

# **ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗЕМЛИ**

## **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА**

на

2012-2013





## Информация о документе

Проект: ЦАИИЗ НИП на 12/13  
Краткое название проекта: НИП 12/13  
Название документа: Научно-исследовательская программа на 2012-2013 г.г.  
Идентификационный номер: CAIAG-R&D-Doc  
Версия: 2.1  
Дата: 20/07/12  
Количество страниц: 62

### Подписали:

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



Идентификационный номер документа: CAIAG-R&D-Doc

Название: Исследовательские программы и программы развития ЦАИИЗ на 2012-2013 г.г.

Комментарии: финальная версия

1	0.1				
2	0.2				
3	1.0	13.10.11		Б.Молдобеков Й.Лаутерюнг	
4	2.0	05.07.11		Б.Молдобеков Й.Лаутерюнг	
5	2.1	20.07.12		Б.Молдобеков Й.Лаутерюнг	
Выпуск	версия	дата	изменения	подготовлено	опубликовано



## Содержание

<b>Введение и общий обзор .....</b>	<b>7</b>
<b>ТЕМА 1: ГЕОДИНАМИКА И ГЕОРИСКИ .....</b>	<b>11</b>
Проект 1.1: Комплексные геолого-геофизические (неотектонические, сейсмологические и инженерно-геологические) исследования бассейна р. Сары-Джаз, как района будущего строительства каскада гидроэлектростанций. ....	11
1.1.1 Краткое название .....	11
1.1.2 Содержание проекта .....	11
1.1.3 Цели и методы проекта .....	12
1.1.4 Текущее состояние .....	12
1.1.5 Внешнее и внутреннее сотрудничество .....	13
1.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы .....	13
1.1.7 Литература .....	14
Проект 1.2: Сейсмическое микрорайонирование территории города Бишкек (продолжение исследований) .....	15
1.2.1 Краткое название проекта .....	15
1.2.2 Содержание проекта .....	15
1.2.3 Цели и методы проекта .....	16
1.2.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства .....	17
1.2.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество .....	19
1.2.6 Рабочий план и необходимые ресурсы .....	20
1.2.7 Литература .....	20
Проект 1.3: Исследование оползней методами наземных наблюдений и дистанционного зондирования (в пилотной области горного обрамления Ферганского бассейна, северного и внутреннего Тянь-Шаня) .....	21
1.3.1 Краткое название проекта .....	21
1.3.2 Краткое содержание проекта .....	21
1.3.3 Цели и методы проекта .....	23
1.3.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства .....	25
1.3.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество .....	26
1.3.6 Рабочий план и необходимые ресурсы .....	26
1.3.7 Литература .....	28
Проект 1.4: Сейсмологические исследования ЦАИИЗ .....	29
1.4.1 Краткое название .....	29
1.4.2 Краткое содержание проекта .....	29
1.4.3 Цели и методы проекта .....	29
1.4.4 Текущее состояние .....	30
1.4.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество .....	31
1.4.6 Рабочий план и необходимые ресурсы .....	31
1.4.7 Литература .....	32
<b>ТЕМА 2: КЛИМАТ, ВОДА И ЛЕДНИКИ .....</b>	<b>33</b>



Проект 2.1: Изучение ледника Энилчек с целью определения его баланса, морфологических, динамических характеристик, а так же климатических и гидрологических условий .....	33
2.1.1 Краткое название проекта .....	33
2.1.2 Краткое содержание проекта .....	33
2.1.3 Цели и методы проекта .....	35
2.1.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства .....	37
2.1.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество .....	38
2.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы .....	39
2.1.7 Литература .....	41
Проект 2.2: Мониторинг климатических, гидрологических, лимнологических, гляциологических природных и антропогенных процессов с использованием данных дистанционного зондирования и географических информационных систем для решения экологических проблем в бассейне озера Иссык-Куль .....	42
2.2.1 Краткое название проекта .....	42
2.2.2 Содержание проекта .....	42
2.2.3 Цели и методы проекта .....	44
2.2.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства .....	45
2.2.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество .....	46
2.2.6 Рабочий план и необходимые ресурсы .....	46
2.2.7 Литература .....	48
<b>ТЕМА 3: СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИИ И МОНИТОРИНГА .....</b>	<b>50</b>
Проект 3.1: База геоданных Центральной Азии .....	50
3.1.1. Краткое название проекта .....	50
3.1.2. Краткое содержание проекта .....	50
3.1.3 Цели и методы проекта .....	51
3.1.4 Текущее состояние .....	52
3.1.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество .....	53
3.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы .....	53
Проект 3.2: Развитие системы мониторинга опасных природных процессов и явлений в квазиреальном режиме времени .....	54
3.2.1 Краткое название проекта .....	54
3.2.2 Краткое содержание проекта .....	54
3.2.3 Цели и методы проекта .....	55
3.2.4 Текущее состояние .....	56
3.2.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество .....	57
3.2.6 Рабочий план и необходимые ресурсы .....	57
3.2.7 Литература .....	57
<b>4. Развитие потенциала .....</b>	<b>59</b>
Проект 4.1: Развитие потенциала и образование для снижения рисков стихийных бедствий .....	59
4.1.1 Краткое название проекта .....	59
4.1.2 Краткое содержание проекта .....	59
4.1.3 Цели и методы проекта .....	60
4.1.4 Текущее состояние .....	60





4.1.5	<i>Внешнее и внутреннее сотрудничество</i> .....	60
4.1.6	<i>Рабочий план и необходимые ресурсы</i> .....	61
4.1.7	<i>Литература</i> .....	61



## Введение и общий обзор

Центральная Азия (ЦА), под которой мы подразумеваем регион, куда входят Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан, с ее сложным контрастным рельефом, представляет собой идеальную природную лабораторию мирового уровня для изучения внутриконтинентальных геопроцессов. Характеризуясь весьма активным водообменом в ее наиболее возвышенных частях, данный регион существенно влияет на атмосферные тепловые процессы, погоду, климат и водный цикл по всей территории Азии и в глобальном масштабе. Активные современные геодинамические процессы, связанные с продолжающимся горообразованием, на значительной части территории Азии, обуславливают высокую сейсмичность этого региона.

Последствия такой повышенной динамики в региональном геологическом и атмосферном режиме выражены в частом возникновении в Центральной Азии природных бедствий, таких как землетрясения, наводнения, оползни, прорывы ледниковых озер, сели, засухи и др. Они, помимо указанных выше региональных факторов, отчасти связаны с явлениями глобальных изменений, отчасти вызваны расширением человеческой инженерной деятельности. Эти природные и природно-техногенные бедствия влекут за собой гибель людей, материальные и экономические потери, создают экологические проблемы, и имеют сильное негативное воздействие на устойчивое развитие и благосостояние общества в Центральной Азии.

Оценка риска, относящаяся практически к любому из природных или антропогенных изменений, которые могут возникнуть в ЦА, а также разработка адаптационных мер имеют стратегически важное значение из-за последующего воздействия таких процессов на общество, взаимоотношения между различными странами и, следовательно, на политическую стабильность в регионе. Кроме этого, зачастую, природные процессы и катастрофы имеют триггерный эффект, приводящий к возникновению каскада других явлений; таким образом, простой анализ риска, направленный на изучение явлений в отдельности, без связи их друг с другом, может быть недостаточным для предоставления конечным пользователям и заинтересованным лицам реалистичного сценария. Поэтому, концепция анализа мультириска способствует реализации научной программы и другой деятельности, выполняемой ЦАИИС.

Многие ученые и организации во всем мире начали создавать на уровне международного сотрудничества новые мультидисциплинарные программы наблюдений с использованием передовых технологий, тем самым расширяя исследовательские рамки для улучшения системы соответствующих наблюдений и сбора данных, создания баз данных; улучшения понимания и моделирования основных природных и антропогенных процессов в регионе. В этом аспекте ключевая роль может принадлежать ЦАИИС. ЦАИИС должен стать региональным центром, направленным на разработку инструментов для сокращения риска и последствий природных бедствий. ЦАИИС должен стать в будущем компетентным и надежным региональным партнером для поддержки и реализации проектов и



деятельности не только в Кыргызстане, но и во всем Центрально-Азиатском регионе. В частности, ЦАИИЗ имеет возможность оказать существенную техническую поддержку, главным образом для поддержания и функционирования научной инфраструктуры исследовательских институтов. В дополнении, ЦАИИЗ может также содействовать международному сотрудничеству, путем установления партнерских связей между странами, институтами и министерствами ЦА. Не менее важным моментом, является то, что ЦАИИЗ может стать стратегическим центром для обучения ученых, руководителей и ведущих специалистов из стран ЦА, служить укреплению взаимоотношений с университетами и академическими институтами.

### Научно-исследовательская программа

Научно-исследовательская программа ЦАИИЗ на период 2012-2013гг. (R&D PROG 12/13), сфокусирована на четырех приоритетных темах, являющихся значимыми для ЦА региона:

- I. Геодинамика и геориски;
- II. Климат, вода и ледники;
- III. Информационные и мониторинговые системы;
- IV. Развитие потенциала.

Институт определил задачи, которые должны быть решены в долгосрочной перспективе, с обеспечением передовой научной мониторинговой инфраструктуры, основанной на международном сотрудничестве, это:

- а) изучение процессов глобальных и региональных изменений и их влияние на окружающую среду;
- б) мониторинг опасных природных процессов и явлений, оценка мульти рисков, снижение уязвимости от катастроф, включая разработку и обоснование технологий раннего оповещения;
- в) прикладные мультидисциплинарные исследования в области, геодинамики и геокатастроф; водных и земельных ресурсов, включая изучения ледников, рек, озер, водохранилищ, подземных вод;
- г) Развитие потенциала, образование, тренинги и связь с общественностью.

Научно-исследовательская деятельность ЦАИИЗ нацелена на улучшение понимания взаимоотношений и взаимодействий между выше упомянутыми научными темами и процессами. Поэтому важно следовать комплексному (мультиопасность) подходу для ЦА региона, на основе которого должна быть выработана устойчивая стратегия адаптации к глобальным изменениям, как в плане изменения окружающей среды, общества, так и новых вызовов, обусловленных стремительным ростом населения и глобализацией. Помимо этих общих целей, важно также иметь независимую группу ученых в области наук о Земле, в частности для оказания консультационных услуг общественному и политическому сектору по планируемым геотехническим проектам в ЦА регионе, таким как создание больших ГЭС, плотин, транспортной инфраструктуры,



сейсмостойких зданий, и таких стратегически важных объектов инфраструктуры, как больницы, школы, муниципальные здания и т.д.

Важную и главную часть исследования в вышеуказанных сферах занимает долгосрочная работа и предоставление научных услуг не только научным сообществам, но и общественности.

- Работа и долгосрочное обслуживание сети станций мониторинга за процессами земной поверхности, которая включает сейсмические, геодезические, геоэлектрические и гидрометеорологические станции по всей Центральной Азии и интегрирование этих сетей в глобальные системы. В дополнение к этому, большое значение приобретают дистанционные методы исследований, спутниковые изображения с высоким разрешением, а так же радарные и интерферометрические данные, за счет чего увеличиваются площади, охваченные мониторингом окружающей среды и геологических процессов.
- Функционирование объединенной геобазы данных и информационной системы на основе открытого доступа к значимым данным, картам и информации важной для принятия решений.
- Консультативные услуги для лиц, принимающих решения и общественности.

Работы по мониторингу нацелены на расширение и функционирование системы сбора данных в режиме реального времени, где самой главной целью является создание системы быстрого реагирования и раннего оповещения при возникновении любых типов опасности, таких, как землетрясения, оползни, гидрометеорологические опасности, или вызванные антропогенным воздействием на окружающую среду. Важным моментом в проведении данных работ будет разработка предложений по мерам для снижения риска и ущерба от стихийных бедствий, а так же разработка мер по готовности совместно с органами государственного управления и соответствующими организациями в Центральной Азии. Это будет происходить при активном привлечении группы по развитию потенциала в ЦАИИЗ.

Впервые в научную программу вводится компонент по оценке воздействий изменения окружающей среды, в том числе и изменения климата на социально-экономическое развитие. Согласно прогнозам, последствия изменчивости климата окажут негативное влияние на водные ресурсы, сельское и лесное хозяйство, энергетику и промышленность. В результате чего, это вероятно, отразится на продовольственной безопасности и водоснабжении, энергетической безопасности, человеческом здоровье и приведет к ухудшению проблем бедности в регионе.

Предлагаемые проекты будут реализовываться в течение 2-х следующих лет, которые изначально направлены на сбор базовых данных наблюдений и выполнение научных исследовательских работ по трем основным регионам Кыргызстана:



- Регион бассейна реки Сары-Джаз, включающий крупнейший ледник Энилчек, являющийся одним из крупных источников пресной воды и потенциальным источником для гидроэнергетики в регионе.
- Регион Чуйской и Иссыккульской впадин, где расположены наиболее крупный город Бишкек и курортно – туристическая зона международного значения, требующие особого подхода при разработке мер по снижению сейсмического риска, антропогенной нагрузки с учетом климатических изменений.
- Территория горного обрамления Ферганского бассейна и внутреннего Тянь-Шаня, представляющая наиболее густонаселенную область в Центральной Азии, подверженная многочисленным рискам природных катастроф (землетрясения, оползни, паводки и сели).

Все 3 региона представляют особую важность для изучения вероятности возникновения как природных, так и природно-техногенных стихийных бедствий, и имеют большое значение для рационального водоснабжения в Кыргызстане и на прилегающих территориях в Узбекистане, Казахстане, и Синьцзянском автономном районе Китая, для планирования крупномасштабных технических проектов в регионе таких, как каскады гидроэлектрических станций, высоковольтные линии электропередач, водохранилища, транспортные железнодорожные и автодорожные системы и другие перспективные планы, которые влияют на социально-экономическое развитие и благосостояние населения стран Центральной Азии.

Исследовательские программы ЦАИИЗ 12/13, представленные в этом документе, будут дополнены рядом проектов, реализующихся в рамках инициативы «Обсерватория Глобальных Изменений Центральной Азии», запущенной GFZ Потсдам и другими германскими и международными партнерскими группами. Тесное сотрудничество и совместная реализация проектов в рамках обеих программ является предметом совместных обсуждений.

Имея прочную инфраструктурную базу и кадровый потенциал, созданный в предыдущие годы, ЦАИИЗ будет стремиться усилить их и реализовать намеченные планы, в соответствии со Стратегией развития ЦАИИЗ.



## ТЕМА 1: ГЕОДИНАМИКА И ГЕОРИСКИ

*Руководитель темы Ш.Э Усупаев*

**Проект 1.1: Комплексные геолого-геофизические (неотектонические, сейсмологические и инженерно-геологические) исследования бассейна р. Сары-Джаз, как района будущего строительства каскада гидроэлектростанций.**

**Ответственные исполнители:** Усупаев Ш.Э., Молдобеков Б.Д., Кальметьева З.А. Зубович А.В., Шакиров А.Э.

### 1.1.1 Краткое название

«Комплексные геолого-геофизические исследования бассейна реки Сары-Джаз»

### 1.1.2 Содержание проекта

Бассейн реки Сары-Джаз расположен на северо-востоке Кыргызстана, в самой высокогорной части Тянь-Шаня. Главными притоками являются реки Энилчек и Ак-Суу. Основные водные ресурсы р. Сары-Джаз сосредоточены на самых крупных ледниках Тянь-Шаня Южный и Северный Энилчек (с протяженностью более 60 км и средней мощностью 200-300 м), на массивах ледников Ак-Шийрака и в одном из крупнейших ледниковых озер Мерцбахера.

Высокогорное положение, расчлененный сложный рельеф, замкнутость и труднодоступность, суровый климат способствовали тому, что район практически не освоен и не заселен, здесь нет постоянно проживающего населения. Трансграничная река Сары-Джаз мало используется Кыргызстаном и является водным источником в основном для Западного Китая (Синьцзян-Уйгурский автономный округ), который и использует 75 процентов ее стока. Строительство 4-5 гидроэлектростанций, где можно было бы вырабатывать до 1,5 миллиона киловатт/часов энергии, и водохранилищ объемом до 500 миллионов кубов на Сары-Джазе послужило бы толчком для развития, как Кыргызстана, так и Западного Китая.

Кроме того, бассейн реки Сары-Джаз представляют собой обширную базу для развития цветной и полиметаллической металлургии. Сконцентрированные здесь крупные месторождения олова, вольфрама, меди, свинца, молибдена, полиметаллов, тантала представляют значительную промышленную ценность.

В целях устойчивого индустриального развития данного региона необходимо продолжить исследования, начатые ЦАИИЗ в 2008-2009 гг. по изучению новейшей тектоники и сейсмичности, современных движений, инженерно-геологических условий, а так же оценке развития опасных природных процессов и явлений, как в целом по бассейну реки Сары-Джаз, так и на потенциальных участках размещения створов будущих плотин ГЭС. В связи с освоением месторождений полезных ископаемых необходимо будет оценить



природные риски, связанные с изменением окружающей среды, включая и влияние изменения климата.

### 1.1.3 Цели и методы проекта

#### *Долгосрочные цели:*

На основе комплексных исследований района будут разработаны научно-обоснованные рекомендации для строительства каскада гидроэнергетических сооружений и предприятий горно-добывающей отрасли.

Результаты научных исследований и мониторинговой сети составят основу базы данных для составления детальных геологических и инженерно-геологических и гидрологических изысканий под строительство будущих гидроэнергетических сооружений и предприятий горно-добывающей отрасли.

#### *Краткосрочные цели:*

В краткосрочные цели входит исследование геодинамики региона, сейсмологии, неотектоники, геокриологии и инженерно-геологических процессов и явлений, которые представляют угрозу георисков будущим гидротехническим сооружениям и их инфраструктуре. Выявление основных факторов на развитие опасных природных процессов и явлений, а так же на окружающую среду.

#### *Методы:*

- Геологические методы (изучение геологических структур, неотектонический анализ, палеосейсмология);
- Инженерно-геологические и геокриологические методы (картирование участков проявления опасных процессов и явлений);
- Сейсмологические методы (пространственно-временное распределение и определение механизмов очагов землетрясений, сеймотектонические деформации);
- Геофизические методы исследования (инженерная сейсмология, магнито разведка);
- Методы дистанционного зондирования (радарные, мультиспектральные и позиционирование станций GNSS).

### 1.1.4 Текущее состояние

В 2008-2009 гг. был начат первый этап исследований, было составлено в общих чертах описание геодинамики и сейсмичности района на основании анализа литературных данных и небольшого объема проведенных полевых работ.

На первом этапе реализации проекта были получены следующие результаты (2008-2009 гг.):

1. Завершены рекогносцировочные полевые работы;
2. Откартированы активные разломы и составлена карта новейшей тектоники;



3. Проведен анализ и интерпретация данных деформаций земной поверхности, регистрируемых станциями GNSS;

4. Проведены геофизические исследования геодинамических характеристик крупных разломов и определены мощности ледника в районе озера Мерцбахера;

5. Проанализировано пространственно-временное распределение эпицентров землетрясений и механизмов их очагов;

### 1.1.5 Внешнее и внутреннее сотрудничество

Проект будет выполняться сотрудниками 1, 2, 4 отделов ЦАИИЗ совместно с Германским Центром Исследований Земли (GFZ) и Венским Университетом (Австрия). Так же предусмотрено тесное сотрудничество с Институтом сейсмологии Национальной Академии наук Кыргызской Республики, Казахским Национальным Ядерным Центром и Сциньзян-Уйгурским сейсмологическим Бюро (КНР).

#### *Согласование с проектом CA GCO*

Предлагаемый проект имеет связь с подзадачей 2.2. «Геодинамика: Соединение в подповерхностные и поверхностные движения» и в частности с его подразделом «Поверхностные процессы как интегральный ответ на геодинамику».

### 1.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

Продолжительность проекта - 2012-2013 гг.

#### **2012**

- Продолжение инженерно-геологических, геокриологических полевых исследований;
- Продолжение изучения временных рядов позиционирования GNSS станций для определения изменений горизонтальных и вертикальных движений по основным структурам.
- Проведение геофизических исследований (инженерная сейсмология, магниторазведка).

#### **2013**

- Составление обзорных сейсмологических, инженерно-геологических и геокриологических карт с пояснительными записками и рекомендациями;
- Научно-обоснованная предварительная оценка инженерно-геологических условий под строительство гидротехнических сооружений.

#### *Трудозатраты:*

1 отдел – 60 чел./мес.

2 отдел - 52 чел./мес.



4 отдел– 30 чел./мес.

*Требуемые наблюдения 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;
- Создание сети измерения магнитного поля на исследуемой территории;
- Временные ряды о 3-х мерном положении датчиков GPS/GLONASS;
- Оптические и радарные спутниковые снимки района и программное обеспечение по обработке этих материалов;
- Проведение измерений сейсмических шумов и землетрясений для составления карт сейсмического микрорайонирования на будущих створах гидротехнических сооружений.

### 1.1.7 Литература

1. Садыбакасов И. Неотектоника Высокой Азии. Москва.: Наука, 1990, 180 с.
2. Исмаилахунов К.Х., Садыбакасов И. Роль современных тектонических движений в строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений в горно-складчатых областях (на примере Киргизии// Тр.междунар.симп. Проблемы в инженерной геологии и гидротехническом строительстве», Тбилиси: Мецнереба, 1979, Т.1. с.31-36.
3. Атаканов У. Физико-географические условия и экологические аспекты криогенеза сыртов Тянь-Шаня. Автореф. Канд дисс., Бишкек, 199, 25 с.
4. Кнауф В.И (отв. редактор) Детальное сейсмическое районирование Восточной Киргизии. Фрунзе: Илим, 1988, 249 стр.
5. Грищенко В.А. /Отв. исп./ (1985). Геологическая съемка масштаба 1:50 000 на Сарыджазской площади. Окончательный отчет Оттукской партии о геолого-съёмочных работах, проведенных в 1980-1985 гг. на площади листов К-44-38-Г-в-г; К-44-50-Б, Г-б,г; К-44-51-В; К-44-63-А, Г-а,б; К-44-74-Б-б, г; К-44-75-А-а,в, г, Б-в, г, В-б. Фрунзе. Фонды Министерства природных ресурсов Кыргызской Республики.
6. Усупаев Ш.Э., Молдобеков Б.Д., Усубалиев Р.А., Абдыбачаев У.А., Мелешко А.В., Абдрахманова Г.А. Инженерно-геономические модели оценки рисков деградации оледенения и изменения климата на примере горных стран Кыргызстана и Таджикистана (сравнительно-катастрофоведческие аспекты). Сборник статей и докладов научной конференции: «Перспективы



использования водно - энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата». Душанбе, 2009, с. 55 – 59.

## **Проект 1.2: Сейсмическое микрорайонирование территории города Бишкек (продолжение исследований)**

**Ответственный исполнитель:** Усупаев Ш.Э.

### **1.2.1 Краткое название проекта**

Сейсмическое микрорайонирование территории г. Бишкек

### **1.2.2 Содержание проекта**

Центральная Азия является одним из регионов мира с наиболее высокой сейсмической опасностью. Свидетельством тому являются разрушительные землетрясения с интенсивностью 9-10 баллов, произошедшие за последние 100-200 лет, такие как Беловодское (1885), Верненское (1887), Чиликское (1889), Кеминское (1911), Ашхабадское (1948), Хаитское (1949), Суусамырское (1992) с многотысячными человеческими жертвами и разрушениями. Высокий уровень сейсмичности территорий крупных городов и населенных пунктов является постоянной угрозой безопасному существованию людей и влияет на все сферы социально-экономического развития страны. Поэтому точная и объективная карта сейсмического микрорайонирования территорий городов и крупных промышленных центров, имеет большое экономическое и народно-хозяйственное значение, так как она способствует рациональному размещению инженерных сооружений и объектов градостроительства, позволяет снизить 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 и сооружений, т.е. уменьшить сейсмический риск и, соответственно повысить безопасность жизни населения.

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

Первый – инженерно-геологический метод, основанный на качественной, эмпирически установленной зависимости приращения сейсмической бальности от инженерно-геологических свойств различных типов грунтов. Данный метод применялся ранее на территории СССР, и в настоящее время продолжает использоваться в странах СНГ.

Второй метод – инструментальный, включающий в себя способ сейсмических жесткостей и амплитудно-частотных характеристик. Данный метод был усовершенствован и используется, в основном, в развитых западных странах.

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.



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 не расчетные, а действительные колебания грунтов.

В нашем случае, мы используем подход экспериментального изучения амплитудно-частотных характеристик колебаний грунтов, возникающих от сильных землетрясений. Для этих целей была проведена непрерывная запись сейсмических колебаний (записи землетрясений и шумов) одновременно в нескольких (до 200) точках, расположенных в различных грунтовых условиях на территории г. Бишкек. Полученные данные использованы для оценки влияния различных типов грунтов на основные характеристики сейсмических волн сильных землетрясений. Характеристики грунтовых условий получены из архивных материалов ранее проведенных инженерно-геологических изысканий. Изучение типов грунтов проводилось в полевых условиях с помощью цифровых записей сейсмометров (метод Накамура, микросейсмы). Окончательным итогом проведенных исследований является создание карты сейсмического микрорайонирования города Бишкек с оценкой количественных параметров сейсмического воздействия, которую необходимо будет завершить в 2013 году.

Новая составленная карта будет передана Государственному агентству по строительству и региональному развитию при Правительстве КР в качестве нормативного документа для моделирования разрушительных сейсмических событий и проектирования сейсмостойких зданий и сооружений. Также, карта будет использована мэрией г. Бишкек для составления генерального плана развития города и Министерством Чрезвычайных Ситуаций Кыргызской Республики для оценки рисков ЧС и разработки превентивных мер.

### 1.2.3 Цели и методы проекта

Основная цель проекта - составление карт сейсмического микрорайонирования на современном уровне для города Бишкек.

*Долгосрочные цели:* создание серий карт по “Оценке сейсмической опасности и микрорайонирование”, “Сейсмическая уязвимость” и “Сейсмический риск” для города Бишкек в рамках проекта ЕМСА.

*Краткосрочные цели:*

- Проведение сбора, обработка и анализ сейсмических данных;
- Изучение частотных характеристик грунтов, с использованием записей шумов и землетрясений;
- Составление карты районирования по грунтовым условиям;
- Создание сети по регистрации землетрясений для определения сильных движений;
- Завершение карты сейсмического микрорайонирования и продолжение составления карт “Сейсмическая уязвимость” и “Сейсмический риск”.



*Методы:*

1. инженерно-геологический, основанный на качественной, эмпирически установленной зависимости приращения сейсмической бальности от инженерно-геологических свойств различных грунтов;
2. инструментальный, включающий в себя способ сейсмических жесткостей и способ амплитудно-частотных характеристик;
3. Геологические методы (неотектоника, палео-сейсмология, фишен-трек анализ);
4. Инженерно-геологические и гидрогеологические (картирование участков проявления опасных процессов и явлений, оценка грунтовых условий, определение глубины залегания грунтовых вод).

#### **1.2.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства**

В 2008-2011 гг. совместно со специалистами Германского центра исследований Земли (GFZ), Национального института вулканологии и геофизики Италии (INGV) были проведены работы по сейсмическому микрорайонированию г. Бишкек. Дополнительная методологическая и финансовая поддержка стала возможной благодаря совместному проекту «Трансграничное предотвращение стихийных бедствий в Центральной Азии» (CASCADE), реализованного InWEnt, GFZ и ЦАИИЗ при финансировании МИД ФРГ, и интеграции в сеть CAREMON. В 2011 году стартовал проект EMCA, который продолжил и расширил задачи предыдущего проекта CASCADE и внес существенный вклад в методологическую основу работ по микросейсморайонированию.

Одной из основных задач сейсмического микрорайонирования было выделение на исследуемой территории участков с различной интенсивностью сотрясений, отличающихся по инженерно-геологическим, тектоническим, гидрогеологическим, геоморфологическим и сейсмологическим условиям. Были получены результаты обработки сейсмических данных, по территории города Бишкек с учетом расширения его площади до 2025 года.

По результатам измерения сейсмических шумов были определены спектральные отношения горизонтальной и вертикальной компонент и составлена карта -схема распределения частотных(резонансных) характеристик фундамента (Рис 1.2.1).



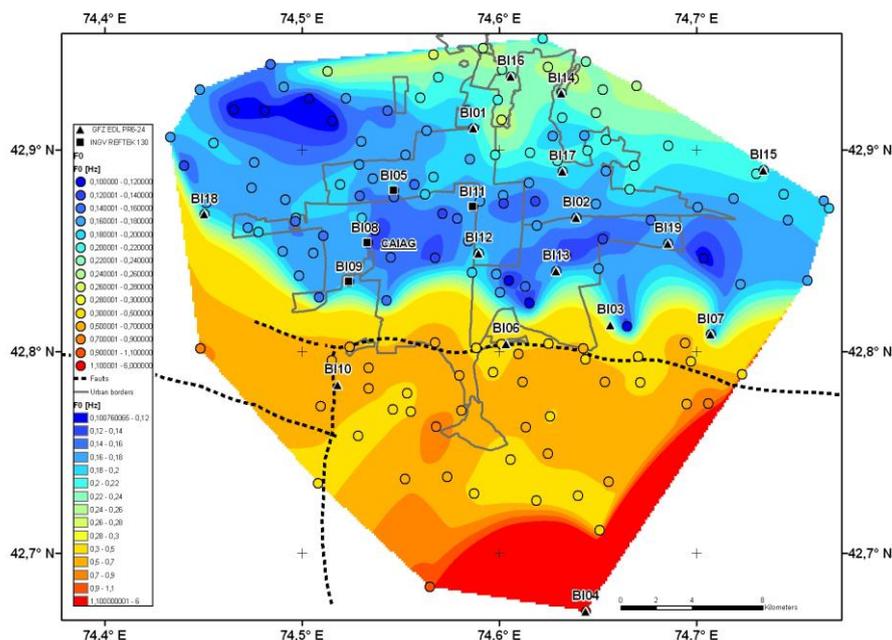


Рис. 1.2.1 Карта-схема распределения частотных (резонансных) характеристик фундамента, определенной на основе измерения сейсмических шумов на территории г. Бишкек

По результатам спектральной обработки всех записей землетрясений произошедших не далее 150 км от г. Бишкек составлена карта-схема распределения частотных (резонансных) характеристик фундамента (Рис. 1.2.2).

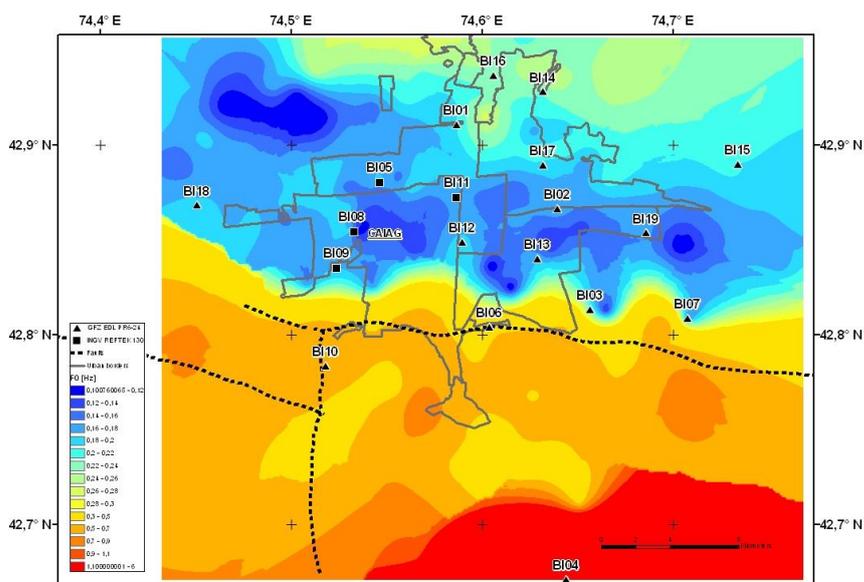


Рис. 1.2.2. Карта-схема распределения частотных (резонансных) характеристик фундамента, определенных по данным произошедших землетрясений на территории г. Бишкек



Также ЦАИИЗ провел геофизические измерения (магнитные и сейсмический) по определению ширины активного Исык-Атинского разлома, в южной части города Бишкек (186 точек, по 6 профилям в перпендикулярном направлении вдоль простирания разлома). Исследованная территория входит в 9 балльную зону. Результаты анализа полученных инструментальных данных показывают, что ширина разлома варьирует от нескольких десятков метров до 400 метров (Рис.1.2.3), соответственно зона их влияния в нормативно-строительных документах должна быть пересмотрена, чтобы в дальнейшем минимизировать риски и угрозы населению, проживающего в данной опасной зоне.

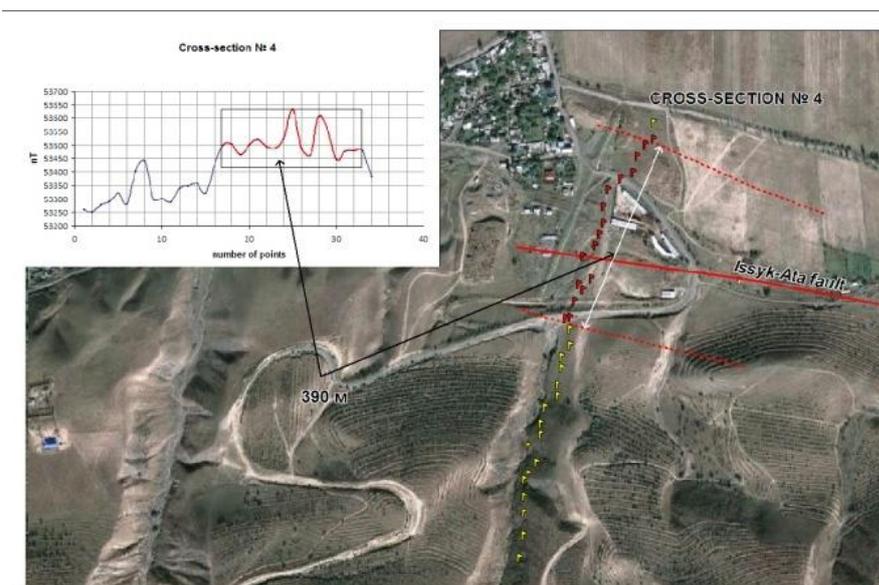


Рис.1.2.3. Определение ширины активного Исык-Атинского разлома

Для завершения составления карты микросейсмрайонирования города необходимо будет дополнительно получить данные инженерно-геологических (характеристику грунтов, условия их залегания и др.) и гидрогеологических условий вновь застроенных территорий и ее агломерации. Затем провести сопоставления полученных инструментальных данных (частотных характеристик) с инженерно-геологическими, гидрогеологическими и тектоническими условиями для выделения на исследуемой территории участков с различной интенсивностью сотрясений грунтов, на основе которых возможно совершенствование методов и точности расчета зданий и сооружений на реальные сейсмическое воздействия.

### 1.2.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект будет выполняться сотрудниками 1 и 4 отделов ЦАИИЗ при тесном сотрудничестве со специалистами GFZ (Германия), Национальным институтом вулканологии и геофизики (Италия),



## 1.2.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

*Продолжительность проекта – 2012-2013 гг.*

### 2012

- Проведении дополнительных инженерно-геологических и гидрогеологических исследований вновь застроенных участках территории города Бишкек.

### 2013:

- Подготовка окончательного отчета, создание оцифрованных карт сейсмического микрорайонирования с оценкой георисков
- Публикация результатов комплексных исследований.

### *Трудозатраты*

- 1 отдел–120 чел./мес.;

## 1.2.7 Литература

1. Орипов Г.О. Инженерно-геологические основы микрорайонирования территории г. Душанбе. Сейсмическое микрорайонирование, вып.1, Душанбе 1973.
2. Касымов С.М. Инженерно-геологическая основа детального сейсмического районирования и микрорайонирования (на примере Узбекистана). Изд-во ФАН,Ташкент,1979,224 с.
3. Застройка территории гор. Бишкек с учетом сейсмического микрорайонирования и грунтово-геологических условий СНиП 2.01.01.-93 КР. Издательство Госстрой Кыргызской Республики, Бишкек,1995, 21 с.
4. Инструменты оценки риска для диагностики городских районов в целях уменьшения опасности сейсмических бедствий. Радиус, ООН, МСУОСБ, 1999, 55 с.
5. S. Parolai, S. Orunbaev, D. Bindi,\* A. Strollo,† S. Usupaev, M. Picozzi, D. Di Giacomo,† P. Augliera, E. D’Alema, C. Milkereit, B. Moldobekov, and J. Zschau Site Effects Assessment in Bishkek (Kyrgyzstan) Using Earthquake and Noise Recording Data. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 100, No. 6, pp. 3068–3082, December 2010, doi: 10.1785/0120100044 Manuscript received 17 February 2010
6. Усупаев Ш.Э., Молдобеков Б.Д., Шакиров А.Э., Абдыбачаев У. А. Определение ширины активного Ыссык-Атинского разлома в южном окончании города Бишкека в целях оценки рисков бедствий и зоны влияния. с.679 – 681. В книге: Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики (издание восьмое с изменениями и дополнениями), Б.: МЧС КР, 2011, 718 с.



## Проект 1.3: Исследование оползней методами наземных наблюдений и дистанционного зондирования (в пилотной области горного обрамления Ферганского бассейна, северного и внутреннего Тянь-Шаня)

Ответственные исполнители: Мандычев А.Н., Детушев А.

### 1.3.1 Краткое название проекта

Исследование оползней Ферганского бассейна, северного и внутреннего Тянь-Шаня

### 1.3.2 Краткое содержание проекта

Оползневые процессы на территории Кыргызстана и соседних Центрально-Азиатских стран имеют широкое распространение из-за преобладания горного рельефа. Оползневые явления представляют собой значительную часть зарегистрированных природных катастроф на территории Кыргызской Республики

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



Рис. 1.3.1. Схема расположения исследуемых оползней



Данный проект, выполнение которого предполагается в период с 2012 по 2013 гг. является логическим продолжением проекта 2, выполнявшегося в течение 2008-2011 гг. в районах г. Минкуш (внутренний Тянь-Шань), г. Гульча и г. Майлису (Ферганская впадина) (Рис.1.3.1). За эти годы был собран фактический материал и выполнен его анализ, касающийся климатических, гидрологических, гидрогеологических и геологических и сейсмических условий районов исследований, а так же анализ результатов предыдущих исследований оползней «Туюксу» в районе г. Минкуш, оползня «Койташ» в районе г. Майлису и оползня «Гульча» в районе одноименного города. По этим оползням в 2008-2009 гг. были выполнены детальные полевые исследования с измерением морфометрических параметров, топографической съемки с использованием GPS Topcon GB-1000, в том числе высокоточные определения микроподвижек блоков оползней. Кроме этого были отобраны пробы грунта и подземных вод для гранулометрического и химического анализа (Рис.1.3.2).



Рис 1.3.2. Исследование оползней вблизи городов Гульча, Майлису, Минкуш

Выполнен подбор и предварительный анализ детальных космических снимков спутника «Quickbird» и др., охватывающих исследуемые оползни. По результатам исследований построены цифровые карты оползневых участков в GIS MapInfo, а так же зависимости параметров основных факторов, определяющих возникновение и развитие оползневых процессов.

Необходимость продолжения исследований по прежним объектам обусловлена относительно кратким 2-х летним периодом их изучения, недостаточным обеспечением специальными измерительными приборами, что позволило сделать лишь предварительные выводы о структуре оползней и механизме и факторах их развития, нуждающиеся в более детальном обосновании.

Таким образом, в данном проекте предполагается продолжение детальных исследований трех оползней, изученных ранее и предполагается начать новые наблюдения на крупном оползне Татыр, расположенном в 30 км южнее г. Бишкек, в урочище Чон-Курчак. Этот оползень отличается хорошей доступностью для транспортных средств, интересным геологическим строением и условиями образования. Все это позволит организовать на нем с относительно небольшими финансовыми затратами детальные исследования и получить научные результаты, применимые для прогноза развития других однотипных оползней.



Для ретроспективного и актуального анализа оползневой активности в региональном масштабе будут использоваться как архивные данные, так и материалы дистанционного зондирования – спутниковые снимки Landsat, Aster, Spot, Quickbird и др.. Кроме того, предполагается использование дифференцированной радарной интерферометрии (TerraSAR-X) для наблюдения за динамикой оползня, образования трещин и деформаций на поверхности оползня.

Сопоставление информации, полученной с помощью дистанционного зондирования с реальной ситуацией на местности будет осуществляться в процессе полевых работ. В локальном масштабе предполагается применить различные методы наземных исследований (геологические, геофизические, геодезические (GPS Topcon GB-1000, электронный тахеометр).

При полевых исследованиях будет выполнен отбор образцов грунтов на определение влажности, гранулометрического, минерального состава и других физико-механических параметров, зондирование электромагнитным пенетрационным радаром или широкополосной сейсмостанцией, измерение акустических шумов геофоном.

Будет выполняться задача моделирования оползней на основе определения и уточнения 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, в том числе и сейсмичности, определяющих характер развития оползневых процессов, закономерностей их взаимосвязи и развития во времени и пространстве.

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 оползневых склонов.

### 1.3.3 Цели и методы проекта

#### *Долгосрочные цели:*

Цель проекта соответствует стратегии ЦАИИЗ в направлении «Геодинамика и геокатастрофы», предусматривающей прогноз тенденций развития опасных экзогенных процессов и явлений на территории Кыргызстана и стран ЦА в связи с климатическими изменениями.

Основной целью данного проекта является продолжение детальных исследований характерных оползней, на основе которого будет выполняться моделирование и прогноз развития оползней, а так же комплексная оценка 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, северного 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, структура и литология).

Будет продолжена разработка обоснования прогноза развития оползневых процессов на конкретных участках и рекомендаций по снижению оползневой опасности. В перспективе предполагается разработка рекомендаций по созданию системы раннего предупреждения оползневых явлений в Центрально-Азиатском регионе.

*Краткосрочные цели:*

В рамках данного проекта будут продолжены систематические исследования трех типичных оползней, выбранных в процессе анализа имеющихся геологических, неотектонических, инженерно-геологических, гидрогеологических, гидрологических, климатических, дистанционных данных и полевых исследований в районах городов Минкуш, Майлису, Гульча. А так же оползнь Татыр, расположенного вблизи г.Бишкек (Рис. 1.3.3).

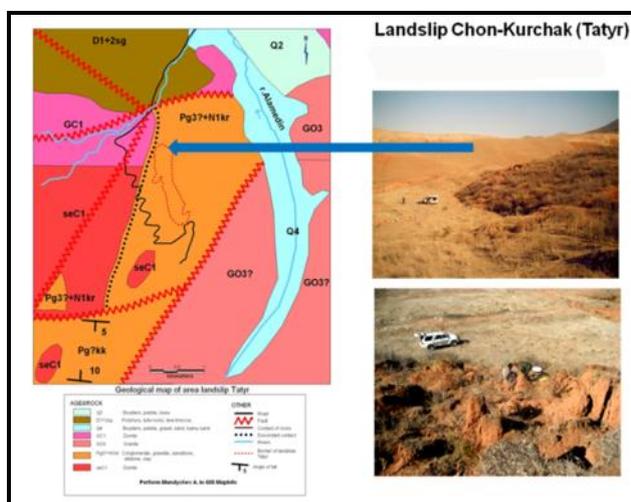


Рис.1.3.3 Схема геологического и тектонического строения района оползня Татыр

Продолжится формирование базы данных, содержащей параметры оползней и результаты анализа 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:

- Дешифрирование высокодетальных разновременных данных дистанционного зондирования (мультиспектральное, гиперспектральное, радарное);
- Наземные геофизические измерения (акустическое прослушивание геофоном, зондирование пенетрационным радаром или сейсмической станцией), геодезические измерения (GPS позиционирование, нивелирование, топографическая съемка электронным тахеометром), измерения автоматическими гидрометеорологическими станциями;
- Геоморфологические, геологические, гидрологические, гидрогеологические и инженерно-геологические полевые исследования. Изучение характера рельефа, тектонической структуры, литологического строения, условий обводнения и водонасыщения оползневой склона и тела оползня, минералогического состава, фильтрационных свойств, гранулометрического состава и других физико-механических свойств грунтов оползней;
- Пространственно - временное моделирование оползневой процесса, оценка риска.

#### 1.3.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства

В течение 2008-2011 годов был выполнен сбор фактического материала по трем исследуемым оползням и районам их развития (геологическое и тектоническое строение, гидрологические и гидрогеологические условия, климатические параметры). Анализ этих данных позволил более целенаправленно планировать и выполнять полевые исследования.

По оползням «Тюксу» в районе г. Минкуш, «Койташ» в районе г. Майлису и «Гульча» в районе одноименного города в 2008-2009 гг были выполнены детальные полевые исследования с измерением морфометрических параметров, топографической съемки с использованием GPS Topcon GB 1000, в том числе высокоточные определения микроподвижек блоков оползней. Кроме этого были отобраны пробы грунта и подземных вод для гранулометрического и химического анализа. Выполнен подбор и предварительный анализ детальных космических снимков Quickbird и др., охватывающих исследуемые оползни. По результатам исследований построены цифровые карты оползневых участков в GIS MapInfo, а так же зависимости параметров основных факторов, определяющих возникновение и развитие оползневых процессов. Эти материалы включены в базу данных и будут в дальнейшем использованы для анализа механизма оползневых процессов

Необходимые дополнительные данные для выполнения проекта включают в себя разновременные оптические и радарные космические снимки высокого



разрешения.

Из инструментального оснащения следует отметить необходимость электромагнитного пенетрационного радара и портативной сейсмостанции для изучения структуры оползней, их литологической неоднородности, определения мощности тела оползня, соотношения его сухой и водонасыщенной частей, геофона для определения акустических шумов оползней.

Для высокоточной оперативной топографической съемки оползней необходим электронный тахеометр, а для наблюдения за микроклиматическими условиями в районе оползней - мобильная автоматическая метеостанция типа VAISALA. Для выполнения анализов в специализированной лаборатории по определению физико-механических параметров грунтов и минералогического состава грунтов, а так же изучения химического состава поверхностных и грунтовых вод, связанных с оползнями, необходимо предусмотреть выделение финансовых средств.

### 1.3.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект будет выполняться вторым отделом в сотрудничестве с первым 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.

#### *Координация с инициативой ЦА ОГИ*

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 (ЦАОГИ). Будут продолжены 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.

### 1.3.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

*Продолжительность проекта 2012 - 2013*

**2012:**



- Сбор и анализ архивных и фактических данных, данных дистанционного зондирования, формирование раздела базы геоданных по оползням.
- Детальные полевые исследования на оползне Татыр, выполнение полевых измерений основных параметров и их анализ.
- Приобретение космических снимков «WorldView-2» 2012 года и их дешифрирование по четырем участкам развития оползней.

**2013:**

- Анализ информации по дистанционному зондированию, сейсмологическим, климатическим, геологическим, гидрогеологическим данным и физико-механическим параметрам оползней.
- Детальные полевые исследования на четырех участках, топографические измерения GPS, электронный тахеометр. Создание основы мониторинга оползневых процессов посредством установки реперов, суммарных осадкомеров.
- Создание основы мониторинга оползневых процессов посредством установки реперов, суммарных осадкомеров, автоматических станций, которые будут выполнять измерения сейсмических, метеорологических и геодезических характеристик (GPS).
- Обобщение основных многофакторных закономерностей механизма формирования, изучаемых оползней. Обоснование алгоритма прогноза развития оползней, мер по снижению риска и схемы системы раннего предупреждения

*Трудозатраты:*

Отдел 2 – 107 чел.- мес.

*Требуемые наблюдения/данные и оборудование:*

- Дешифрирование оптических и радарных снимков высокого разрешения и наличие снимков с разрешением от 0,6 м/ликсел, с разным временем съемки («WorldView-2», TerraSAR-X).
- GPS привязка точек измерений, нивелирование, высокоточная топографическая съемка электронным тахеометром;
- Полевые исследования морфометрии, структуры, литологического строения оползней, гидрологических и гидрогеологических условий на участках оползней. Отбор проб грунтов оползней.
- Исследование физико-механических параметров проб грунтов оползней в специализированных лабораториях
- Исследование гидрохимических и геохимических свойств поверхностных и подземных вод связанных с оползнями, проб грунтов оползней в



специализированных лабораториях

- Зондирование пенетрационным георадаром, сейсмическое зондирование, измерение акустических шумов геофоном.
- Приземная метеорология: наблюдения в районе оползней за температурой, влажностью и осадками.

### 1.3.7 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 Кыргызской ССР. Изд-во АН Кирг. ССР. Фрунзе, 1958.
3. Гидрогеология СССР. Кыргызская 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 Кыргызского 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 Кыргызской 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 Кыргызской 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 С., 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.



## Проект 1.4: Сейсмологические исследования ЦАИИЗ

Ответственные исполнители: Кальметьева З.А., Жусупова К.

### 1.4.1 Краткое название

Сейсмологические исследования

### 1.4.2 Краткое содержание проекта

Тянь-Шань – молодые, растущие горы, характеризующиеся резко расчлененным рельефом, высочайшими вершинами (более 7000 м), высокой сейсмической активностью (исторические землетрясения с  $M=8.4$ ), высоким уровнем природных катастроф (оползни, сели, наводнения и т.д.). Очевидно, что все эти явления неразрывно связаны между собой и изучение связей между ними имеет большое значение для понимания природы опасных природных явлений, так как на основе такого знания можно планировать превентивные меры по снижению риска.

К настоящему времени в результате планомерного развития сети инструментальных наблюдений и полевых исследований в базе данных ЦАИИЗа накапливаются сведения о поверхностных деформациях по данным космической геодезии и дистанционного зондирования, собираются метеоданные, накоплен богатый материал об оползневой активности. С другой стороны, ЦАИИЗ имеет материалы сейсмических наблюдений, проводимых как стационарными станциями ЦАИИЗа, так и локальными сетями (по проектам TIPAGE, Fergana, Камбаратинский взрыв). ЦАИИЗ уже имеет опыт использования этих данных, например, для изучения очаговой зоны Нуринского землетрясения 2008 года [1], где были использованы данные GPS, материалы сети TIPAGE и геологические данные. Обнадеживающие предварительные результаты получены при сопоставлении данных GNSS и сейсмологии в районе бассейна реки Сарыджаз (см. проект по Сарыджазу). Начат сопоставительный анализ оползневой и сейсмической активности [2]. Планируемая на 2012 год установка сети акселерометров на территории Кыргызстана для создания системы быстрого реагирования еще больше расширяет возможности такого анализа.

В 2012-2013 гг. предполагается использовать материалы сети Fergana для сопоставительного анализа сейсмической и оползневой активности по территории горного обрамления Ферганской впадины.

### 1.4.3 Цели и методы проекта

- Установка и адаптация программ для обработки материалов локальных автономных сейсмических сетей, включая создание каталога сейсмических событий, определение механизмов очагов землетрясений, оценка сайт-эффекта.

- Современные структуры и их влияние на развитие опасных природных процессов.

- Сопоставительный анализ общей сейсмичности, оползневой активности и метеоданных за последние 50 лет.



- Сопоставительный анализ материалов инструментальных наблюдений за оползнями Майлисаия и сейсмических данных по материалам сети Fergana.

#### 1.4.4 Текущее состояние

К 2010 году ЦАИИЗ имел собственную стационарную сеть сейсмических станций (три станции), данные которых вместе с данными сети CAREMON, а также других станций мировых сетей поступали на программный комплекс SeisComp, осуществляющий сбор, обмен и автоматизированную обработку данных сейсмических наблюдений в режиме реального времени. Однако после Нуринского землетрясения мы столкнулись с необходимостью обработки материалов автономных сетей. Такая же ситуация была с обработкой материалов наблюдений Камбаратинского взрыва. Но особенно остро эта необходимость стала очевидной после получения первых результатов сопоставительного анализа сейсмической и оползневой активности на территории Северного Тянь-Шаня, проведенного нами по данным каталогов ИС НАН КР и ИС РАН, и теперь надо было приступить к обработке материалов сети Фергана. По этой причине в 2010 году нами была установлена программа SEISAN [3], которая была рекомендована на курсах по сейсмологии, регулярно проводимых GFZ под руководством П.Бормана, где демонстрировались возможности этой программы, а также раздавался ее текст участникам курсов.

Исследования по территории Северного Тянь-Шаня показали, что оползневая активизация начинается, когда после некоторой стабилизации горизонтального сжатия происходит отклонение направления сжатия от горизонта [2]. Местоположение оползней совпадает с краевыми частями структур поднятия, надвигающихся на осадочные толщи Чуйской впадины. Этот результат заставляет уделить особое внимание изучению поля напряжений земной коры в связи с изучением оползневых процессов. Юго-западная часть территории Кыргызстана еще более подвержена воздействию оползней. Но эта часть Тянь-Шаня отличается от территории Северного Тянь-Шаня, как по истории развития, так и по структуре. И пространственная локализация оползней здесь имеет более сложное распределение. Поэтому представляет большой интерес сравнение результатов анализа по этим двум столь разным участкам территории Тянь-Шаня. Материалы наблюдений сети Фергана дают уникальную возможность провести аналогичное исследование по территории Ферганы. Тем более, что в пределах расположения сети многие годы ведутся инструментальные наблюдения за оползнями Майлисаия. В период работы этой сети 3 мая 2010 года в районе Ойтала сошел оползень, который отчетливо зарегистрировался на ближайшей к нему станции под № 22.

2011 год был посвящен отработке методики определения энергетических и динамических характеристик землетрясений [4]. Учитывая важность этого вопроса не только для частного исследования, но и для определения этих параметров в любом центре обработки материалов сейсмических наблюдений, было организовано совместное обсуждение вопросов с сотрудниками ИС НАН КР, ИС РАН и НЯЦ Казахстана.



#### 1.4.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект будет выполняться сотрудниками I-го отдела ЦАИИЗа. Предусматривается всесторонняя кооперация с организациями соответствующего профиля Кыргызстана (ИС НАН КР), Казахстана (НЯЦ, Институт сейсмологии), России (Научная станция в г. Бишкек).

Особая роль во внешнем сотрудничестве принадлежит GFZ. При отработке методики спектрального анализа записей землетрясений нами уже были получены ценные консультации со стороны Стефано Паролая. Результаты сопоставительного анализа сейсмической и оползневой активности неоднократно обсуждались с Ули Ветцелем, Зигрид Рёснер, Кристианом Хаберленд и Бернд Шуром.

Настоящий проект по своему содержанию тесно связан с задачами темы 3 проекта CA GCO (Earth's Surface Dynamics).

#### 1.4.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

##### 2012:

- Адаптация программы Seisan для определения динамических параметров землетрясений и механизмов их очагов Пространственно-временной анализ сейсмичности Ферганы
- Сопоставительный анализ данных о сейсмичности, оползневой активности и метеоусловий за период 50 лет
- Сопоставительный анализ микротолчков, записанных сейсмическими станциями ИС НАН КР, с инструментальными данными о движении оползней Майлисия.

##### 2013:

- Определение сайт-эффекта для пунктов наблюдений сети Фергана, определение динамических параметров землетрясений.
- Сопоставительный анализ с материалами инструментальных наблюдений за оползнями Майлисия.
- Подготовка и написание отчета о результатах за 2012-2013 гг.

##### *Трудозатраты:*

1-й Отдел – 60 чел.-мес.

##### *Необходимые дополнительные ресурсы:*

- предусмотреть 0.5 ставки инженера-программиста



#### 1.4.7 Литература

1. Кальметьева З.А., Миколайчук А.В., Молдобеков Б.Д., Мелешко А.В., Жантаев М.М., Зубович А.В. (2009) Атлас землетрясений Кыргызстана. Бишкек: ЦАИИЗ, 213с. ISBN 978-9967-25-829-7. [www.caiag.kg](http://www.caiag.kg)
2. Кальметьева З.А. и Молдобеков Б.Д. Анализ оползневой активности в сейсмичных областях (на примере Тянь-Шаня). Геориск, №2, 2012
3. Lahr J. et al. A computer program for determining location earthquake hypocentral parameters, magnitude and first motion pattern. USGS, Open-File Report, 94
4. Сычева Н.А., Кальметьева З.А., Мансуров А.Н., Сычев В.Н. Методические особенности определения динамических параметров землетрясений по данным сейсмологической сети KNET (Северный Тянь-Шань). Материалы Третьей тектонофизической конференции в ИФЗ РАН «Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле», 8-12 октября 2012, Москва, Россия



## ТЕМА 2: КЛИМАТ, ВОДА И ЛЕДНИКИ

*Руководитель темы: Ж. Ж. Карамолдоев*

**Проект 2.1: Изучение ледника Энилчек с целью определения его баланса, морфологических, динамических характеристик, а так же климатических и гидрологических условий**

**Ответственные исполнители:** Мандычев А.Н., Усубалиев Р.А., Дудашвили А.С., Азисов Э.,

### 2.1.1 Краткое название проекта

Изучение ледника Энилчек

### 2.1.2 Краткое содержание проекта

Причина регрессии оледенения Тянь-Шаня, наблюдаемая в последние десятилетия, заключается в климатических изменениях. Это ведет к уменьшению общих водных ресурсов, активизации грязевых потоков, паводков и прорывов ледниковых озер. Крупнейшее из известных, подпруженных ледником озер, ледниковое озеро Мерцбахера, отличается одним из наиболее сильных и регулярных ежегодно повторяющихся прорывных ледниковых паводков. В районе этого озера, в центральной части ледника Энилчек, в месте сочленения двух его ветвей: Северного и Южного Энилчека (Рис.2.1.1), необходимо изучение гидрологических, климатически, гляциологических изменений, связанных с изменениями атмосферной циркуляции в региональном и глобальном масштабе.

Данный проект, является продолжением проекта, выполнявшегося в 2008-2011 гг. В проекте будут изучаться такие факторы, как климатический, гидрологический и собственно гляциологические параметры ледника Энилчек.

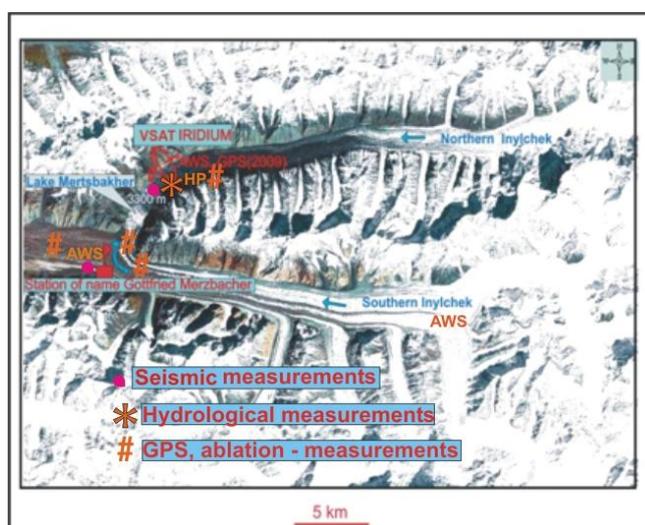


Рис.2.1.1 Район исследования ледника Энилчек и озера Мерцбахера, существующие и предполагаемые научные измерения



Исследования ледника Энилчек предполагается выполнять на базе станции имени Мерцбахера (Рис.2.1.2), которая была создана совместно ЦАИИЗ и GFZ в августе 2009 года. В последующем, на этой станции, предполагается расширить набор измерительных приборов, исследующих ледник Энилчек.



Рис.2.1.2 Высокогорная научная станция им. Готтфрида Мерцбахера

В процессе гляциологических исследований предполагается исследование изменения баланса массы ледника на основе наблюдений за морфометрическими параметрами на репрезентативных участках, скорости движения поверхности ледника на основе методов дистанционного радарного зондирования, GPS измерений и непосредственных полевых измерений поверхностного стока, уровня солнечной радиации, величины абляции.

Важной составляющей исследований будет дешифрирование оптических мультиспектральных и радарных космических снимков ледника, что позволит определить морфологические особенности и параметры, характер неоднородности распределения внутриледниковых полостей, трещин и каналов как поверхностного, так и внутриледникового стока.

Автоматические метеостанции будут предоставлять информацию о температуре, осадках, влажности, атмосферном давлении, ветре и суммарной солнечной радиации. Это позволит выявить влияние изменения климатических параметров на изменения баланса ледника, стока реки Энилчек и режима прорывного стока озера Мерцбахера.

Предполагается так же более точное определение летнего ледникового стока отдельно по ледникам Северный и Южный Энилчек с использованием автоматических гидропостов, трассеров в виде краски или соли и с использованием измерителя скорости течения воды - Acoustic Digital Current Meter (Ott ADC). Будет выполнен отбор проб талых ледниковых вод, сезонного снежного покрова, пыли и органических образований с поверхности ледника на химический, минералогический, гранулометрический анализ.

Колебания уровня воды озера Мерцбахера и ледовой поверхности озера будут регистрироваться, датчиком давления воды и разработанным GFZ, OpenGPS – датчиком, с использованием технологии лазерного сканирования и



визуального наблюдения с помощью веб - камеры высокого разрешения, которые обеспечат мониторинг постоянных изменений водной поверхности. В долгосрочной перспективе автоматическая система, основанная на технологии OpenGPS, будет применена для мониторинга опасных прорывов на высокогорных озерах.

Планируется так же исследование озера Мерцбахера и его донных отложений с помощью эхолота Raymarine A50D. Так же будет исследован механизм прорыва ледовой дамбы. Структура ледника, его мощность, физико-механические свойства льда будут определяться мелкофокусным широкополосным сейсмическим зондированием или электромагнитным пенетрационным георадаром. Предполагается также измерение акустических шумов ледника.

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

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 водных ресурсов в Центрально-Азиатском регионе.

### 2.1.3 Цели и методы проекта

#### *Долгосрочные цели:*

Цель проекта соответствует стратегии ЦАИИЗ в направлении «Климат, вода и геоэкология», предусматривающей прогноз тенденций климатических изменений и изменений водных ресурсов в Кыргызстане и ЦА.

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

В долгосрочной перспективе предполагается изучение и понимание регрессии ледника Энилчек 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.

*Краткосрочные цели:*

Наиболее важной кратковременной целью является измерение ряда параметров, необходимых для объяснения, моделирования и прогноза гляциальной, водной, атмосферной подсистем, в аспекте возникновения возможных рисков геокатастроф и изменения водных ресурсов (Рис.3). Этот процесс включает систематический сбор уже имеющихся и полученных недавно данных, в частности, данных по абляции льда, скорости движения льда, гидрологическим, гидрохимическим и метеорологическим параметрам, получаемым как по наблюдениям дистанционного зондирования, так и повторяющимся полевым измерениям и измерениям по непрерывно работающим в регионе наземным регистрирующим и передающим сенсорным станциям.

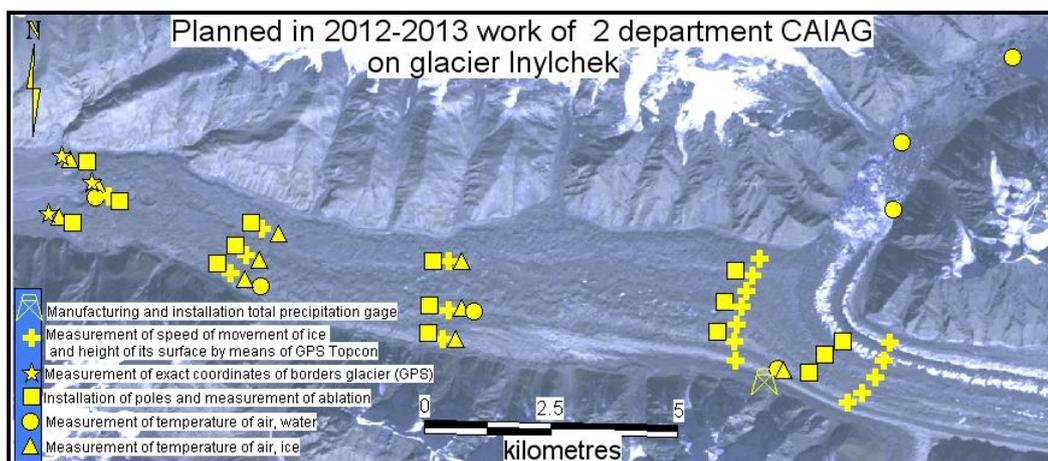


Рис.2.1.3 Схема планируемых работ 2 отдела ЦАИИЗ на 2012-2013 гг.

Таким образом, в краткосрочной перспективе будет иметь первостепенное значение продолжение установки в условиях ледника Энилчек автоматических метеорологических, гидрологических, геодезических сенсорных станций и специальных датчиков, обеспеченных космической коммуникационной системой.

Конечной целью будет оценка водно-ледового баланса ледника Энилчек на основе анализа полученных данных и построения многофакторных моделей взаимосвязи основных природных факторов, определяющих функционирование и эволюцию системы ледника Энилчек.

Важной задачей будет осуществление обработки и передачи данных внешним пользователям.

*Методы:*

- Дешифрирование данных дистанционного зондирования (оптическое мультиспектральное, гиперспектральное и радарное).
- Геодезические измерения и мониторинг (Глобальная система позиционирования (GNSS), GPS – рефлектометрия, GPS – высокоточные



точечные замеры, высокоточные топографические замеры электронным тахеометром).

- Полевые измерения метеорологических, гидрологических, гляциологических параметров (гидрометеорологические станции и гидропосты, измерение расходов воды, измерение абляции, установка термисторов).
- Наблюдения за изменением уровня воды озера с использованием датчиков давления и непрерывных радарных средств измерений. Зондирование эхолотом дна озера Мерцбахера.
- Наблюдение за смещением абляционных рек с помощью электронного тахеометра.
- Определение структуры ледника, его мощности, физико-механических параметров льда с помощью портативной цифровой мелкофокусной широкополосной сейсмической станции или электромагнитного пенетрационного георадара. Измерение акустических шумов ледника.
- Химический, минералогический, гранулометрический анализ проб талых ледниковых вод, сезонного снежного покрова, пыли и органических образований с поверхности ледника.
- Пространственно-временное моделирование на основе GIS.

#### 2.1.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства

По району ледника Энилчек и бассейну рек Энилчек, Сарыджаз имеется незначительная гляциологическая, климатическая и гидрологическая информация. В 2005 г. ситуация была улучшена результатами экспедиции, выполненной в тесном сотрудничестве с GFZ (Михайлев В., Ветцель Х. и др.), когда были получены новые сведения по балансу ледника Энилчек, ледниковому стоку, скорости движения льда, характеру колебания уровня озера Мерцбахера.

В 2008 г. в долине реки Энилчек отделом «Климат, вода и геоэкология» были выполнены гидрологические, геоморфологические, литологические исследования (Рис.4). Как уже было отмечено выше, в августе 2009 года в районе озера Мерцбахера была создана комплексная станция, включающая перманентную GPS, автоматическую метеостанцию, систему спутниковой связи.



Рис. 2.1.4 Гидрологические, геоморфологические, литологические исследования в долине реки Энилчек

В настоящее время здесь функционирует автоматическая станция Северный Энилчек, предназначенная для получения метеорологических, GPS, сейсмологических, гидрологических данных, которые передаются в ЦАИИЗ через VSAT. Кроме этого, здесь же в 2010 году была установлена автоматическая многофункциональная гидрометеорологическая станция, включающая в себя: автоматический осадкомер, автоматический комплекс для актинометрических наблюдений. Здесь на разных глубинах под землёй (до 1 метра) установлены специальные датчики для измерения температуры и влажности многолетних мёрзлых пород. Эти исследования могут дать характеристики криогенных условий в районе станции. Кроме этого установлены два гидрологических поста. Один установлен с целью измерения расходов реки питающейся талыми водами ледника Сев. Энилчек; второй установлен вблизи озера Мерцбахера для мониторинга динамики его наполнения и опорожнения.

Предлагаемый проект будет выполняться на базе этой станции и будет включать комплекс работ, соответствующий обозначенным целям. Успешность выполнения проекта будет зависеть от обеспеченности научными приборами.

Необходимые дополнительные данные для выполнения проекта включают в себя оптические и радарные космические снимки высокого разрешения района озера Мерцбахера и в целом ледника Энилчек.

Из инструментального оснащения следует отметить необходимость электромагнитного пенетрационного радара и портативной сейсмостанции для изучения структуры ледника, его неоднородности, определения мощности и плотности льда, геофона для определения акустических шумов ледника.

Для высокоточной оперативной топографической съёмки ледника необходим электронный тахеометр, а для наблюдения за микроклиматическими условиями ледника - мобильная автоматическая метеостанция типа VAISALA. Мобильный гидропост необходим для изучения расходов поверхностного жидкого и твердого стока.

Для выполнения анализов в специализированной лаборатории по определению химического состава вод, связанных с ледником, минералогического и гранулометрического состава пыли и твердого стока, необходимо предусмотреть выделение финансовых средств.

Для перемещения на ледник требуется, 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 зарубежными 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;
- Московский государственный университет имени Ломоносова, институт географии РАН
- Инженерно-исследовательский институт Китайской академии наук, лаборатория криосферных наук окружающей среды холодных и засушливых регионов

#### *Координация с инициативой ЦАОГИ*

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» (ЦАОГИ) 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 ЦАОГИ, которая планирует установить действующую систему мониторинга (гляциология, климатология, гидрология) вблизи системы ледника Энилчек. 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.

#### **2.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы**

Продолжительность проекта – 2012 - 2013



**2012:**

- Сбор и анализ данных дистанционного зондирования, фактического материала по климатическим, гидрологическим условиям и параметрам ледников Северный и Южный Энилчек, озеру Мерцбахера и рекам Энилчек, Сарыджаз.
- Полевые работы на базе комплексной станции имени Мерцбахера. Выполнение гидрологических, абляционных и топографических измерений, отбор проб воды и пыли, геофизическое зондирование ледника.

**2013:**

- Продолжение сбора и анализа данных дистанционного зондирования, метеорологических, гидрологических, гляциологических данных, GPS параметров.
- Полевые гляциологические, гидрологические, геофизические исследования
- Анализ полученных данных и развитие многофакторной модели взаимосвязи климатических, гидрологических и гляциологических элементов системы ледника Энилчек.
- Разработка GIS моделей режима озера Мерцбахера и динамики ледника Энилчек, определение составляющих его водного баланса.
- Разработка обоснования схемы системы раннего предупреждения о прорыве озера Мерцбахера.

*Трудозатраты:*

Отдел 2 – 107 чел.- мес.

*Требуемые наблюдения/данные и оборудование:*

- Оптические и радарные данные дистанционного зондирования (космические снимки различных типов и детальности с разным временем съемки).
- Геодезические и топографические измерения на основе сетевых приемников GPS/GLONASS, GPS – рефлектотрии, электронного тахеометра и геодезических GPS Topcon GB-1000 (есть в наличии). Электронный тахеометр.
- Гляциологические (абляция), гидрологические измерения с помощью измерителя скорости течения - Acoustic Digital Current Meter (Ott ADC) (есть в наличии), величины твердого стока. Зондирование дна озера Мерцбахера эхолотом Raymarine A50D (есть в наличии).
- Геофизическое зондирование ледника для наблюдения за его толщиной, структурой, плотностью с применением георадарной системы или сейсмической станции. Геофон для акустических измерений. Георадар, портативная мобильная сейсмостанция.



- Отбор проб на определение химического состав речных и ледниковых вод, минералогический и гранулометрический состав пыли и твердого стока. Финансовые средства на выполнение анализов в специализированных лабораториях.
- Приземная метеорология: автоматическая сеть метеостанций для наблюдения за температурой, осадками, влажностью. Автоматическая метеостанция.

### 2.1.7 Литература

1. Авсюк Г.А. Ледники горного узла Хан -Тенгри – Энилчек 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., Кузьмиченок 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., Кузьмиченок 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., Кузьмиченок В., Гляциальные и гидрологические изменения в Тянь-Шане: моделирование и прогноз, Письма экологических исследований, 2007.

**Проект 2.2: Мониторинг климатических, гидрологических, лимнологических, гляциологических природных и антропогенных процессов с использованием данных дистанционного зондирования и географических информационных систем для решения экологических проблем в бассейне озера Иссык-Куль**

**Ответственные исполнители:** Шабунин А.Г., Мандычев А.Н., Подрезова Ю., Мурзабекова Д., Дайыров М.

### **2.2.1 Краткое название проекта**

Мониторинг бассейна озера Иссык-Куль

### **2.2.2. Содержание проекта**

Данный проект, выполнение которого предполагается в течение 2012-2013 годов, приходит на смену проекту по Токтогульскому бассейну, выполнявшемуся в 2008-2011 гг., в рамках которого оценена интенсивность эрозионных параметров, степень заиления водохранилища. Это связано с тем, что основной комплекс работ по изучению Токтогульского водохранилища был проведен ранее в рамках предыдущей работы НИР ЦАИИЗ выполненной в период 2008-2009 гг. Исследование эрозионных процессов и объемов накапливаемого в водохранилище седиментационного материала потеряло свою актуальность в связи с данными полученными в ходе предыдущего исследования и строительства ГЭС Камбарата-2.



Изучение Иссык-Кульского бассейна (Рис.2.2.1) в настоящее время является на наш взгляд более актуальной темой для исследований. В отделе имеется обширный банк информации по различным параметрам озера Иссык-Куль а так же большой опыт работ в данном регионе. Еще одним веским аргументом при выборе этого объекта исследований было то, что данный объект является достаточно большим для исследований его характеристик при помощи данных дистанционного зондирования и спутниковых изображений с относительно малой разрешающей способностью и соответственно открытым доступом к этим данным в интернете.

Иссык-Кульский бассейн, с одноименным озером представляет собой один из важнейших объектов Кыргызстана в экономическом, рекреационном и экологическом аспектах. Климатические, гидрологические, гидрогеологические, лимнологические исследования в его пределах позволят разработать рекомендации по рациональному использованию природных ресурсов бассейна и решить экологические проблемы, обусловленные хозяйственной деятельностью и потеплением климата. В частности, в прибрежной зоне Иссык-Кульской котловины, с 1960 г. по 2005 г., температура воздуха повысилась на 1-1,5<sup>0</sup>С. Тенденция к потеплению климата в Иссык-Кульском регионе, наметившаяся с 60-х годов XX столетия, отразилась и на температуре воды озера. Так по В.В. Романовскому и А.Г. Шабунину температура глубинных вод озера с 1981 по 2005 гг. повысилась на 0,5<sup>0</sup>С.



Рис.2.2.1 Иссык-Кульский бассейн

Потепление привело к деградации оледенения. Сокращению горного оледенения Центральной Азии в связи с потеплением климата посвящено большое количество работ. По оценкам, приведенным в этих работах, площадь оледенения региона (включая и Иссык-Кульскую котловину) сокращается на 0,5-1% в год. Такое сокращение оледенения, в перспективе, негативно скажется на стоке рек ледникового питания, на поступлении воды из этих рек в оз. Иссык-Куль, и следовательно на изменении уровня озера. Все это ведет к нарушению экологической ситуации в регионе.

Наряду с климатическими изменениями, озеро с каждым годом все больше используется в рекреационных целях, для отдыха и туризма. Антропогенная деятельность в бассейне озера Иссык-Куль (увеличение водопотребления, рост



населения, автотранспорта, строительство большого количества оздоровительных объектов в прибрежной зоне) привела к увеличению нагрузки на водные ресурсы, как самого бессточного озера, так и его бассейна.

В рамках данного проекта предполагается сбор и анализ фактического материала наблюдений последних лет по климатическим, гидрологическим, гидрогеологическим, лимнологическим и другим параметрам исследуемой территории. Кроме этого, в связи с тем, что количества существующих станций и постов в бассейне озера Иссык-Куль не достаточно для качественного анализа исследуемых параметров, предполагается использование широкого диапазона спутниковых данных (оптические снимки, радиометрические, радарные данные). В частности предполагается дешифрирование элементов природной среды, а так же анализ пространственного распределения основных климатических показателей.

Полученный фактический материал будет использоваться для анализа экологического состояния в бассейне озера Иссык-Куль, прогнозов влияния климатических изменений и увеличения антропогенной нагрузки на морфометрические, гидродинамические, термические характеристики озера, а также на водные, ледниковые и другие природные ресурсы всего бассейна. Результаты выполнения проекта позволят разработать рекомендации по рациональному использованию водных ресурсов Иссык-Кульского бассейна, способствующие экономическому развитию без ущерба экологическим условиям.

### 2.2.3 Цели и методы проекта

#### *Долгосрочные цели:*

Цель проекта соответствует стратегии ЦАИИЗ в направлении «Климат, вода и геоэкология», предусматривающей прогноз тенденций климатических изменений и изменений водных ресурсов в Кыргызстане и ЦА.

Основной долгосрочной целью данного проекта является изучение влияния климатических изменений и антропогенной нагрузки на экологическое состояние экосистемы бассейна озера Иссык-Куль. Это влияние будет оцениваться на основе анализа изменений основных климатических и гидрологических показателей.

#### *Краткосрочные цели:*

В краткосрочной перспективе запланировано выполнить климатические, гидрологические, гидрогеологические, лимнологические, гляциологические исследования в бассейне озера Иссык-Куль на основе имеющихся фактических данных, данных дистанционного зондирования и непосредственных измерений отдельных характеристик в полевых условиях.

Предусматривается дополнение и развитие баз данных, содержащих гидрологические и гидродинамические параметры озера, а так же климатические гидрогеологические, лимнологические параметры его бассейна.

#### *Методы:*



- Анализ данных дистанционного зондирования по мультиспектральным и радарным космическим снимкам, использование данных специальных спутников (альтиметрия, температура, осадки).
- Анализ временных рядов параметров осадков, температуры, речного и подземного стока, уровня озера.
- Полевые топографические, эхолотные, гидрологические, метеорологические измерения.
- Анализ пространственного распределения параметров на основе ГИС, моделирование водного баланса озера и бассейна.

#### 2.2.4 Текущее состояние и специальные запрашиваемые средства

Исследования озера Иссык-Куль и его бассейна имеют многолетнюю историю и им посвящено много научных публикаций. В разное время в этом регионе проводились климатические, гидрологические, гляциологические, лимнологические и другие исследования.

Сотрудники отдела «Климат, вода и геоэкология» ЦАИИЗ имеют опыт исследований в данном регионе. Они непосредственно принимали участие в выполнении НИР и во многих международных проектах направленных на исследования озера и его бассейна. В частности, Шабунин А.Г. участвовал в международных экспедициях, производил инструментальные наблюдения за температурным режимом озера Иссык-Куль, его динамикой, физико-химическими свойствами (цветность, прозрачность, содержание кислорода, и т.д.), а так же участвовал в отборе кернов со дна водоема. В дальнейшем по результатам проведенных полевых и аналитических работ им была защищена кандидатская диссертация на тему – «Гидродинамические процессы озера Иссык-Куль и их роль в формировании экологической обстановки в его бассейне».

Мандычев А.Н. исследовал подземные воды Иссык-Кульского бассейна, в результате впервые выполнена оценка величины ресурсов подземных вод глубоких горизонтов и уточнены возобновляемые ресурсы и экологическое состояние подземных вод четвертичного водоносного комплекса, являющегося основным источником питьевого водоснабжения. Некоторые из этих исследований осуществлялись в рамках следующих проектов:

- Научно-исследовательские работы ИВПиГЭ НАН КР - "Создание системы информационного обеспечения для управления водными ресурсами Иссык-Кульской области" (2000-2003) и блока информационно-справочной системы Иссык-Кульской области" (2006-2010)..
- Международный проект «АПЕЛИК» – «Оценка и прогноз изменений окружающей среды на озере Иссык-Куль» (2000-2004).
- Международный проект «КР330.3» по гранту МНТЦ – «Изучение водного баланса и гидродинамики озера Иссык-Куль изотопными методами» (2002-2005).

В настоящее время имеется достаточно большой банк данных по гидрологическим, климатическим, лимнологическим и другим характеристикам



бассейна озера Иссык-Куль, включающий в себя как архивную информацию с озерных, метеорологических и гидрологических станций и постов, так и современную информацию, полученную по спутниковым данным (уровни озера, температура его поверхности).

К специально испрашиваемым средствам в данном проекте относятся:

- космические снимки различных типов и детальности и с разным временем съемки, необходимые для анализа пространственно распределенных параметров и картографирования региона для оценки антропогенной нагрузки.
- Средства для выполнения анализов с сертифицированных лабораториях для определения химического состава, загрязнения и других характеристик воды.
- приборы для определения точных координат местности с целью картографирования точечных источников загрязнения (GPS геодезические и ручные GPS).
- Георадар для определения глубины залегания подземных вод.
- Цифровые термометры.
- автоматические метеорологические станции.

## 2.2.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект предполагается выполнять 2 отделом в сотрудничестве с 4 отделом ЦАИИЗ и в сотрудничестве с Институтом водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, Институтом геологии НАН КР, Институтом ирригации, Главным управлением по гидрометеорологии при МЧС КР и с учеными из Центрально-Азиатских республик.

*Координация с инициативой ЦАОГИ*

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 обсерваторией глобальных изменений» (CA GCO) и, в частности, с подразделом «Водный цикл», где запланировано изучение динамики поверхностных вод, а так же предполагается построение региональной гидрологической модели и моделирование климата. Эти же задачи являются актуальными и в рамках проекта CAWa, в котором второй отдел ЦАИИЗ выполняет с 2008 года 2 –й пакет.

## 2.2.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

*Продолжительность проекта 2012-2013 гг.*

**2012:**

- Сбор и анализ данных дистанционного зондирования, фактического материала по климатическим, гидрологическим, лимнологическим параметрам озера Иссык-Куль и его бассейна;



- Оказание поддержки в создании раздела базы геоданных по метеорологическим, гидрологическим, лимнологическим параметрам;
- Анализ полученного материала с использованием различных методов обработки данных, анализ климатических изменений и связанных с ними гидрологических, лимнологических изменений в регионе и расчет антропогенной нагрузки на озеро и бассейн в целом.

**2013:**

- Продолжение сбора фактического материала по Иссык-Кульскому бассейну;
- Полевые работы по измерению новых гидрологических, экологических, GPS параметров, построение цифровых карт в GIS.
- Установка автоматических метеорологических станций на базе существующих гидрометеорологических постов Агентства по Гидрометеорологии при МЧС КР;
- Получение нового фактического материала с помощью дешифрирования космоснимков и сравнения результатов дешифрирования за различные временные периоды;
- Исследование влияния изменения климата и увеличения антропогенной нагрузки на экологическую обстановку бассейна.
- Разработка комплексной модели взаимодействия климатической, гидрологической и лимнологической систем в Иссык-Кульском бассейне.

*Трудозатраты:*

Отдел 2 – 107 чел.- мес.

*Требуемые наблюдения/данные и оборудование:*

- Оптические и радарные данные дистанционного зондирования (космические снимки различных типов и детальности с разным временем съемки).
- Метеорологические параметры: температура и осадки по сети метеостанций. Многолетние данные по режиму уровня подземных вод.
- Данные по гидрологическим наблюдениям: расходы рек по сети гидропостов и с помощью измерителя скорости течения - Acoustic Digital Current Meter (Ott ADC) (есть в наличии). Данные по скорости течений в озере.
- Наблюдения за уровнем озера Иссык-Куль, донными седиментами путем измерения на акватории эхолотом Raymarine A50D (есть в наличии).
- Геодезическая наземная съемка: геодезические измерения с помощью GPS Topcon GB-1000 и электронного тахеометра (есть в наличии).



## 2.2.7 Литература

1. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. -Алматы: Изд-во Казак университети, 2001. - 252 с.
2. Второе национальное сообщение Кыргызской республики по рамочной конвенции ООН об изменении климата. – «Полиграфоформление», Бишкек, 2009 – 214 с.
3. Глазырин Г.Е., Камнянский Г.М., Перцигер Ф.И. Режим ледника Абрамова. - Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. -228 с.
4. Диких А.Н. Оледенение Иссык-Кульской котловины и его стокоформирующая роль // Природа и народ Кыргызстана. Биосферная территория Ысык-Кель. -Бишкек: Изд-во МАНПО, 2000. -С. 32-34.
5. Диких А.Н. Проблемы и прогноз развития оледенения и водности рек Центральной Азии // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. - Бишкек: Элита, 2001. -С. 88-92.
6. Маматканов Д.М., Диких А.Н., Романовский В.В., Суюнбаев М.Н., Жамбетов З.С. Современные тенденции температуры воздуха и реакция на них различных видов водных ресурсов Иссык-Кульской котловины // Изв. НАН КР / Эхо науки, 1997. -№2-3. -С. 96-101.
7. Маматканов Д.М., Диких А.Н., Романовский В.В. Еще раз о причинах падения уровня озера Иссык-Куль // Изв. НАН КР, 1999. -№1. -С. 45-48.
8. Отчет ВМО, №850, Женева, Швейцария, 1998г.
9. Отчет о научно-исследовательской работе по гранту US-Israel CDR TA-MOU 97-CA-17-003 "Влияние антропогенной нагрузки на экологическое состояние озера Иссык-Куль", Министерство сельского, водного хозяйства и перерабатывающей промышленности КР, Кыргызский научно-исследовательский институт ирригации., 2002. - 32 с.
10. Шабунин А.Г. «Гидроэкологически безопасные колебания уровня озера Иссык-Куль» // Изучение гидродинамики озера Иссык-Куль с использованием изотопных методов, Часть 1, Бишкек: Илим, 2005. с. 90-96.
11. Шабунин А.Г., Костенко Л.С. «ГИС для поддержки принятия решений в области управления природными ресурсами (на примере ГИС Иссык-Куль)» // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры (КГУСТА) / Материалы международной научно-практической конференции ГИС в Центральной Азии / Глав. ред. проф. А.А. Абдыкалыков, Бишкек: КГУСТА, 2005. с. 28-30.
12. Шабунин Г.Д., Шабунин А.Г. Изменения климата на Иссык-Куле и возможные будущие изменения уровня воды в нем. // Труды НИГМИ, 2010, вып. 12(257), с. 117-127.
13. Шабунин Г.Д., Шабунин А.Г. Прогнозы изменения климата и колебаний уровня воды на примере озера Иссык-Куль. // Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики (Изд. 8-е с изм. и доп.), Б.: МЧС КР, 2011, - с. 665-669.



14. Lake Issyk-Kul: Its Natural Environment. IV. Earth and Environmental Sciences - Vol. 13, 2002. – 302 с.
15. Romanovsky V.V., Shabunin A.G. «Study of the processes of water circulation in the Issyk-Kul Lake with the use of hydrological and isotopic data» // Coll. «Study of the Issyk-Kul Lake hydrodynamics with the use of isotopic methods» - Part II – Bishkek: Ilim, 2006. – С. 13-20.
16. Shabunin G.D., Shabunin A.G. “Climate and physical properties of water in Lake Issyk-Kul”: “Lake Issyk-Kul: Its Natural Environment”, 2002, pp. 3-13.
17. Мандычев А. Подземные воды Иссык-Кульского бассейна. В сб.: «Озеро Иссык-Куль: природные условия». Научные серии НАТО: IV. Земля и экологические науки – том 13. 2002, с.71-76.
18. Мандычев А., Прилепская С.В. Проблемы загрязнения и истощения подземных вод Иссык-Кульского бассейна. 2003. 8 с.  
[www.http://geohydro.narod.ru](http://geohydro.narod.ru)



## ТЕМА 3: СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИИ И МОНИТОРИНГА

*Руководитель темы: А.В. Зубович*

### Проект 3.1: База геоданных Центральной Азии

**Ответственные исполнители:** Мандычев Д.А., Жантаев Ж.М., Савин В.

#### 3.1.1. Краткое название проекта

База геоданных Центральной Азии

#### 3.1.2. Краткое содержание проекта

Основой информационной системы 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, предоставление сервисов по быстрому поиску данных, предварительному просмотру основных параметров, формированию списка отобранной информации и скачивание ее через FTP-доступ.

В БГД вводятся данные необходимые для выполнения исследований и разработок, проводимых в ЦАИИЗ и их партнерами, результаты выполненных работ и данные, представляющие интерес для возможных работ в будущем. Все данные систематизируются по тематическим направлениям, дате создания, пространственному расположению. Каждый вид данных сопровождается метаданными, содержащими описание этих данных.

В предыдущие годы была заложена основа БГД, ее концептуальная схема показана на рис. 3.1.1. В данном проекте предполагается развитие базы. В основном оно будет касаться:

- Совершенствования структуры базы геоданных и методов доступа к ней.
- Развития программных средств для разнообразного доступа к БГД.
- Продолжения работ по наполнению БГД.

Одно из основных требований к ней – управление большим объемом информации, ориентированной на многих пользователей. Важно эту разнородную информацию правильно структурировать и индексировать. Авторизованный доступ к базе данных, поиск и визуализация информации, частично работающая в режиме реального времени, должны производиться с использованием передовых Web-технологий, различных геоинформационных систем, разнообразных программных приложений. В целом база геоданных должна стать основой для анализа и интерпретации информации об эндогенных и экзогенных процессах,



происходящих в системе Земля, с акцентом на природные катастрофы и раннее оповещение в Центральноазиатском регионе.

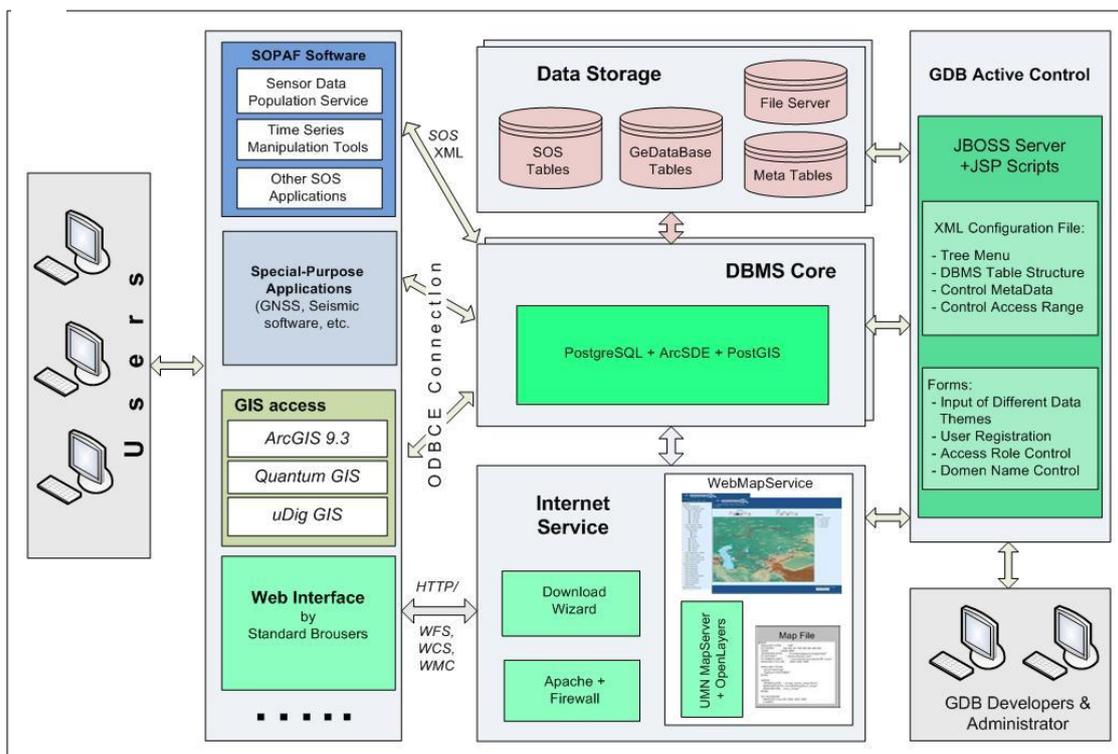


Рис. 3.1.1. Концептуальная схема базы геоданных ЦАИИЗ

### 3.1.3 Цели и методы проекта

Целью данного проекта является развитие базы геоданных Центральной Азии, как основы информационной системы ЦАИИЗ. Развитие БГД будет осуществляться в следующих направлениях:

- Совершенствование внутренней структуры БГД и методов доступа к данным, улучшение функциональности базы.
- Развитие web-интерфейса для доступа к БГД.
- Разработка интерфейсных модулей и программных приложений, направленных на максимальное использование данных из БГД.
- Развитие методов доступа, основанных на использовании SOS (Sensor Observation Service).
- Наполнение базы геоданных.

Использование реляционных баз данных для хранения пространственно-временной информации требует предварительной нормализации данных. Это с одной стороны приводит к полезному снижению ненужной избыточности данных, но с другой - к увеличению количества элементарных единиц хранения - таблиц.



Все связанные между собой данные будут особым образом структурированы с помощью средств, имеющихся в СУБД PostgreSQL.

Ценность информации зависит от возможности быстрого и легкого доступа к ней, наличия удобного инструмента манипулирования данными и представления результатов в требуемом виде. В рамках данного проекта будут продолжены работы по развитию такого программного обеспечения. Также будет продолжено совершенствование серверной части программного обеспечения для улучшенного доступа к базе данных через web-интерфейс и внедрение технологий OWS для создания распределенных Веб-ГИС баз данных. Предполагается более глубокое использование методов хранения и использования данных в формате SOS (Sensor Observation Service) и развиваемой GFZ на его основе системы SOPAF.

Предполагается, что наполнение БГД будет осуществляться на основе специальных работ по массовой оцифровке топографических и тематических карт по тематике ЦАИИЗ, а также по мере выполнения различных проектов, предусматривающих использование геоинформационных систем и данных временных последовательностей.

Выполнение данного проекта будет содействовать достижению целей "Стратегии развития ЦАИИЗ".

### 3.1.4 Текущее состояние

- Разработаны концепция базы геоданных, методы хранения, модификации и предоставления доступа к данным;
- Обоснованы, выбраны и установлены программные компоненты, определены требования к дополнительным модулям;
- Отработаны основные процедуры функционирования всей системы;
- Произведено частичное наполнение БГД;
- База геоданных переведена в режим тестового функционирования.

Основные составляющие БГД:

*Аппаратные средства:*

- Сервер БГД для хранения и управления геоданными;
- Дисковое хранилище данных емкостью 24 Тбайт.
- Интернет Сервер для внешних пользователей БГД;
- Сетевая инфраструктура, к которой подключены Сервер БГД и Интернет Сервер;
- Компьютеры клиентских мест.

*Программные средства:*

- Реляционный СУБД PostgreSQL с комбинированной поддержкой пространственных данных PostGIS и ArcSDE;



- Средства создания и поддержки Интернет портала для внешнего доступа к данным БГД на основе OWS и библиотек OpenLayers;
- Средства разработки структуры БГД, ввода, поддержания актуальности и целостности связей пространственных данных на основе PgAdmin III;
- Различные программы для ввода данных системы мониторинга и утилиты вспомогательного назначения.

*Данные:*

- Данные дистанционного зондирования LandSat;
- Геодезических и геофизические данные (климатические, сейсмологические и т.п. измерения) от станций мониторинга;
- Растровые карты и цифровые слои.
- Метаданные для уникальной идентификации единиц данных и поиска.

### 3.1.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект выполняется сотрудниками отдела 4. Наполнение базы геоданных будет осуществляться специалистами отделов 1, 2 и 4. Предполагается сотрудничество со специалистами МЧС КР, Госкартографии, институтов Национальной Академии наук КР и организаций Центральной Азии на паритетных началах. Будет продолжено сотрудничество с GFZ и другими европейскими, азиатскими и американскими организациями.

### 3.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

**2012** –. Анализ и совершенствование структуры БГД, развитие функциональности web-доступа к БГД, подготовка и ввод в БГД данных цифровых и растровых топографических карт масштаба 1:200000.

**2013** - Внедрение в БГД технологий OWS (OGC Web Services), позволяющей создавать распределенные Веб-базы геоданных и корпоративные Веб-ГИС проекты, продолжение работ по наполнению БГД.

*Трудозатраты:*

- Совершенствование структуры базы геоданных и методов доступа к ней - 48 чел/мес.
- Развитие программных средств для разнообразного доступа к БГД - 32 чел/мес.
- Продолжение работ по наполнению БГД 50 чел/мес.



## **Проект 3.2: Развитие системы мониторинга опасных природных процессов и явлений в квазиреальном режиме времени**

**Ответственные исполнители:** Шакиров А.Э., Баркалов С.С.

### **3.2.1 Краткое название проекта**

Мониторинговые системы опасных природных процессов

### **3.2.2 Краткое содержание проекта**

Центральная Азия - регион, известный резко-континентальным климатом, высокими горами с многочисленными реками и маловодными пустынями. Высокая тектоническая активность приводит к разрушительным землетрясениям с катастрофическими последствиями. Оползни, обвалы, сели, наводнения, засухи являются неотъемлемой частью этого края. В результате данных процессов страдают люди, нарушается инфраструктура. Поэтому создание сетей мониторинга, которые бы отслеживали опасные явления в режиме, близком к реальному времени, жизненно необходимо для расположенных в данном регионе государств. Данный проект направлен на развитие системы мониторинга за опасными природными процессами и явлениями, основа, которой была заложена в предыдущие годы. В состав системы входят:

- Сеть станций мониторинга
- Подсистема передачи данных
- Подсистема сбора и обработки информации

Сеть станций мониторинга состоит из станций различного назначения и конфигурации. Общим для всех станций является то, что они обеспечены автономной системой энергообеспечения, системой управления станцией и оборудованием для передачи данных. Набор сенсоров может меняться в зависимости от условий установки.

Подсистема передачи данных организована в зависимости от условий, в которых станции находятся. Это либо спутниковая VSAT система с резервной системой связи Iridium, если станция расположена в удаленных горных районах, либо GSM связь, если место ее расположения находится в зоне охвата одного из сотовых операторов, либо Интернет, если станция установлена в населенном пункте, охваченном Интернетом.

Подсистема сбора и обработки информации ЦАИИЗ оснащена современным оборудованием, состоящим из набора серверов, массивов хранения и программного комплекса, осуществляющего контроль оборудования, сбор, обработку и хранение данных.



### 3.2.3 Цели и методы проекта

Целью проекта является развитие сети мониторинга ЦАИИЗ как основы системы раннего предупреждения. Проект будет включать

- Создание новых станций.
- Совершенствование существующих станций.
- Включение в систему мониторинга станций, установленных по другим проектам.
- Развитие аппаратного, программного, организационного компонент центра сбора и обработки информации.

В период действия проекта предполагается создать GNSS профиль в виде локальной сети (рис. 3.2.1), состоящей из 4 GNSS станций, связанных радиосвязью с базовой станцией, которая будет укомплектована VSAT терминалом для передачи всех данных в центр сбора и обработки. Местом расположения сети выбрана зона сочленения Памира с Тянь-Шанем в западной части Алайской долины. Данный район является одним из самых активных в регионе - скорость надвигания Памира на Тянь-Шань составляет более 10 мм в год.

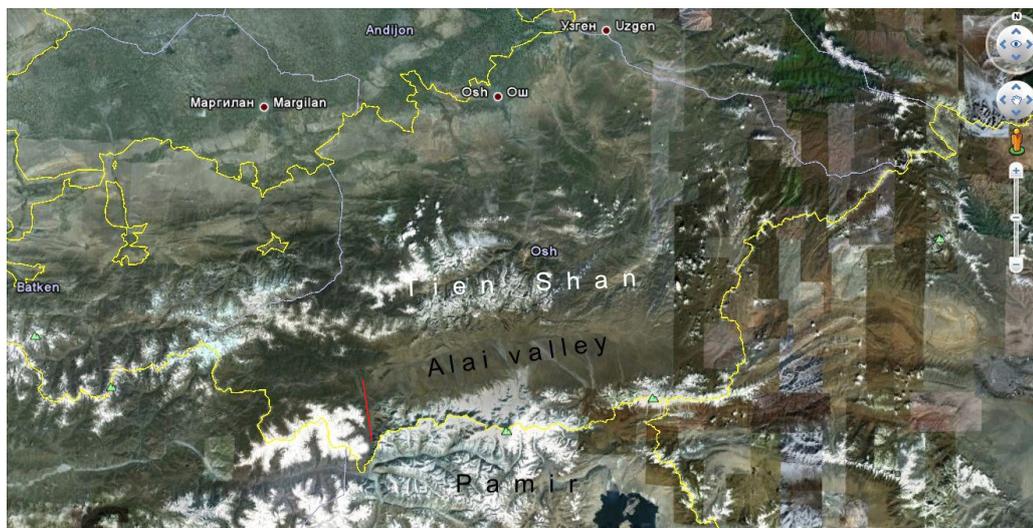


Рис. 3.2.1. Район Алайской долины - место предполагаемой установки сети GNSS станций. Красная линия - профиль, вдоль которого могут быть установлены станции.

Опыт работы по разработке системы мониторинга показал, что существующие станции требуют модернизации. У существующих смарт-станций необходимо изменить систему питания и заменить компьютер SeisComp. Этот компьютер при низком напряжении имеет способность зависать. Вывести его из данного состояния может только перезагрузка. Обычно для перезагрузки компьютера в таком случае используется режим "WatchDog", но к сожалению SeisComp им не оснащен.



Выполнение различных проектов, если они включают создание станций или даже сетей наблюдения, дает возможность наращивать систему мониторинга. Проблема может возникать в нестыковке новых форматов и интерфейсов с существующей системой. Данный компонент проекта нацелен на создание условий, позволяющих интегрировать новые станции в систему мониторинга ЦАИИЗ, предполагая разработку программных средств, дооснащение необходимым оборудованием, выполнение различных организационных мероприятий.

Данный проект содействует достижению целей "Стратегии развития ЦАИИЗ".

### 3.2.4 Текущее состояние

В настоящее время система мониторинга ЦАИИЗ включает:

- 6 собственных станций (4 GNSS станции с приемниками Topcon GB-1000 и GSM коммуникацией, 2 смарт-станции, в каждую из которых входят широкополосная сейсмостанция STS-2, метеостанция Vaisala WXT520, GNSS приемник Topcon GB-1000 и спутниковый терминал VSAT (рис. 3.2.3);
- 4 станции проекта CAWA "Вода в Центральной Азии", одна из которых установлена на базе бывшей третьей смарт-станции ЦАИИЗ (рис. 3.2.4);
- 2 постоянных и 2 временных станций в районе ледника Энилчек, выполненных по проекту GCO-CA "Обсерватория глобальных наблюдений";
- одной сейсмостанции из сети CAREMON проекта InWEnt.

Станции имеют различный набор датчиков, но выполнены по единой схеме, в центре которой находятся системы управления, питания и связи. Размещение станций мониторинга показано на рис. 3.2.2.



Рис. 3.2.2 Схема размещения станций мониторинга ЦАИИЗ



### 3.2.5 Внутреннее и внешнее сотрудничество

Проект выполняется сотрудниками отдела 4. В отдельных случаях участие могут привлекаться специалисты отделов 1, 2 и 4. Предполагается главное сотрудничество с GFZ. Будет продолжено сотрудничество также со специалистами различных организаций Кыргызстана, других стран Центральной Азии на паритетных началах, с европейскими, азиатскими и американскими организациями.

### 3.2.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

- Создание новых станций - 24 чел/мес.
- Совершенствование существующих станций - 24 чел/мес.
- Включение в систему мониторинга станций, установленных по другим проектам - 24 чел/мес.
- Развитие аппаратного, программного, организационного компонент центра сбора и обработки информации - 36 чел/мес.



Рис. 3.2.3. Смарт-станция Аксай (AKSA). Смарт-станция Тарагай, модернизированная по проекту CAWa

### 3.2.7 Литература

1. Robert J. Mellors. Two studies on Central Asian seismology: A teleseismic study of the Pamir/Hindu Kush seismic zone and analysis of data from the Kyrgyzstan broadband seismic network. Thesis of the Doctor of Philosophy degree, Department of Geological Sciences, Indiana University, June, 1995.
2. 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 and Planetary Science Letters, 191, 2001, pp. 157-165.



3. A.V. Zubovich, G.G. Schelochkov, O.I. Mosienko, P.V. Eremeev, B.N. Bakka. Geodynamic GPS network of the Central Asia. Proceedings of the International seminar "On the Use of Space Techniques for Asia-Pacific Regional Crustal Movements Studies". Moscow, GEOS, 2002, p. 67-74.
4. Sobolev, S.V., Babeyko, A.Y., Wang, R., Galas, R., Rothacher, M., Sein, D.V., Schröter, J., Lauterjung, J. and Subarya, C. Concept for fast and reliable tsunami early warning using "GPS-Shield" arrays, J. Geophys. Res., Under Review.



## 4. Развитие потенциала

*Руководитель темы: Л.Жолдубаева*

### Проект 4.1: Развитие потенциала и образование для снижения рисков стихийных бедствий

#### 4.1.1 Краткое название проекта

Развитие потенциала и образование для снижения рисков стихийных бедствий

#### 4.1.2 Краткое содержание проекта

В последние три десятилетия значительно улучшились научные знания о природных катастрофах и технологические методы борьбы с ними. Но, несмотря на доступность знаний и экспертизы, сообщества продолжают оставаться уязвимыми к катастрофам, которые становятся более разрушительными, чем когда либо. На сегодня многочисленные барьеры пока не позволяют широко применять технологии снижения риска стихийных бедствий, и это может быть преодолено через прикладное использование науки и техники, а также через более эффективное образование, повышение потенциала и программы повышения осведомленности общественности, где могут найти применение различные дисциплин и секторы.

Улучшение, передача, распространение и применение знаний - это ключевые основы для управления рисками стихийных бедствий. Достижение устойчивости к воздействию природных стихий это, по существу, процесс использования знаний и обучения на всех уровнях.

Проект планирует охватить несколько уровней образования, предоставляя возможность получения узкоспециализированных навыков по ГИС, оценке риска и уязвимости для специалистов государственных ведомств, таких как МЧС, институты сейсмологии/ сейсмостойкого строительства, институты водных проблем, департаменты водных хозяйств и др.

Кроме того, для обеспечения квалифицированными молодыми кадрами научные центры Кыргызстана и других центрально-азиатских стран планируется запустить несколько образовательных программ по подготовке PhD студентов в Германии, совместно с DAAD, Volkswagen Fund, UNESCO.

И третий уровень – повышение осведомленности местных органов управления и общин в управлении рисками природных бедствий на местном уровне, обучение техническим навыкам оценки риска и смягчение рисков катастроф.



#### 4.1.3 Цели и методы проекта

Цель проекта – распространение знаний, подготовка квалифицированных кадров и создание сети для продвижения развития потенциала в области снижения риска стихийных бедствий в Центральной Азии.

Цели будут достигнуты через создание ресурсной группы, которая будет заниматься разработками проектов, учебных планов и программ для различных кругов, участвовать в создании стратегий и концепций, касающихся вопросов снижения риска стихийных бедствий, изменения окружающей среды и институционального развития. Ресурсная группа будет работать совместно с донорскими организациями (DAAD, GIZ, SDC, ISDR, Aga Khan Foundation) предоставляющими гранты на образовательную деятельность и повышение потенциала, ВУЗами стран Центральной Азии и Германии, а также научными центрами, государственными органами, НПО и местными сообществами.

#### 4.1.4 Текущее состояние

В настоящее время ощущается крайний недостаток молодых специалистов в научных институтах. ВУЗы стран Центральной Азии не готовят по специальности «сейсмология», необходимо восполнить этот пробел и начать переподготовку выпускников более близких по профилю технических специальностей.

Кроме того, существенный междисциплинарный разрыв имеется между учеными, изучающие катастрофы и учеными-экономистами и социологами, которые исследуют экономический и социальный эффект от последствий стихий или митигационных мероприятий. В целях интеграции митигационных и превентивных мер в контексте развития, различные дисциплины естественно-технические и социально-экономические науки должны объединить усилия в образовательном и коммуникативном поле через междисциплинарную работу, чтобы выработать решение комплексных проблем оценки и снижения уязвимости.

ЦАИИЗ как научный центр, обладает достаточной компетенцией для распространения знаний среди ученых других центров и общественных групп и приобрел большой опыт в реализации образовательных компонентов в рамках таких проектов как CASCADE, PALM, CAWa, LUCa, в сотрудничестве с партнерскими организациями – GFZ, InWEnt, GIZ, ISDR, UNU, SDC, с различными университетами Центральной Азии и Германии. Был собран достаточный тренинговый материал, как для специалистов узкого профиля, так и для представителей местных администраций и общин.

#### 4.1.5 Внешнее и внутреннее сотрудничество

Проект будет ориентирован на потребности в кадрах научных отделов 1, 2, и 4. При совместном участии каждого из отделов будут составлены научные планы для докторантов по каждой теме.

В процессе реализации региональных проектов была создана прочная партнерская сеть, в которую входят научные институты, университеты и



отдельные ученые стран Центральной Азии, Германии, США, Китая, Японии и других стран.

#### 4.1.6 Рабочий план и необходимые ресурсы

*Продолжительность проекта 2012-2013*

##### 2012

- разработка концепции проекта и детального плана
- набор сотрудников с соответствующей квалификацией;
- подготовка проектных предложений в донорские организации на проведение тренинговой деятельности и образовательную программу для докторантов;
- набор докторантов по темам НИП;
- планирование тренингов для государственных агентств и местных органов управления и местных общин: составление учебных программ, систематизация, обновление и адаптация имеющихся тренинговых материалов, набор лекторов;
- работа с ВУЗами, определение пробелов, содействие в улучшении учебных программ по профильным специальностям ВУЗов, предоставление производственной базы ЦАИИЗ для учебной практики студентов старших курсов.

##### 2013

- проведение тренингов для соответствующих государственных ведомств и местных органов управления и общин;
- проведение социологических и социо-экономических исследований, пополнение базы геоданных.
- проведение семинаров, летних школ для докторантов
- участие в конференциях, семинарах по вопросам повышения потенциала в области сокращения риска стихийных бедствий

#### *Трудозатраты*

5 отдел - 72 чел/мес.

- подготовка проектных предложений, планирование тренинговой деятельности, поиск спонсорских организаций и бенефициаров, разработка содержания тренингов – 48 чел/мес;
- Продвижение PhD программа, сотрудничество с университетами – 24 чел/мес;
- Социо-экономические исследования, как дополнения к исследовательским проектам НИП – 24 чел/мес.

#### 4.1.7 Литература

1. Hyogo Framework for Action 2005-2015. Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters.





2. Central Asia and Caucasus Disaster Risk Management Initiative (CAC DRMI) International Strategy for Disaster Reduction
3. In depth Review of Disaster Risk Reduction in the Kyrgyz Republic. Secretariat of the United Nations International Strategy for Disaster Reduction Sub- Regional Office for Central Asia and Caucasus, 2010

