения.

