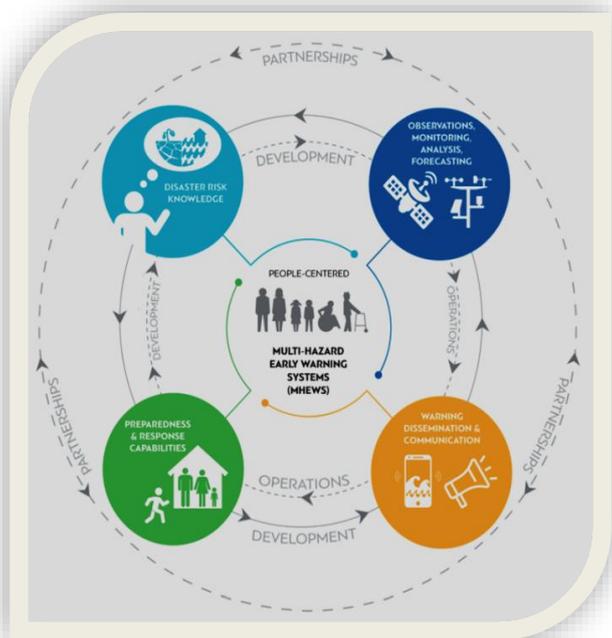


**Поддержка Экономического коридора Алматы-  
 Бишкек, Фаза 2  
 (TA-6936 REG)**



**ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ РАННЕГО  
 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О МНОЖЕСТВЕННЫХ ОПАСНЫХ  
 ЯВЛЕНИЯХ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ В  
 ЭКОНОМИЧЕСКОМ КОРИДОРЕ АЛМАТЫ-БИШКЕК  
 ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ**

24 сентября 2024-v1

**Содержание:**

1.	ВВЕДЕНИЕ.....	13
1.1.	Общая информация.....	13
1.2.	Цели.....	13
1.2.1.	Объем работ .....	14
1.2.2.	Задачи .....	14
2.	БАЗОВАЯ ОЦЕНКА.....	14
2.1.	Системы раннего предупреждения.....	14
2.1.1.	Знание о рисках.....	15
2.1.2.	Мониторинг и предупреждение.....	16
2.1.3.	Коммуникация и распространение информации .....	21
2.1.4.	Реагирование .....	22
3.	ОЦЕНКА РИСКОВ .....	23
3.1.	Риски наводнений.....	23
3.1.1.	Исторические наводнения .....	23
3.1.2.	Оценка риска наводнений при нынешнем климате.....	33
3.2.	ПЛО.....	35
3.2.1.	Кыргызская Республика.....	35
3.3.	Сели .....	37
3.3.1.	Алматинская область.....	37
3.3.2.	Кыргызская Республика.....	39
3.4.	Наводнения грунтовыми водами .....	41
3.5.	Природные пожары.....	44
3.6.	Землетрясения .....	45
3.6.1.	Алматинская область.....	45
3.6.2.	Кыргызская Республика.....	48

3.7.	Оползни.....	50
3.7.1.	Алматинская область.....	50
3.7.2.	Кыргызская Республика.....	53
3.8.	Прогнозы изменения климата в регионе ЭКАБ .....	53
3.8.1.	Прогнозы изменения климата в Алматинской области .....	53
3.8.2.	Прогнозы изменения климата в Кыргызской Республике.....	57
3.8.3.	Первичная оценка влияния изменения климата на экстремальные потоки воды в реке Ала-Арча (Бишкек, Кыргызская Республика).....	65
3.8.4.	Основные выводы о рисках наводнений в условиях изменения климата 72	
4.	МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД.....	74
5.	СИСТЕМЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ .....	75
5.1.	Наводнения .....	75
5.1.1.	Информация о рисках.....	75
5.1.2.	Мониторинг и предупреждение.....	79
5.2.	Сель .....	87
5.2.1.	Мониторинг и предупреждение.....	87
5.3.	Оползни.....	91
5.3.1.	Мониторинг и предупреждение.....	91
5.4.	Природные пожары .....	97
5.4.1.	Мониторинг и предупреждение.....	97
5.5.	Землетрясение .....	100
5.5.1.	Мониторинг и предупреждение.....	100
5.6.	Коммуникация и распространение .....	103
5.6.1.	Оповещения системы раннего предупреждения о конкретных опасных явлениях и их распространение на нескольких платформах (Мера 10) .....	104
5.6.2.	Общинные радиостанции для быстрых местных оповещений (Мера 11) 104	

5.6.3. Оценка коммуникационных процедур и внедрения сотового вещания (Мера 12) .....	105
5.7. Готовность и реагирование .....	105
5.7.1. Учения и тренировочные упражнения с охватом множества опасных явлений для местных сообществ (Мера 13) .....	105
5.7.2. Трансграничная команда реагирования на чрезвычайные ситуации (Мера 14) .....	106
5.7.3. Планирование упреждающих действий для реагирования на множественные опасные явления (Мера 15) .....	106
5.8. Результаты системы (Мера 16).....	107
5.9. СРПМОЯ .....	109
5.10. Механизмы реализации .....	112
5.10.1. Мера 1 – Оценка риска ПЛО.....	112
5.10.2. Мера 2 – Оценка гидрологических и гидродинамических характеристик реки Чу и переноса наносов .....	113
5.10.3. Мера 3 – Укрепление сети мониторинга погоды .....	113
5.10.4. Мера 4 – Укрепление сети гидрологического мониторинга.....	113
5.10.5. Мера 5 – Локальный мониторинг селей .....	114
5.10.6. Мера 6 – Оценка InSAR .....	114
5.10.7. Мера 7 – Локальный мониторинг оползней .....	115
5.10.8. Мера 8 – Внедрение системы мониторинга и предупреждения о природных пожарах.....	115
5.10.9. Мера 9 – Улучшение сети мониторинга землетрясений .....	115
5.10.10. Мера 10 – Оповещения системы раннего предупреждения об опасных явлениях и их распространение на нескольких платформах.....	116
5.10.11. Мера 11 – Общинные радиостанции для быстрого местного оповещения .....	116
5.10.12. Мера 12 – Оценка коммуникационных процедур и внедрения сотового вещания .....	116

5.10.13.	Мера 13 – Учения и тренировочные упражнения с охватом множества опасных явлений для местных сообществ .....	116
5.10.14.	Мера 14 – Трансграничная команда реагирования на чрезвычайные ситуации	117
5.10.15.	Мера 15 – Планирование упреждающих действий для реагирования на множественные опасные явления .....	117
5.10.16.	Мера 16 – Результаты системы .....	117
6.	МЕРЫ СМЯГЧЕНИЯ.....	117
6.1.	Экологический и социальный анализ бассейна реки Чу и разработка транснационального плана управления с учетом изменения климата. ....	118
6.1.1.	Контекст и мотивация .....	118
6.1.2.	Фаза А. Первоначальная гидроморфологическая и экологическая диагностика. ....	123
6.1.3.	Фаза В. Полевые мероприятия .....	127
6.1.4.	Фаза С. План управления транснациональным речным бассейном и программа мер.....	130
6.2.	Количественный анализ климатических рисков и меры адаптации к изменению климата, включая природосберегающие решения, в городах Бишкек (Кыргызская Республика) и Алматы (Казахстан) .....	132
6.2.1.	Контекст и мотивация .....	132
6.2.2.	Цели и общее описание проекта .....	133
6.3.	Комплексный план управления прибрежной зоной озера Иссык-Куль (Кыргызская Республика) .....	138
6.3.1.	Контекст и мотивация .....	138
6.3.2.	Общий план комплексного управления прибрежной зоной для озера Иссык-Куль.....	141
7.	ОЦЕНОЧНЫЕ ЗАТРАТЫ .....	149
7.1.	СРПМОЯ .....	149
7.1.1.	Мера 1 - Оценка риска ПЛО .....	151

7.1.2.	Мера 2 - Оценка гидрологических и гидродинамических характеристик реки Чу и переноса наносов .....	151
7.1.3.	Мера 3 - Укрепление сети мониторинга погоды.....	151
7.1.4.	Мера 4 - Укрепление сети гидрологического мониторинга .....	151
7.1.5.	Мера 5 - Локальный мониторинг селей.....	152
7.1.6.	Мера 6 - Оценка InSAR .....	152
7.1.7.	Мера 7 - Локальный мониторинг оползней.....	153
7.1.8.	Мера 8 - Внедрение системы мониторинга и предупреждения о природных пожарах.....	154
7.1.9.	Мера 9 - Улучшение сети мониторинга землетрясений.....	154
7.1.10.	Мера 10 - Оповещения системы раннего предупреждения об опасных явлениях и их распространение на нескольких платформах.....	155
7.1.11.	Мера 11 - Общинные радиостанции для быстрого местного оповещения .....	155
7.1.12.	Мера 12 - Оценка коммуникационных процедур и внедрения сотового вещания	156
7.1.13.	Мера 13 - Учения и тренировочные упражнения с охватом множества опасных явлений для местных сообществ.....	156
7.1.14.	Мера 14 - Трансграничная команда реагирования на чрезвычайные ситуации	156
7.1.15.	Мера 15 - Планирование упреждающих действий для реагирования на множественные опасные явления .....	157
7.1.16.	Мера 16 – Результаты системы.....	157
7.2.	Мера смягчения.....	157
7.2.1.	Оценка бюджета Трансграничного плана управления бассейном реки Чу	157
7.2.2.	Оценка бюджета количественного анализа климатических рисков в Алматы и Бишкеке.....	158

7.2.3. Оценка бюджета плана комплексного управления прибрежной зоной озера Иссык-Куль .....	159
---	-----

## Рисунки

Рисунок 1. Прогноз наводнений (подтоплений) от Казагидромета .....	18
<i>Рисунок 2. Карта наблюдательной сети Кыргызгидромета (источник: Кыргызгидромет). .....</i>	<i>19</i>
Рисунок 3. Переходы воды в реке Чу и поймах, на участке протяженностью около 10 км к северу от Бишкека (1984-2021 гг.). Источник: Global Surface Water Explorer. ....	26
<i>Рисунок 4. Расположение реки Каргалинка в Алматы, вызвавшей наводнение в 2015 году. ....</i>	<i>30</i>
<i>Рисунок 5. Резерв летом (слева) и ледовый затор (шуга) зимой (справа) на гидрораспределителе на реке Ала-Арча (ул. Скрябина). Источник: Ежегодный каталог, Министерство чрезвычайных ситуаций. Глава 10. Г. Бишкек. ....</i>	<i>31</i>
<i>Рисунок 24. Селевые риски в Казахстане (Источник Казахгидромет). ....</i>	<i>38</i>
<i>Рисунок 32. Селевая опасность в Чуйской области<sup>3</sup> (примечания: наибольшая селевая опасность отмечена на территориях с красной заливкой, отсутствие селевой опасности – на чистых территориях, черные точки – места расположения озер с потенциалом ПЛО). ....</i>	<i>40</i>
<i>Рисунок 33. Селевая опасность в Иссык-Кульской области<sup>3</sup> (примечания: наибольшая селевая опасность отмечена на территориях с красной заливкой, отсутствие селевой опасности – на чистых территориях, черные точки – места расположения озер с потенциалом возникновения ПЛО). ....</i>	<i>41</i>
<i>Рисунок 30. Опасность подтопления грунтовыми водами в Чуйской области<sup>3</sup> (примечание: территории с красной заливкой представляют собой зоны вероятного подтопления грунтовыми водами с глубиной залегания грунтовых вод 0-3 м от поверхности земли). ....</i>	<i>43</i>
<i>Рисунок 31. Опасность подтопления грунтовыми водами в Иссык-Кульской области<sup>3</sup> (примечание: территории с красной заливкой представляют собой зоны вероятного подтопления грунтовыми водами с глубиной залегания грунтовых вод 0-3 м от поверхности земли). ....</i>	<i>44</i>

Рисунок 25. Схема тектонических разломов города Алматы (источник: «Институт сейсмологии»).	47
Рисунок 26. Карта сейсмического районирования города Алматы по состоянию на 2023 год.	47
Рисунок 27. Карта зон ограничений по инженерно-геологическим условиям на территории города Алматы.	48
Рисунок 28. Сейсмическая опасность в Чуйской области <sup>3</sup> (примечания: сплошные красные контуры обозначают зоны I категории интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64, пунктирные красные контуры обозначают зоны II категории интенсивностью 5-7 баллов по шкале MSK-64).	49
Рисунок 29. Сейсмическая опасность в Иссык-Кульской области <sup>3</sup> (примечания: сплошными красными контурами обозначены зоны I категории интенсивностью 7–9 баллов по шкале MSK-64, пунктирными красными контурами обозначены зоны II категории интенсивностью 5–7 баллов по шкале MSK-64; на данной карте показаны только крупные зоны, некоторые мелкие зоны не обозначены).	50
Рисунок 15. Прогнозируемые изменения средней температуры приземного воздуха (слева) и среднегодовых осадков (справа) в Алматинской области. SSP5-8.5.	54
Рисунок 16. Динамика изменения числа дней с морозами ( $T_{min} < 0^{\circ}C$ ) в Алматинской области по разным климатическим прогнозам в XXI веке	55
Рисунок 17. Динамика среднегодового количества осадков в Алматинской области по разным климатическим прогнозам на XXI век.	55
Рисунок 18. Экстремальный режим 1-дневных осадков (медиана) в районе Алматы (медиана всех моделей, 2060-2089), при современном климате и двух сценариях ИК. Источник: собственная разработка с использованием данных ССКР (Портал знаний об изменении климата).	56
Рисунок 6. Месячная климатология Чуйской области с историческим климатом (1991-2022 гг.).	59
Рисунок 7. Прогнозируемые изменения средней температуры приземного воздуха (слева) и осадков (справа) в Чуйской области. SSP5-8.5	60
Рисунок 8. Среднее наибольшее количество однодневных осадков в Чуйской области (2060-2079 гг.).	61
Рисунок 9. Аномалия осадков в самые большие однодневные осадки для Чуйской области.	61

Рисунок 10. Экстремальный режим 1-дневных осадков (медиана) в Бишкеке (медиана всех моделей, 2060-2089 гг.), при нынешнем климате и двух сценариях ИК.. Источник: собственная разработка с использованием данных ССКР.....	62
Рисунок 11. Месячная климатология Иссык-Кульской области с историческим климатом (1991-2022 гг.). будет проанализирована позже, в целях руководства.....	63
Рисунок 12. Изменения средней температуры поверхностного воздуха (слева) и осадков (справа) в Иссык-Кульской области. ....	64
Рисунок 13. Аномалия месячных осадков в Иссык-Кульской области (2060-2079 гг.). ....	64
Рисунок 14. Среднее наибольшее количество осадков за 1 день в Иссык-Кульской области (2060-2079 гг.).....	65
<i>Рисунок 19. Число кривых в районе к югу от Бишкека, включая бассейн реки Ала-Арча. Источник: RGCN250: Глобальный калькулятор стоков. Изображение получено из Google Earth Engine. ....</i>	<i>68</i>
<i>Рисунок 20. Кривые ИПЧ для Бишкек в условиях изменения климата (2061-2080 гг.) для SSP5-8.5. Источник: собственная разработка с использованием данных ЕС, ВБ и GFDRR. ....</i>	<i>69</i>
Рисунок 21. Гиетогаммы (отрицательная ось Y) и соответствующие гидрографы (положительная ось Y) для штормов продолжительностью от 3 до 24 часов (с интервалом в 3 часа). Источник: собственная разработка.....	70
Рисунок 22. Пиковый расход гидрографа, вызванный ливневыми событиями с продолжительностью, выраженной на оси X и $T_r=10, 100$ лет. Стрелка показывает увеличение пиковых расходов из-за изменения климата. ....	70
Рисунок 23. Условная эволюция сезонности рисков, связанных с водой, в регионе ЭКАБ, от исторического климата до прогнозов ИК на 2060-80 гг. Желтый и красный цвета обозначают умеренный и высокий качественный риск соответственно. Источник: собственная разработка.....	74
<i>Рисунок 34. Методология картирования рисков ПЛО. ....</i>	<i>76</i>
<i>Рисунок 35. Река Чу.....</i>	<i>79</i>
<i>Рисунок 36. Места эрозии на реке Чу<sup>17</sup>.....</i>	<i>80</i>
<i>Рисунок 37. Методология моделирования (SSC = концентрация взвешенных осадков). ....</i>	<i>81</i>
<i>Рисунок 38. Предлагаемые места расположения метеостанций. ....</i>	<i>84</i>
<i>Рисунок 39. Места расположения станций на реке Чу.....</i>	<i>86</i>

<i>Рисунок 40. Места расположения гидрологических станций.</i> .....	87
<i>Рисунок 41. Тип потоков (модифицировано из работы Жюльена и Леона, 2000 г.).</i>	89
<i>Рисунок 42. Базовый принцип работы InSAR для измерения движения грунта <sup>21</sup>....</i>	92
<i>Рисунок 43. Официальный информационный ресурс Fires.kz (Источник: ТОО «Институт ионосферы»).</i> .....	98
<i>Рисунок 44. Концептуальная блок-схема работы Телеграм-бота.</i> .....	99
<i>Рисунок 45. Интерфейс Телеграм-бота «@fire_mon_bot» на мобильном устройстве: а) описание Телеграм-бота; б) меню выбора административной территории.</i> .....	100
<i>Рисунок 46. Основные принципы работы японской системы раннего предупреждения о землетрясениях (EEW) <sup>25</sup>.</i> .....	102
<i>Рисунок 47. Предлагаемые меры.</i> .....	109
<i>Рисунок 49 Вид на побережье Иссык-Куля в г. Чолпон-Ата летом. Источник: <a href="https://en.kabar.kg/news/issyk-kul-pearl-of-Kyrgyz-Republic/">https://en.kabar.kg/news/issyk-kul-pearl-of-Kyrgyz-Republic/</a>.....</i>	141
<i>Рисунок 48. Стоимость регионального анализа InSAR («TreAltamira», периодичность измерений 12 дней, Приложение 3).</i> .....	153

## Таблицы

Таблица 1. Пиковые расходы и их относительное изменение в связи с изменением климата в реке Ала-Арча.....	71
Таблица 2. Рекомендуемая минимальная плотность станций (площадь в км <sup>2</sup> на станцию).....	83
Таблица 3. Предлагаемые места для метеостанций.....	84
Таблица 4. Предполагаемые места расположения гидрологических станций на реке Чу.....	85
Таблица 5. Предлагаемые места размещения гидрологических станций.....	86
Таблица 6. Связи мониторинга.....	110
Таблица 7. Оценочные затраты.....	150

## Приложения

*Приложение 1 Кыргызская Республика - Обзор исследований в области изменения климата и оценки рисков, законодательства и структуры страны*

*Приложение 2 Республика Казахстан - Обзор исследований в области изменения климата и оценки рисков, законодательства и структуры страны*

*Приложение 3 TreAltamira leaflet – InSAR, Основная информация и расходы*

# 1. ВВЕДЕНИЕ

## 1.1. Общая информация

Посредством региональной технической помощи (ТП) в области знаний и поддержки «Поддержка Экономического коридора Алматы-Бишкек, Фаза 2» Азиатский банк развития старается выдвинуть на первый план срочность подготовки планов действий и анализа текущей готовности к потенциальным рискам стихийных бедствий в этом регионе. Это подразумевает усиление координации между государственными органами и другими заинтересованными сторонами в рамках программы Центральноазиатского регионального экономического сотрудничества (ЦАРЭС). С 2014 года правительства Республики Казахстан и Кыргызской Республики реализуют программу экономического коридора между Алматы, Бишкеком и прилегающими регионами. В рамках данной ТП будет оказана поддержка Подкомитету по экономическому коридору Алматы-Бишкек (ЭКАБ) в составлении новых региональных проектов, в разработке нового механизма отбора проектов и выработке структуры для регионального фонда развития.

В рамках данной ТП была привлечена команда консультантов по управлению рисками стихийных бедствий для проведения оценки существующих рисков в регионе ЭКАБ, оценки существующих систем раннего предупреждения, предложения решений и мер по улучшению системы и снижению рисков в целом.

## 1.2. Цели

Главная цель данной технической помощи - помочь осознать срочную необходимость подготовки планов действий и проанализировать текущую готовность к потенциальным рискам стихийных бедствий путем укрепления координации между государственными учреждениями и другими заинтересованными сторонами в регионе ЭКАБ. ТП включает в себя задачи по оценке мониторинга и раннего выявления чрезвычайных ситуаций на территории Алматинской области и северных регионов Кыргызской Республики. ТП также направлена на концептуальное развитие систем раннего предупреждения (СРП) в пилотных районах для обеспечения своевременного, точного, надежного и понятного предупреждения о чрезвычайных ситуациях, таких как наводнения, оползни, сели, природные пожары и землетрясения.

### 1.2.1. Объем работ

В ходе выполнения данного задания консультационная группа проведет анализ существующих исследований по оценке изменения климата и рисков, ключевых законодательных актов Кыргызской Республики и Казахстана, а также структуры существующих систем раннего предупреждения в обеих странах. В конечном итоге команда консультантов также предложит СРП (систему раннего предупреждения) и другие возможные меры по снижению риска бедствий.

### 1.2.2. Задачи

В данном отчете будет представлена следующая информация:

- Базовая оценка существующих систем раннего предупреждения (СРП) в регионе ЭКАБ.
- Описание существующих мероприятий по сотрудничеству между двумя странами в области управления рисками стихийных бедствий.
- Кабинетная оценка текущей ситуации с риском природных пожаров, землетрясений, селей, оползней и наводнений в этом регионе. Следует отметить, что риск наводнений в регионе ЭКАБ представляет собой сочетание различных механизмов и типов наводнений, таких как подтопление грунтовыми водами, внезапные паводки, ПЛО и речные паводки.
- Перечень и описание возможных мер по смягчению последствий и адаптации, уделяя особое внимание СРП. Это будет представлено на концептуальном уровне.
- Высокоуровневая оценка затрат и выгод предлагаемых мер по снижению воздействия.

## 2. БАЗОВАЯ ОЦЕНКА

В этом разделе будет проведена оценка исходной ситуации для системы раннего предупреждения и снижения рисков в регионе ЭКАБ.

### 2.1. Системы раннего предупреждения

Как подробно описано в Начальном отчете, оценка СРП будет проводиться в соответствии с четырьмя основными принципами инициативы EW4ALL и с учетом

опасных явлений, таких как наводнения, сели, оползни, землетрясения и природные пожары. Несмотря на некоторые различия в зависимости от страны, базовая оценка имеет ряд общих черт. Все это будет подробно описано в следующих разделах. Кроме того, оценка будет проводиться с учетом контрольного списка системы раннего предупреждения о множественных опасных явлениях (СРПМОЯ)<sup>1</sup> и основных вопросов, описанных в первоначальном отчете.

### 2.1.1. Знание о рисках

Ситуация, связанная с компонентом знания о рисках, будет подробно описана в следующих разделах с учетом пяти опасных явлений в двух стран. В итоге можно сделать вывод, что знания о рисках разрозненны и что не существует официального хранилища для всей информации об оценке или картировании рисков.

#### 2.1.1.1. Резюме пробелов для региона ЭКАБ

Ниже приводится краткое изложение выводов по этому компоненту в регионе ЭКАБ.

- В Казахстане Министерством по чрезвычайным ситуациям совместно с Центром по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий (ЦЧССРСБ) разрабатывается «Цифровой паспорт безопасности и Атлас чрезвычайных ситуаций». Статус этой работы пока неясен, но ожидается, что она будет завершена в ближайшие месяцы, и в ней будут рассмотрены все природные и антропогенные опасные явления. Кроме того, хотя нет информации о фактической методологии, которая будет использоваться в этой оценке, и/или будет ли информация общедоступной, данная оценка будет воспроизведена во всех других странах Центральной Азии в рамках ЦЧССРСБ.
- В дополнение к этому, ЦЧССРСБ также поддержал расширение возможностей в Казахстане по регистрации и анализу данных об ущербе и потерях, интегрировав их с модулем DesInventar Sendai.
- В Кыргызской Республике Министерство чрезвычайных ситуаций разрабатывает «Единую систему комплексного мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций». Эта система собирает, анализирует и обобщает данные о природных и антропогенных катастрофах.

---

<sup>1</sup> <https://library.wmo.int/records/item/55893-multi-hazard-early-warning-systems-a-checklist>

Кроме того, собранные данные используются в национальных и местных программах развития до 2040 года, обеспечивая в долгосрочной перспективе интегрирование информации о рисках в процесс планирования.

- Кроме того, данная информация размещается на сайте Министерства по чрезвычайным ситуациям Кыргызской Республики, в том числе в версии, доступной для слабовидящих.
- Кыргызская Республика также использует базу данных Desinventar для отчетности о рисках Сендай, при этом обязательна полугодовая и годовая государственная отчетность об ущербе.
- Координация с региональной точки зрения ограничена, следует отметить усилия ЦЧССРСБ по укреплению потенциала в области регистрации и анализа данных об ущербе и потерях как в Кыргызской Республике, так и в Казахстане.
- Существует ограниченное понимание концепции знаний о рисках, оценка рисков главным образом основана на исторических событиях, и для оценки рисков не используется передовая международная методология.
- Кроме того, существующие карты опасных явлений не преобразуются в карты рисков, а степень детализации ограничена и обычно составляет областной масштаб. Это также ограничивает участие местных сообществ, так как карты не всегда общедоступны и/или не предоставляются местным сообществам.
- Помимо инициативы по созданию цифровых карт, о которой говорилось выше, отсутствует база данных ГИС, где в открытом доступе находилась бы вся информация о рисках. Вероятно, это связано с ограниченными навыками и ресурсами, имеющимися в обеих странах у соответствующих заинтересованных сторон.
- Отсутствует институциональная база для разработки национальных или региональных оценок риска, нет сотрудничества между научными учреждениями и организациями гражданской обороны.

## 2.1.2. Мониторинг и предупреждение

### 2.1.2.1. *Казахстан*

Базовая оценка компонента мониторинга и предупреждения в Казахстане, как и в случае с компонентом знаний о рисках, носит фрагментарный характер, в зависимости от опасного явления и масштаба мониторинга и прогнозирования. В

целом наблюдается тенденция предоставлять информацию о событии после его наступления, придерживаясь скорее реактивного подхода, чем готовности, и уделяя больше внимания мониторингу, чем прогнозированию. Однако при наличии системы прогнозирования соответствующие предупреждения привязаны к регионам, что ограничивает применимость предупреждения.

### Наводнения

Всего в гидрологической службе Казгидромета 377 гидрологических постов, из них 329 речных, 38 озерных и 10 морских станций и постов. Эти посты ручные, с измерением уровня воды, температуры воды и воздуха дважды в день, а также с измерением расхода воды каждые десять дней.

Кроме того, отдел гидрологических прогнозов производит следующие виды прогнозов:

- сроки замерзания и вскрытия рек;
- объемы весеннего половодья (предварительные и основные);
- неделя гидрологических прогнозов в период весеннего половодья;
- приток воды в водохранилища за месяц, квартал, год;
- сток горных рек в течение вегетационного периода;
- штормовое предупреждение;
- ежедневный гидрологический бюллетень.

На Рисунок 1 ниже можно увидеть гидрологический прогноз, подготовленный этим департаментом.

## ПАВОДКООПАСНЫЕ РЕГИОНЫ



Рисунок 1. Прогноз наводнений (подтоплений) от Казгидромета

### Природные пожары

В Казгидромете внедрена система прогнозирования пожаров, а также система мониторинга пожаров. Эта система была разработана Институтом ионосферы и предоставлена в распоряжение Казгидромета и Казселезащиты. Система работает во время пожароопасного сезона, с апреля по октябрь. Система основана на 5 классах степеней пожарной опасности, а именно: 1 класс – пожароопасность отсутствует, 2 класс – незначительная пожароопасность, 3 класс – средняя пожароопасность, 4 класс – высокая пожароопасность и 5 класс – чрезвычайная пожароопасность, при этом предупреждения направляются при уровне 4 и выше всем государственным органам, в Центр управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан, а также в регионы и другим заинтересованным сторонам.

### Землетрясения

В последние годы сеть мониторинга землетрясений в Казахстане расширилась, особенно в окрестностях Алматы. Недавно была развернута система раннего предупреждения, в рамках которой по всему городу было установлено 28 акселерометров для измерения сильных движений. Данные с этих датчиков поступают в Министерство по чрезвычайным ситуациям и напрямую связываются с приложением Darpen App для целей информирования, хотя сами датчики

обслуживаются Институтом сейсмологии. Помимо этих датчиков Институт сейсмологии располагает еще большим количеством сейсмических датчиков в регионе ЭКАБ, хотя они и не используются для целей раннего предупреждения.

Следует также отметить сотрудничество между Кыргызской Республикой и Казахстаном в области сейсмических датчиков, так как в 2021 году ЦЧССРСБ при технической поддержке ТОО «I2NIK» предпринял ряд мер по совершенствованию действующей системы раннего предупреждения землетрясений в Казахстане путем ее интеграции с системой сейсмических датчиков Кыргызской Республики.

В отношении других опасных явлений официальное прогнозирование не ведется.

#### 2.1.2.2. Кыргызская Республика

Наблюдательная сеть Кыргызгидромета состоит из 35 метеорологических станций, 4 сельскохозяйственных постов, 78 гидрологических постов на водотоках и 5 гидрологических постов на озерах (4 на озере Иссык-Куль и 1 на Кировском водохранилище). На Рисунок 2 показано расположение гидрологических и метеорологических станций в Кыргызской Республике.



Рисунок 2. Карта наблюдательной сети Кыргызгидромета (источник: Кыргызгидромет).

Метеорологическое прогнозирование в Департаменте Кыргызгидромета осуществляется с помощью Модели для исследования и прогнозирования погоды (WRF). В дополнение к численной модели прогнозирования погоды, используемой Кыргызгидрометом, также поступает прогностическая информация по конкретным

заранее определенным точкам от Японского метеорологического управления и от модели ECMWF.

### Наводнения

В Кыргызской Республике отсутствует официальное гидрологическое прогнозирование для целей прогнозирования наводнений. Отдел гидрологического прогнозирования осуществляет «ручное» прогнозирование водных ресурсов и наводнений. Тем не менее, как и в Казахстане, прогноз привязан к регионам.

В отношении других опасных явлений официальное прогнозирование отсутствует.

#### 2.1.2.3. Резюме пробелов для региона ЭКАБ

Можно резюмировать следующие моменты:

- Как уже отмечалось выше, следует отметить увеличение количества датчиков сейсмического мониторинга, непосредственно интегрированных в приложение Dармен в Казахстане, и особо отметить сотрудничество обеих стран в этом направлении.
- В связи с риском, связанным с ледниковыми озерами, в Казахстане действуют наблюдательные станции, связанные с аварийно-спасательными службами. В Кыргызской Республике некоторые работы по моделированию и мониторингу также посвящены ледниковым озерам.
- Что касается компонента знаний о рисках, то сотрудничество и координация между соответствующими заинтересованными сторонами ограничены.
- Несмотря на то, что в последние годы увеличилось количество наблюдательных станций и других ресурсов, все еще существуют ограничения в инфраструктуре мониторинга, такие как количество станций, тип станций и недостаточные данные с метеорологических радаров. Хотя и была осуществлена определенная автоматизация метеостанций, гидрологические станции не были автоматизированы ни в Кыргызской Республике, ни в Казахстане. Однако следует добавить, что гидрометеорологические службы с трудом справляются с размещением новых станций из-за ограниченных ресурсов на техническое обслуживание.
- Возможности прогнозирования в обеих странах ограничены. Хотя очевидно, что в обеих странах предпринимаются определенные усилия в этом направлении, моделирование для прогнозирования опасных явлений

используется крайне редко, а прогнозы предоставляются на областном уровне. Прогнозирование на основе оценки воздействия также отсутствует.

- Существуют также ограничения по ресурсам и возможностям: не хватает обученного персонала и необходимого оборудования для прогнозирования всех соответствующих опасных явлений.

### 2.1.3. Коммуникация и распространение информации

Что касается коммуникации и распространения предупреждающих сообщений, то в двух странах следует отметить несколько моментов:

#### 2.1.3.1. *Казахстан*

О системе коммуникации в Казахстане можно сказать следующее.

- Казахстан внедрил Общий протокол оповещения, хотя неясно, активирован ли он.
- Существует приложение для предупреждения (Darman), которое рассылает предупреждения населению.
- Все предупреждения о погоде в виде SMS-сообщений рассылаются системой предупреждения 112, отображаются в приложении Darman и размещаются на официальном сайте Казгидромета.
- Совместно с компанией Казахтелеком был реализован пилотный проект по тестированию технологии сотового вещания для оповещения о чрезвычайных ситуациях, направленный на повышение охвата и эффективности предупреждений.

#### 2.1.3.2. *Кыргызская Республика*

О коммуникационной составляющей в Кыргызской Республике можно отметить следующее:

- Существует система оповещения населения (ОКСИОН), которая рассылает целевые оповещения через SMS и по другим каналам для различных чрезвычайных ситуаций. Каналы оповещения включают телевидение, радио, мобильную связь, Интернет и социальные сети.
- В Бишкеке и Оше действуют два центра управления кризисными ситуациями, которые координируют действия в случае кризисной ситуации и занимаются распространением информации.

- Кроме того, мобильное приложение 112 Кыргызской Республики предоставляет информацию о погоде и чрезвычайных ситуациях, а также позволяет пользователям отправлять сообщения и медиа. Это приложение охватывает 98% населения и предусматривает интеграцию сейсмических датчиков для автоматический предупреждений.

#### *2.1.3.3. Резюме пробелов для региона ЭКАБ*

- В то время как Казахстан внедрил Общий протокол оповещения (ОПО), Кыргызская Республика еще не завершила его внедрение. Тем не менее, в обеих странах есть уполномоченные органы по ОПО.
- Как и в случае с другими компонентами, нет ясности в распределении ролей и обязанностей по передаче предупреждений.
- Хотя в последнее время в обеих странах были достигнуты определенные успехи, все еще существуют некоторые технические и инфраструктурные пробелы в передаче предупреждений, такие как ограниченная автоматизация СРП и недостаточное распространение информации в режиме реального времени.
- Общественность недостаточно осведомлена о процедурах оповещения и уровнях предупреждения.
- Несвоевременное или неполное распространение прогнозной информации среди местных властей и сообществ, а также отсутствие механизмов обратной связи препятствуют эффективному раннему предупреждению и принятию ответных мер.

### 2.1.4. Реагирование

#### *2.1.4.1. Резюме пробелов для региона ЭКАБ*

Ниже приводится краткое описание недостатков в реагировании и готовности в регионе ЭКАБ.

- Роли и обязанности компонента реагирования не всегда ясны, поэтому необходимо разработать СОПы для этого компонента, чтобы обеспечить участие всех соответствующих заинтересованных сторон.

- Судя по всему, местное население слабо вовлечено в процесс реагирования, а его осведомленность ограничена. Хотя в некоторых местах Планы действий в чрезвычайных ситуациях на уровне общин (СЕР) уже реализованы, их число ограничено.
- Хотя некоторые учения проводятся, систематическая оценка и планирование учений по различным видам опасных явлений на региональном или местном уровне отсутствуют.
- Реализация упреждающих действий ограничена, во всех случаях они осуществляются гуманитарными организациями, и правительство не утверждает национальные протоколы или процедуры для их активации.

### 3. ОЦЕНКА РИСКОВ

Оценка рисков проводилась на разных уровнях. В первую очередь будет проведено подробное описание риска наводнений и селей в регионе ЭКАБ, так как они представляют наиболее значительный риск в этом районе. На втором этапе будут описаны различные основные опасные явления для каждой страны.

#### 3.1. Риски наводнений

В этом разделе анализируются риски наводнений в регионе ЭКАБ. Он начинается с описания основных исторических событий, за которым следует анализ текущих рисков с учетом исторического климата.

##### 3.1.1. Исторические наводнения

В этом разделе представлен предварительный отчет о недавних наводнениях в регионе ЭКАБ. Он будет организован по географическому принципу, рассматривая четыре основные области:

- 1- Русло и поймы реки Чу
- 2- Иссык-Кульская область
- 3- Чуйская область
- 4- Алматинская область

#### **Русло и поймы реки Чу**

Речные паводки в регионе ЭКАБ связаны с руслом реки Чу и прилегающими к ней поймами. Остальные реки, в основном короткие и быстрые горные потоки, текущие с

юга на север с Тянь-Шаньского хребта, будут описаны в контексте других видов риска (внезапные паводки, сели и ПЛО).

Река Чу имеет водосборный бассейн площадью 62 500 км<sup>2</sup> и общую длину около 1 067 км. Первые 115 км находятся в Кыргызской Республике, а затем на протяжении 221 км река служит границей между Кыргызской Республикой и Казахстаном; этот верхний водосбор принимает большую часть осадков, в основном в виде снега зимой. Последние 731 км, нижний бассейн, находятся в Казахстане и протекают по засушливым и полузасушливым районам, которые в основном зависят от стока реки для нужд населения и сельского хозяйства. Значительная часть стока реки Чу регулируется Орто-Токойским водохранилищем. Основным нерегулируемым источником снабжения является река Чон-Кемин.

Режим потока в бассейне реки Чу существенно меняется несколькими водохранилищами и оросительными системами, и наводнения не представляют значительной угрозы. Ни в базе данных EM-DAT, ни в базе данных GLIDE нет катастрофических событий, связанных с этим руслом реки.

Однако уменьшение стока и водохранилища приводит к нарушению баланса наносов на некоторых участках, а в отдельных местах возникают проблемы с эрозией берегов. Это вызывает особую обеспокоенность вдоль 221-километровой границы между Кыргызской Республикой и Казахстаном, где миграция по речному руслу может привести к территориальным спорам. По историческим снимкам можно судить о том, что Казахстан постепенно закрепил северный берег реки надземной дорогой, которая также выполняет функцию дамбы; например, в районе с. Васильевка (Кыргызская Республика) надземная дорога на берегу реки появилась в 2008-10 годах. Вследствие создания этой насыпи река в последнее время течет в основном на юг, где нет физических ограничений для эволюции поймы; эта общая тенденция четко прослеживается в GSWE<sup>2</sup>, в котором анализируются снимки Landsat на предмет переходов воды за последние 40 лет (Рисунок 3). На снимке видно, что розовые участки (переведенные из сезонной воды в твердую почву) преобладают на северной (казахской) стороне, а зеленые участки (твердая почва, переведенная в новую сезонную воду) - на южной (кыргызской) стороне границы.

### **Иссык-Кульская область**

---

<sup>2</sup> <https://global-surface-water.appspot.com/map>

Озеро Иссык-Куль - десятое по объему воды озеро в мире и важный водный ресурс Кыргызской Республики. Здесь обитают эндемичные виды рыб, и исторически сложилось так, что здесь ведется значительная экономическая деятельность, включая туризм. В ряде исследований указывается, что давление со стороны человеческого развития является наиболее важным фактором, контролирующим уровень и качество воды, а также биоразнообразие. Однако для понимания основных процессов и потенциального влияния климатических изменений на состояние озера необходимы дальнейшие исследования и мониторинг.

Даже при более низком среднем потоке река Чу все равно сможет генерировать паводковые явления и, безусловно, продолжит прокладывать новые изгибы на южном берегу, что будет скорее обусловлено событиями, чем непрерывным процессом. Это, несомненно, приведет к ущербу, в основном к потере сельскохозяйственных земель.

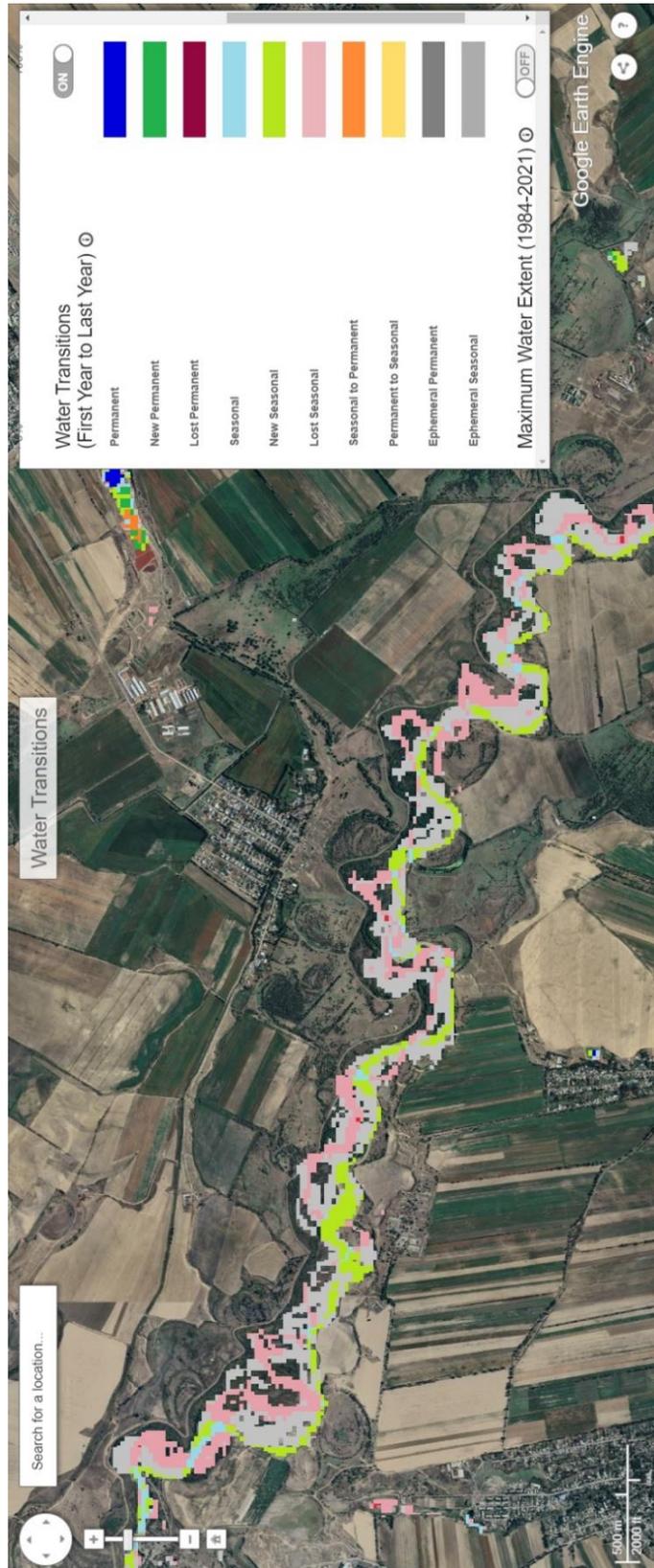


Рисунок 3. Переходы воды в реке Чу и поймах, на участке протяженностью около 10 км к северу от Бушкека (1984-2021 гг.). Источник: Global Surface Water Explorer.

Уровень воды в озере колебался с течением времени: с 1927 по 1997 год наблюдалась общая тенденция к снижению, а затем к повышению до 2011 (Чжан и др., 2022 г.). На эти изменения влияют климатические факторы, такие как глобальное потепление, осадки и таяние ледников, а также антропогенное потребление воды (Алифуцзян и др., 2017 г.). Несмотря на опасения по поводу качества воды из-за туризма и сельского хозяйства, озеро остается олиготрофным с высоким уровнем растворенного кислорода (Подрезов и др., 2020 г.). Были изучены геохимия озера и динамика питательных веществ, выявив вертикальную однородность основных компонентов и незначительное увеличение солености с течением времени (Завьялов, 2020 г.). Понимание этой динамики имеет решающее значение для устойчивого управления этим важным экономическим и экологическим ресурсом.

В хранилище GLIDE содержатся данные о двух недавних событиях в Иссык-Кульской области. 7 августа 2023 года около 17:00 по местному времени в селах Кен-Суу, Байзак, Талды-Суу, Корумду и Коочу Тյупского района Иссык-Кульской области из-за кратковременных дождей произошел сход селевых потоков. МЧС и местные органы власти создали совместную комиссию для проведения тщательной и прозрачной оценки ущерба. По данным МЧС и местных органов власти, непосредственно от стихийного бедствия пострадали 200 домохозяйств, однако, по предварительным данным, 60% от общей численности населения (13 000 человек) пяти пострадавших сел нуждаются в помощи различной степени. Международная федерация обществ Красного Креста и Красного Полумесяца подготовила доклад об этой катастрофе<sup>3</sup>.

В августе 2024 года мощные оползни, вызванные проливными дождями, нанесли ущерб северной Иссык-Кульской области в Кыргызской Республике. В трех районах было объявлено чрезвычайное положение. Сели сошли в нескольких местах на юге и севере Иссык-Кульской области, затопив автомобильные дороги и горные перевалы. По сообщениям, в городе Чолпон-Ата вода из канала затопила улицы. Несколько пансионатов и домов отдыха также были затоплены, что привело к отключению электричества в регионе; очевидцы сообщали, что озеро Иссык-Куль стало зеленым из-за разливов. Известно, что из затопленных районов были эвакуированы десятки людей, а специальным службам пришлось разбирать завалы, скопившиеся в

---

<sup>3</sup> <https://reliefweb.int/report/kyrgyzstan/kyrgyzstan-flood-2023-dref-operation-mdrkg017>

результате схода селей; в расчистке территорий от селей было задействовано 755 человек и 59 единиц специальной инженерной техники, сообщили в МЧС.

## **Алматы**

Город Алматы расположен у подножия гор Заилийского Алатау - самого северного хребта Тянь-Шаня. Тянь-Шань находится на высоте от 600 до 1650 метров над уровнем моря. Алматинская область расположена в юго-восточной части территории Республики Казахстан. С запада граничит с Жамбылской областью (на 143 км автодороги Алматы - Бишкек и на 81 км автодороги Алматы - Астана), с северо-запада - с Карагандинской областью (водная граница проходит по озеру Балхаш), с северо-востока - с Восточно-Казахстанской областью (на 165 км автодороги Алматы - Усть-Каменогорск). Жамбылская область расположена на юге Республики Казахстан и занимает бассейны рек Шу и Талас, ограничена на западе хребтом Каратау, на юге — Кыргызским хребтом, на востоке — Шу-Илийскими горами. Север области примыкает к пустынным районам Бетпақдалы. Жамбылская область граничит на юге с Таласской и Чуйской областями Кыргызской Республики по общей протяженности 472 км. В состав приграничных территорий входят Жуалынский (89 км), Жамбылский (72 км), Меркентский (117 км), Кордайский (164 км) районы и район имени Т. Рыскулова (30 км). Карта зон ограничений по инженерно-геологическим условиям на территории г. Алматы. Долины рек Шу и Талас сложены слоистым аллювием, местами перекрытым небольшой толщей лессовидных суглинков и глин. Климатические факторы оказывают особенно большое влияние на формирование почвенного покрова.

Наличие горных хребтов Тянь-Шаня на юге области создает сложную картину почвенно-растительного покрова, определяемую законами вертикальной зональности.

Все почвенное разнообразие региона распределено по следующим зонам:

1. Высотная зона.
2. Горно-степная зона с очень засушливым климатом.
3. Пустынная степная зона с сухим жарким климатом.

1. Высотная зона включает территорию региона с абсолютной высотой над уровнем моря от 2200 метров до 4000 метров. К ним относятся хребты Кыргызского Алатау на юге области.

Город Алматы подвергается все более частым и сильным наводнениям. Они, как правило, не приводят к человеческим жертвам, но наносят значительный экономический ущерб и причиняют вред пострадавшему населению.

С конца 19 века, когда Алматы был основан как российский форпост Верный, жители полагались на сеть дренажных каналов (или «арыков»<sup>4</sup>), которые выстилают дороги. Канавы позволяют воде стекать с гор через город; они также отводят дождевую воду и тающий снег. За последние несколько десятилетий многие арыки были засыпаны, ликвидированы или засорены илом и мусором. При планировке новых дорог часто не учитываются естественные овраги и каналы, необходимые для отвода стоков; поскольку арыки обычно образуют сеть, отсутствие связи между ними в конечном итоге приводит к появлению точек насыщения воды с переливами.

Согласно одному из источников<sup>5</sup>, «[...] В Алматы имеется 16 коллекторных каналов, предназначенных для сбора накопившейся воды из арыков. Но из них только четыре работают исправно, так как они относительно новые, построенные в 2013 году. Остальные 12 находятся в плохом состоянии и быстро переволняются при сильных дождях».

В государственной базе данных EM-DAT зарегистрировано 2 стихийных бедствия в регионе:

- 2004-0108-KAZ: Грязевой поток в Талгарском районе (Алматинская область). Информация о воздействии отсутствует.
- 2010-0109-KAZ: В результате внезапного паводка пострадали по меньшей мере следующие населенные пункты Алматинской области: Карасайский, Караталский, Жамбылский, Илийский, Панфиловский, Коксуинский, Уйгурский, Аксуинский, Кербулакский и Талдыкорганский районы города. Основными причинами стали сильные дожди, таяние снега и повышение температуры, а также прорыв насыпей. Общая численность пострадавшего населения оценивается в 16 200 человек, а экономический ущерб составляет 48,3 млн долларов США.

---

<sup>4</sup> Арык (арык) - местное слово, обозначающее небольшие водные каналы.

<sup>5</sup> <https://eurasianet.org/behind-the-barricades-floods-terrorize-almaty-residents>

В хранилище GLIDE имеется информация об одном событии в Алматинской области. В июле 2015 года высокие температуры усилили таяние снега в течение последних нескольких дней, что привело к переполнению ледникового озера 23 июля и последующему затоплению реки Каргалинка, одного из горных потоков, впадающих в Алматы (Рисунок 4). В общей сложности около 900 человек были вынуждены эвакуироваться из своих домов, пять человек получили ранения, а в городе было объявлено чрезвычайное положение.

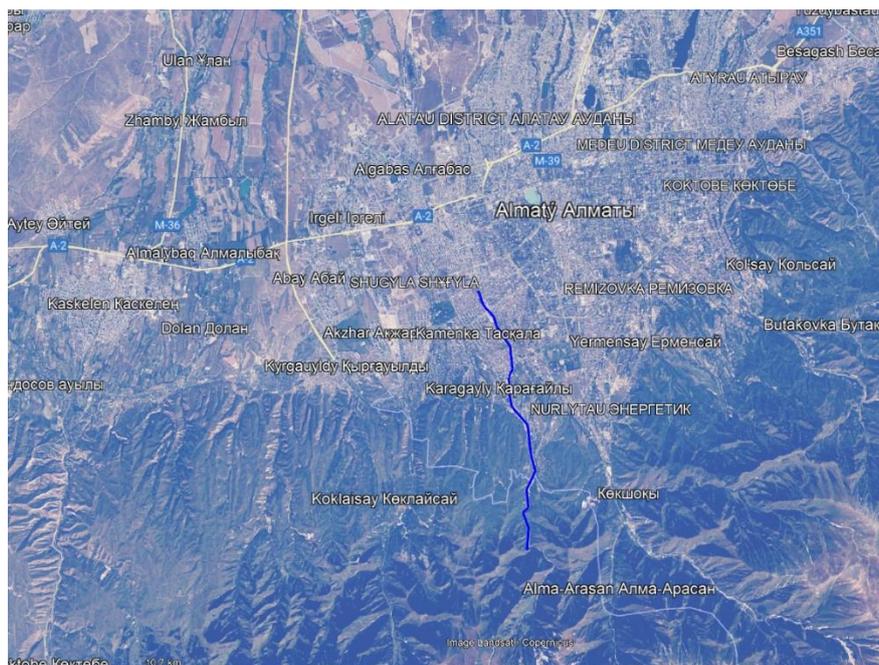


Рисунок 4. Расположение реки Каргалинка в Алматы, вызвавшей наводнение в 2015 году.

Помимо риска наводнений в черте города, стоки из Алматы могут быть загрязнены и в конечном итоге попадают в Капшагайское водохранилище, расположенное примерно в 60 км к северо-востоку от города. Этот искусственный водоем также сталкивается с рядом экологических проблем. Загрязнение тяжелыми металлами, особенно цинком и свинцом, было обнаружено как в воде, так и в донных наносах, что свидетельствует о серьезном антропогенном загрязнении (Амиргалаяев и Исмуханова, 2020 г.; Исмуханова и др., 2022 г.). Также было отмечено загрязнение ураном, причем в некоторых пробах воды превышены национальные нормы для питьевой воды (Солодухин и др., 2023 г.). Вода водохранилища оказывает мутагенное и цитотоксическое воздействие на семена ячменя, что свидетельствует о потенциальной генетической нестабильности организмов, подвергающихся ее воздействию (Колумбаева и др., 2024 г.). Эти проблемы подчеркивают необходимость

комплексного управления окружающей средой и мониторинга крупных водохранилищ, что в данном конкретном случае тесно связано с городским управлением водными ресурсами в Алматы и прилегающем регионе.

### Бишкек

Ситуация в Бишкеке примерно такая же: за последнее десятилетие было зарегистрировано множество мелких и умеренных наводнений. Многие из них, но не все, представляют собой заторы льда, включающие обломки, определяемые как скопление «шуги», в том числе ледяных крошек, подо ледяным покрытием; «шуга» определяется как скопление губчатых белых кусков льда размером в несколько сантиметров, образованных из ледяного сала или снежной каши, а иногда и из якорного льда, поднимающегося на поверхность (см. Рисунок 5)<sup>6</sup>. Именно отколовшиеся куски льда в реке приводят к сужению русла, подъему уровня воды и локальным наводнениям.



Рисунок 5. Резерв летом (слева) и ледовый затор (шуга) зимой (справа) на гидрораспределителе на реке Ала-Арча (ул. Скрябина). Источник: Ежегодный каталог, Министерство чрезвычайных ситуаций. Глава 10. Г. Бишкек.

С другой стороны, подземные воды играют важнейшую роль в системе водоснабжения Бишкека. Поставки питьевой, бытовой, коммерческой и промышленной воды в городе полностью зависят от водоносных горизонтов. Источником этой воды являются как внутригородские, так и пригородные водозаборы. Высокопроизводительный пригородный долинный водозаборный комплекс, расположенный в 8 км к югу от центра города, обеспечивает около

---

<sup>6</sup> WMO, 2012. [Номер определения 1352. Международный глоссарий по гидрологии. WMO-No. 385. Всемирная метеорологическая организация \(ВМО\).](#)

половины потребности города в воде, а остальная часть воды поступает из скважин различной глубины, расположенных по всему городу.<sup>7</sup>

Муниципальное предприятие водоснабжения «Бишкекводоканал» эксплуатирует большинство водозаборных скважин, которые обеспечивают водой как бытовые, так и промышленные нужды. Существуют две отдельные системы водоснабжения для бытовых нужд: одна для холодной питьевой воды и другая для горячей непитьевой воды, используемой для централизованного отопления в зимний период (там же). Забор подземных вод в Бишкеке значителен: предполагаемый общий объем составляет 109 миллионов кубических метров в год примерно из 500 скважин. Гидрогеологическая структура города представляет собой сложную, латерально неоднородную межгранулярную флювиогляциальную/аллювиальную многоводную систему.

Еще летом 2023 года в Бишкеке наблюдался острый дефицит воды из-за нехватки ресурсов и неэффективного управления. По данным местных СМИ<sup>8</sup>, Проблемы Бишкека начались в середине мая, когда мэрия временно ограничила подачу питьевой воды в дневное время в пригород столицы Арча-Бешик и некоторые близлежащие села. Эти ограничения были продлены 31 мая, за день до вступления в силу новых тарифов на питьевую воду. Инспекторы мэрии и водопроводных компаний также распорядились временном закрытии ряда объектов, включая частные бани, автомойки и бассейны. Граждан призвали экономить воду. 6 июня ночная подача питьевой воды была приостановлена в большем количестве жилых районов столицы, как раз когда температура поднялась до 39,5 градусов. В период с 6 по 9 июня температура была самой высокой за всю историю наблюдений.

Чиновники заявили, что проблемы были вызваны сочетанием погодных условий и неэффективного использования воды. Питьевая вода в Бишкек подается из 37 оросительных водозаборов с месторождений Орто-Алыш и Ала-Арча. Крупнейший из них, Орто-Алышский оросительный водозабор, обеспечивает более 40 процентов питьевой воды столицы. Однако проблемы начались еще в мае, поскольку как уровень грунтовых вод оказался на 15-20 метров ниже, чем в прошлом году (там же).

---

<sup>7</sup> Литвак Р. Г., Немальцева Е. И. и Толстихин Г. М. (2016). Подземные воды и экология в г. Бишкек, Кыргызстан. В работе «Подземные воды и экология городов Азии» (стр. 383-412). Butterworth-Heinemann.

<sup>8</sup> <https://iwpr.net/global-voices/bishkek-water-shortages-highlight-poor-management>

Для улучшения ситуации Бишкекводоканал и Чуйское водное управление заключили контракт на пополнение Орто-Алыша на 11 млн кубометров воды. Однако медленный сток воды с ледников и малое количество осадков в феврале и марте не позволили выполнить контракт.

### 3.1.2. Оценка риска наводнений при нынешнем климате

На основании предыдущего отчета и других вторичных источников (отчетов и научных статей) можно дать первоначальную глобальную оценку современных рисков, связанных с водой в регионе ЭКАБ.

Речные паводки, определяемые как крупномасштабные процессы, происходящие в течение нескольких дней, в отличие от внезапных паводков и оползней, могут возникать только в среднем и нижнем течении реки Чу. Месячные пиковые расходы приходятся на апрель-май в связи с таянием снега, но это явление в прошлом не вызывало катастрофических событий. Наиболее серьезные наводнения связаны с береговой эрозией из-за изменения плана речных изгибов в условиях дисбаланса наносов из-за водохранилища в верхнем течении и сокращения сбросов. В настоящее время проблема в основном ограничивается кыргызской стороной (южным берегом), так как для ограничения продвижения реки на север были построены регулирующие дамбы.

Внезапные паводки, сели и ПЛО связаны с крутыми высокогорными реками и присутствуют на большей части территории ЭКАБ, за исключением среднего течения реки Чу и связанных с ней пойм (приграничная зона между Казахстаном и Кыргызстаном). Можно утверждать, что это наиболее характерные гидроклиматические риски для данной территории и наибольшая угроза с точки зрения потенциального человеческого и экономического ущерба.

Внезапные паводки - это внезапные и быстрые наводнения, которые происходят в течение короткого периода после сильного дождя, обычно менее шести часов. Они часто возникают в результате сильных локальных гроз, прорыва плотин или быстрого таяния снега. Внезапные паводки могут быть чрезвычайно опасны из-за своей скорости, непредсказуемости и огромной силы воды, которая может сметать автомобили, деревья и здания.

Три области, рассматриваемые в данном исследовании (Алматинская, Иссык-Кульская и Чуйская), подвержены воздействию внезапных паводков и связанных с ними явлений. Анализ этих рисков тесно связан с конкретным местом и требует местной информации, а также подробной топографии источника и территорий ниже по течению. И Казахстан, и Кыргызская Республика подготовили качественные карты риска для пострадавших областей, основанные на глубоком понимании глубинных процессов и долгосрочных полевых наблюдениях за некоторыми системами (например, комплексом моренных озер Адыгене недалеко от Бишкека). Однако некоторые из этих карт сейчас кажутся несколько устаревшими, и их точность можно было бы повысить за счет более количественного подхода с использованием числовых моделей и последних спутниковых данных для их улучшения. Простой пример применения количественной гидрологической модели для оценки текущего и будущего пикового расхода воды в реке Ала-Арча представлен в разделе **Error! Reference source not found.** отчета.

Наконец, наводнения из-за ледяных заторов случаются, когда глыбы льда блокируют нормальное течение реки или ручья, в результате чего вода поднимается и затопливает прилегающие территории. Такие ледяные заторы обычно образуются во время весеннего таяния, когда повышение температуры приводит к разрушению речного льда, или во время циклов замерзания-оттаивания зимой. Скопление льда может создать временную плотину, ограничивающую поток воды и приводящую к локальным наводнениям. Когда затор прорывается, внезапный выброс воды может привести к наводнению ниже по течению. Наводнения, вызванные ледяными заторами, особенно часто случаются в странах с холодным климатом и крупными реками.

Наводнения, вызванные ледяными заторами, представляют значительную опасность в северных регионах и зачастую наносят более серьезный ущерб, чем наводнения на открытых водоемах (Линденшмидт, 2020 г.). Эти события могут привести к материальному ущербу, гибели людей и экологическим последствиям (Борисова, 2020 г.). Оценка и картирование рисков наводнений, вызванных заторами льда, имеют решающее значение для управления наводнениями, однако методологии для них менее развиты по сравнению с оценками наводнений на открытых водоемах. Были изучены различные меры по смягчению последствий, включая искусственное разрушение, выемку наносов и установку дамб (Дас и Линденшмидт, 2021 г.). Факторы, влияющие на образование заторов, включают в себя гидроклиматические

условия, морфологию реки и характеристики ледяного покрова (Lagadec Лагадек и др., 2015 г.). Необходимо включение оценок риска ледовых заторов в планы управления наводнениями, особенно в странах Центральной Азии, для разработки комплексных стратегий готовности к наводнениям и смягчения их последствий.

## 3.2. ПЛО

Наводнения вследствие прорыва ледниковых озер происходят, когда вода, содержащаяся в ледниковом озере, обычно образующемся в результате таяния ледников, внезапно высвобождается. Такие наводнения могут происходить из-за разрушения естественной плотины из льда, морен (горных пород и обломков) или снега. Прорыв обычно вызывается различными факторами, такими как ледяные или каменные лавины, землетрясения, сильные ливни или прорыв плотины. ПЛО могут сбрасывать большие объемы воды, вызывая внезапные паводки в нижнем течении реки, которые оказывают разрушительное воздействие на население, инфраструктуру и экосистемы. Они особенно опасны в горных районах, где есть ледники. С точки зрения рецепторов ущерба, ПЛО воспринимается как внезапное наводнение или сель, хотя провоцирующий фактор связан с озером, расположенным выше по течению.

### 3.2.1. Кыргызская Республика

Исследования<sup>12</sup> выявили наличие 78 ледниковых озер с потенциалом ПЛО на территории Чуйской области (см. черные точки на **Error! Reference source not found.**). Эти озера подразделяются на 5 классов опасности (1-й класс - самая высокая опасность, 5-й класс - самая низкая). Здесь находятся 4 озера 1-го класса опасности и 9 озер 2-го класса опасности. Масштабы ущерба в случае потенциальных ПЛО не ясны, так как систематические исследования воздействия и рисков от ПЛО не проводятся.

Наибольший уровень риска в Чуйской области связан с городом Бишкек. Здесь высокий уровень риска наводнений вдоль реки Ала-Арча связан с наличием выше по течению 16 ледниковых высокогорных озер с определенным уровнем потенциала прорыва. Озеро Ак-Сай объемом около 100 тыс. м<sup>3</sup> относится к первой, самой опасной категории. Ко второй категории относятся озера Адыгене и Кашка-Суу. Среди других менее опасных озер - Тез-Тор, Топ-Карагай, Чон-Кель, Орто-Кель, Эски-Кель, Биик-Кель, Джаны-Кель, Кумдуу-Кель и Таиз-Кель. Результаты моделирования

и исторические наблюдения для рек Ала-Арча и Аламедин показывают, что максимальный расход реки в случае ПЛО и/или интенсивных осадков может превысить уровень 70 м<sup>3</sup>/с. В зоне риска в случае возможного наводнения находятся автомобильные дороги, мосты, линии жизнеобеспечения и городская инфраструктура, расположенные вблизи русла реки. Дополнительным отягчающим фактором в данном случае является устаревшее состояние системы управления речными водами на территории города (разрушенные или поврежденные защитные сооружения, значительные отложения на дне русла, деградирующее состояние отводных каналов и т.д.).

Исследования<sup>12</sup> на территории Иссык-Кульской области выявили наличие 117 ледниковых озер с потенциалом ПЛО (см. черные точки на **Error! Reference source not found.**). Эти озера подразделяются на 5 классов опасности (1-й класс - самая высокая опасность, 5-й класс - самая низкая). Здесь находятся 10 озера 1-го класса опасности и 12 озер 2-го класса опасности. Наиболее опасные места расположены в долинах Аксай и Тон. Масштабы ущерба в случае потенциальных ПЛО не ясны, так как систематические исследования воздействия и рисков от ПЛО не проводятся. Особый интерес представляют озера Мерцбахера и Петрова.

ПЛО на озере Мерцбахера происходят практически каждый год, при этом уровень сброса достигает 1000 м<sup>3</sup>/с. Это озеро и долины ниже по течению расположены в малонаселенных районах. Таким образом, ПЛО на озере Мерцбахер представляют низкий уровень риска для территории Кыргызской Республики. Тем не менее, подобные явления наносят определенный ущерб расположенным ниже по течению территориям Китая.

Второй объект, представляющий особый интерес, это озеро Петрова, расположенное в непосредственной близости от промышленных объектов золотодобывающего рудника Кумтор. Потенциал ПЛО на озере Петрова неясен. Воздействие может быть значительным из-за наличия хвостохранилищ, расположенных ниже по течению от этого озера. Оперативный персонал золотодобывающего рудника Кумтор проводит регулярный мониторинг озера. Определенные меры по снижению воздействия осуществляются на месте (например, откачка воды из озера).

### 3.3. Сели

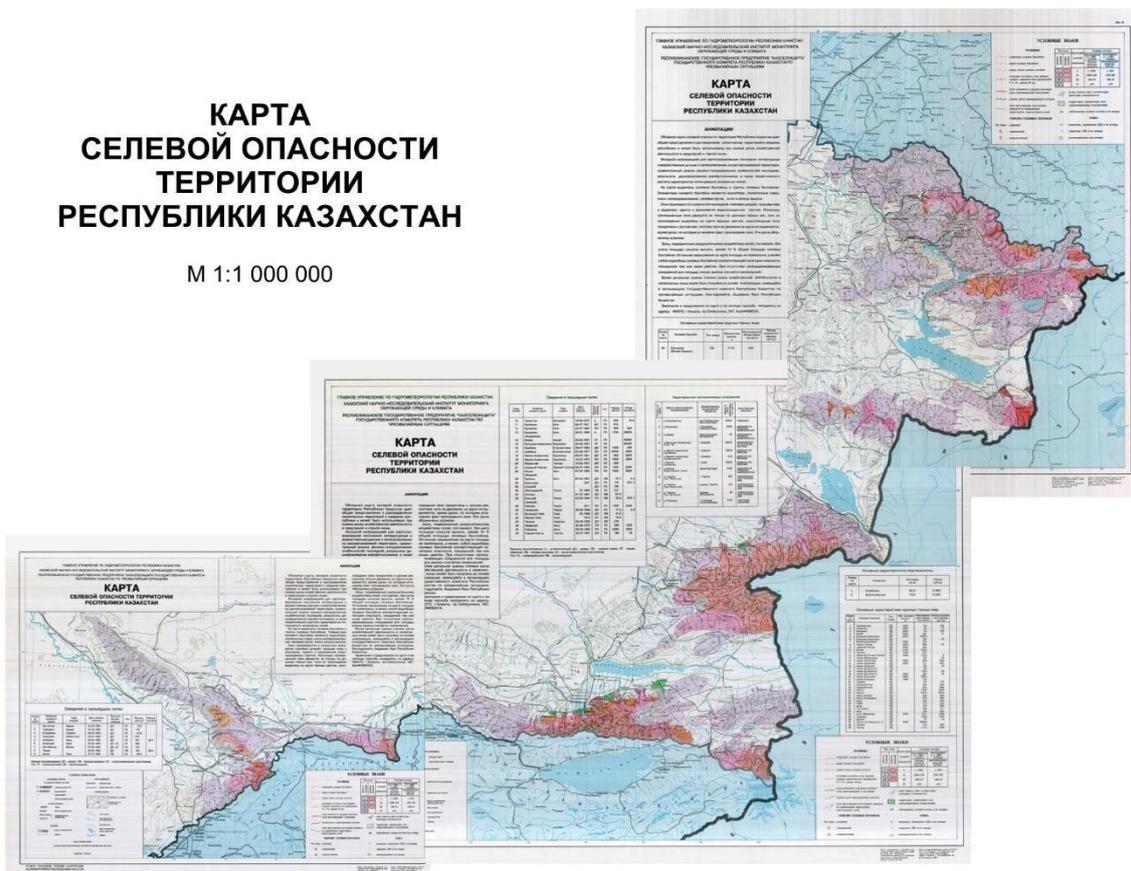
Селевые потоки, также известные как оползни или грязевые потоки, возникают, когда большая масса грязи, почвы и камней насыщается водой и стекает вниз по склону. Они часто вызываются проливными дождями, таянием снега или вулканической деятельностью и могут нанести значительный ущерб, погребая под собой дома, дороги и другие сооружения. Селевые потоки часто случаются в районах с крутым рельефом и рыхлой, неустойчивой почвой. Различие между внезапным паводком и селевым потоком может быть нечетким, в зависимости от количества отложений, мобилизованных водой (см. Рисунок 41). Обычный внезапный паводок приводит к накоплению грязи и мусора в пострадавших районах, но селевым он считается, если содержит не менее 50% наносов по объему. Эти наносы могут включать в себя грязь, мусор, камни и другие материалы, которые несут с собой паводковые воды. Таким образом, сели более плотные и разрушительные, чем обычные внезапные паводки, из-за веса и силы переносимых ими осадков, что увеличивает их способность разрушать сооружения и изменять ландшафты.

#### 3.3.1. Алматинская область

По данным государственного учреждения «Казселезащита», за последние 80-90 лет в горах в районе ЭКАБ, особенно вокруг Алматы, образовалось около 800 селевых потоков различного генезиса и мощности. Сели могут быть вызваны выпадением интенсивных дождей или прорывом водоемов на моренно-ледниковых комплексах, а также оползнями. Что касается оценки рисков, на **Error! Reference source not found.** ниже показана степень селеопасности в Казахстане на основе исторических данных.

## КАРТА СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

М 1:1 000 000



\* Карта разработана РГП "Казгидромет" по заказу ГУ "Казселезащита"

Рисунок 6. Селевые риски в Казахстане (Источник Казгидромет<sup>9</sup>).

Наиболее селеопасными являются горные районы отрогов гор (горных систем) Северного Тянь-Шаня: Таласский Алатау, Киргизский, Угамский хребты, Иле, Кунгей, Териской и Жетысу Алатау, Алтын-Эмель и хребты Казахстанского Алтая. Всего на территории зарегистрировано более 300 крупных селей. За 160 лет город Алматы испытал на себе негативное воздействие 6 катастрофических селей: 1887, 1921, 1950, 1973, 1977, 1988.

По данным Паспорта безопасности города Алматы, опубликованного на сайте Департамента по чрезвычайным ситуациям города Алматы 5 сентября 2022 года, около города Алматы имеется 45 моренских озер, из которых 12 считаются извергающимися:

- 16 мореновых озер находятся в бассейне реки Аксай, из которых 3 являются эруптивно опасными;

<sup>9</sup> <https://www.kazhydromet.kz/en/selevedenie-str/selevedenie>

- В бассейне реки Каргалы расположено 4 моренных озера, из которых 2 относятся к эруптивным, эруптивно опасным;
- 19 мореновых озер расположены в бассейне реки Улкен, 6 из них - прорывоопасными; 19 моренских озёр находятся в бассейне реки Улкен Алматы, 6 из них – эруптивно опасными;
- В бассейне реки Киши г. Алматы расположено 6 моренных озер, из них 1 прорывоопасное.

Всего 173 объекта подвержены селевому риску в бассейнах рек Киши и Улкен в Алматы. Из них 99 объектов промышленного назначения, 57 объектов социальной сферы и 17 объектов природоохранного назначения, 17 экологических объектов. Площадь объектов природоохранной деятельности в бассейне реки Киши в Алматы составляет 73,7 га. Общая экономическая оценка данных объектов составляет 5,9 млрд тенге. Средний годовой ущерб от селей составляет 59,8 млн тенге. Производственный экономический риск по двум бассейнам равен 34,1 млн тенге в год, социальный – 17,5, экологический – 8,2 млн тенге в год. В бассейне реки Аксай имеется 1595 объектов, подверженных риску селей (1520 социальных - 17,5, экологических - 8,2 млн тенге в год), селей (1520 социальных, 66 промышленных, 9 экологических).

Стоимость этих объектов составляет 76 млрд 825 млн тенге. Единовременный ущерб оценивается в 31 млрд 187 млн тенге, и риск селей - 365,3 млн тенге в год.

В бассейне реки Каргалы выше наносодерживающей плотины расположен всего 21 объект, постоянного населения и мест отдыха нет, поэтому селеопасность низкая.

### 3.3.2. Кыргызская Республика

Исследования<sup>10</sup> показывают, что прогнозируемый среднегодовой ущерб (СГУ) только от поверхностных паводков для Чуйской области составляет 57% СГУ для всей страны. Показывает, что риск затопления поверхности особенно актуален для территории Чуйской области (**Error! Reference source not found.**). Наиболее типично, наводнения происходят в апреле-мае из-за таяния снега на низинных территориях или в июле-августе из-за таяния ледников и/или ПЛО. Аналогичные периоды

---

<sup>10</sup> Инициатива по развитию потенциала для снижения риска бедствий, КАДРИ (2021 г.). Отчет обзорной миссии. Организация Объединенных Наций в Кыргызской Республике.

активизации отмечаются и для селей, которые могут быть дополнительно спровоцированы в другие периоды года интенсивными осадками. В Чуйской долине ежегодно наблюдаются поверхностные паводки и сели различной интенсивности. Степень ущерба в значительной степени зависит от интенсивности события/событий. Обычно риску подвержены дороги, мосты, линии жизнеобеспечения, гражданская инфраструктура и дома. Время от времени могут происходить смертельные случаи, но основные потери связаны с физическим ущербом. Согласно **Error! Reference source not found.**, в список рек с наибольшей селевой опасностью входят реки Сокулук, Ала-Арча, Аламедин, Кегеты и Шамшы.

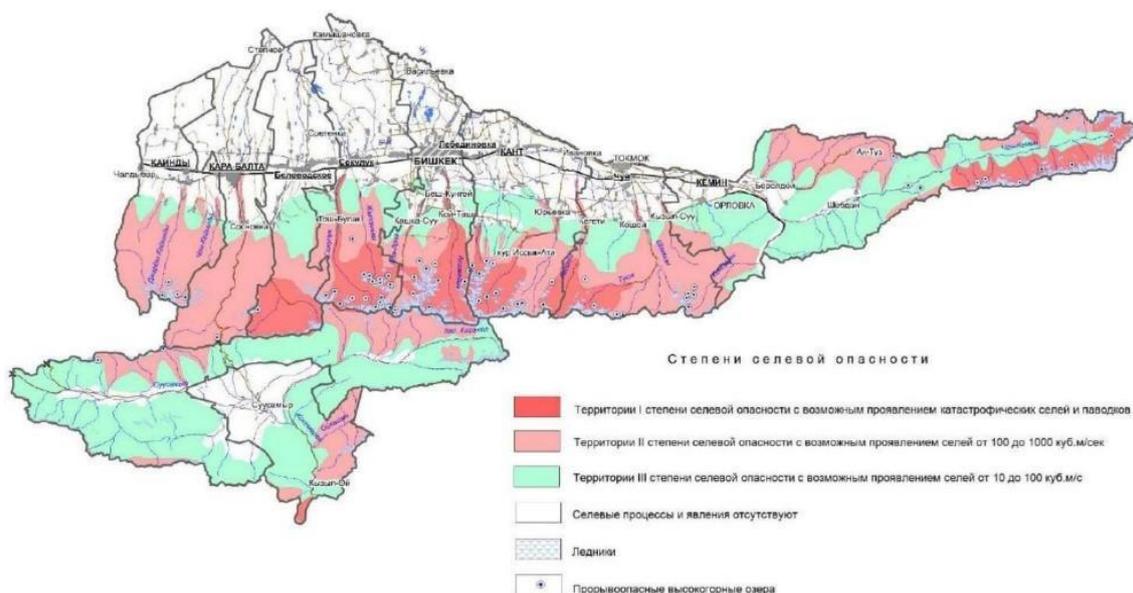


Рисунок 7. Селевая опасность в Чуйской области<sup>3</sup> (примечания: наибольшая селевая опасность отмечена на территориях с красной заливкой, отсутствие селевой опасности – на чистых территориях, черные точки – места расположения озер с потенциалом ПЛО).

Опасность подвальных наводнений характерна для всех рек Иссык-Кульской области. Наводнения часто вызываются интенсивными осадками, таянием снега или затоплениями нижних слоев атмосферы. Также имеются многочисленные места с высоким уровнем селевой опасности (см. **Error! Reference source not found.**). Период повторяемости селей в зоне Иссык-Кульской впадины составляет около 3-5 лет. К объектам, подверженным риску возникновения селей, относятся сельскохозяйственные угодья, дороги, мосты, линии жизнеобеспечения, инфраструктура и частная собственность. Согласно **Error! Reference source not found.**, в список рек с наивысшей степенью селевой опасности вошли: Чолпон-Ата,

Чон-Аксуу, Арасан, Ак-Суу, Чон-Кызыл-Суу, Джеты-Огуз, Каджи-Сай, Джуука, Чон-Кызыл-Суу, Каракол, Чолпон-Ата, Орто-Долоноту..

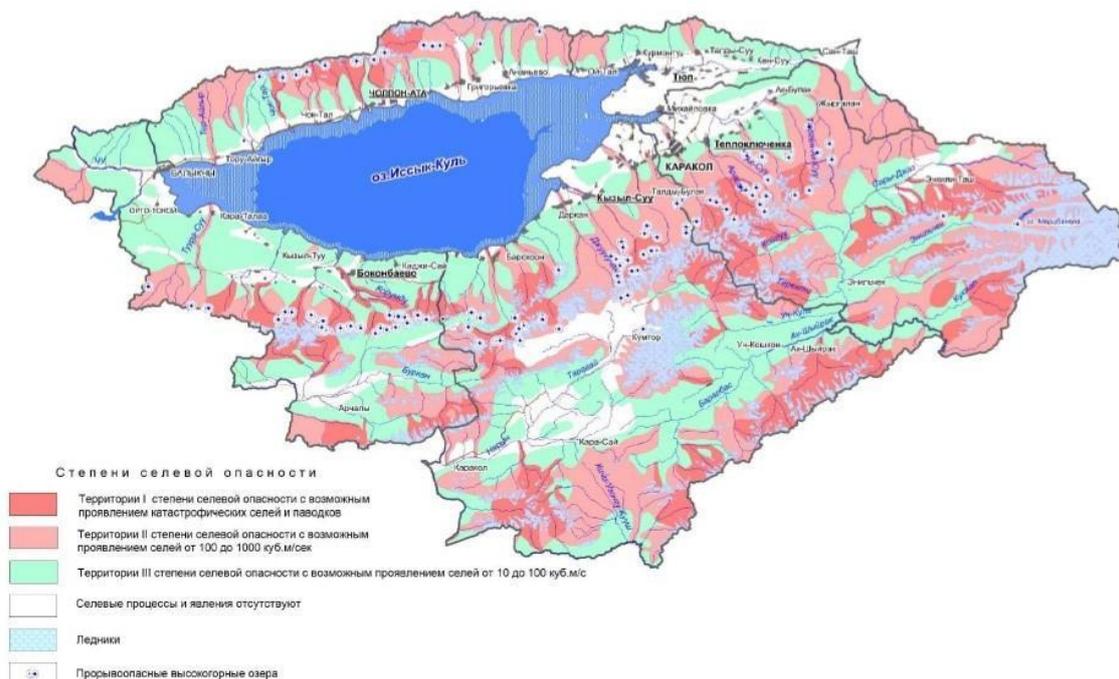


Рисунок 8. Селевая опасность в Иссык-Кульской области<sup>3</sup> (примечания: наибольшая селевая опасность отмечена на территориях с красной заливкой, отсутствие селевой опасности – на чистых территориях, черные точки – места расположения озер с потенциалом возникновения ПЛО).

### 3.4. Наводнения грунтовыми водами

Вся имеющаяся информация по данному району относительно дождей и наводнений грунтовыми водами, обычно называемых подтоплением, получена из метеорологических бюллетеней Кыргызстана. Приведенная ниже информация была переведена и обобщена на их основе.

В Чуйской области процессы подтопления наиболее распространены по сравнению с другими регионами республики. Территории с глубиной залегания грунтовых вод менее 3 м занимают субширотную зону к северу от Большого Чуйского канала и дороги Чалдыбар-Токмок, где в неблагоприятных условиях расположены многие населенные пункты и сельскохозяйственные угодья. В региональном плане в Чуйской области выявлены территории, где подтопление в основном обусловлено тектоническим строением Чуйской впадины. Токмокский, Георгиевский и Саргоуский тектонические валы пересекают долину реки Чу и выполняют роль водонепроницаемых щитов на пути движения подземных вод. Вот почему выше стен

располагаются участки подтоплений и болота — Токмокский (Краснореченский), Милянфанский (Чумышский), Джангиджерский.

Помимо тектоники, вторым по значимости природным фактором формирования заболоченных территорий является литология и гидрогеология. Влияние этого фактора проявляется в изменчивости водоносных отложений в предгорьях и в постепенной замене водопроницаемых пород водоудерживающими. В результате происходит затруднение движения грунтовых вод, снижение водоудерживающей способности водоносных отложений, повышение уровня грунтовых вод и выход их над поверхностью земли. Полоса выходов протягивается с востока на запад вдоль границы перехода от предгорного шлейфа к пологой предгорной равнине. Вдоль клиновидной полосы образуются зоны подтопления: Чуйский Ивановский, Кантский, Аламедин-Алаарчинский, Сокулукский, Беловодский, Карабалтинский и Чалдыбарский. Другая группа факторов, способствующих образованию заболоченных территорий, имеет искусственное происхождение:

- Неэффективная эксплуатация коллекторной дренажной сети из-за ее засорения и заиления;
- Высокие потери воды из водохранилищ, оросительных каналов и арыков;
- Неустойчивый режим орошения, например, затопление территорий вместо орошения, привело к значительному расширению заболоченной территории Милянфан;
- Изменения в системе распределения воды в связи с изменением землепользования (сокращение подачи воды по каналам и ее сброс по старым естественным руслам).
- Сокращение потребления подземных вод для обеспечения питьевой водой и орошения;
- Создание водозащитных щитов в виде автодорог и каналов, например, автодорога на участке Кант-Токмок, канал Чупра в г. Кант.

В настоящее время в зоне подтопления находится 94 населенных пункта Чуйской области. По результатам работ, проведенных Отделом гидрогеологии ГП «Кыргызгеология», установлено, что площади подтопления не уменьшаются, а

снижение уровня грунтовых вод с учетом климатических и гидрологических факторов не прогнозируется; максимальные уровни наблюдаются в периоды март-апрель и август-сентябрь на территориях с нарушенным режимом формирования грунтовых вод.

Для снижения подтопления населенных пунктов рекомендуются следующие меры:

- Улучшение, ремонт и восстановление горизонтальной коллекторно-дренажной сети;
- Отвод сточных вод за пределами затопленных районов;
- Строительство открытых и закрытых дренажных сооружений на участках, выделенных для индивидуального строительства;
- Ревизия и перевод всех прудов и водоемов в понижения естественного стока на сезонную эксплуатацию, осушение прудов, не используемых по назначению.

В Чуйской впадине каждые 20–30 лет наблюдается период, когда уровень грунтовых вод резко повышается, и активизируются процессы подтопления. Этот период длится около 5-7 лет, и за ним следует период низкого уровня воды.

Небольшая глубина залегания грунтовых вод является типичной проблемой для южной части Чуйской долины (см. **Error! Reference source not found.**). Данные свидетельствуют о том, что 94 населенных пункта в Чуйской находятся под негативным воздействием мелководных подземных вод. Это делает Чуйскую область наиболее подверженной воздействию таких явлений. К таким негативным последствиям относятся повреждение фундаментов зданий, деградация сельскохозяйственных угодий, нарушение жизнедеятельности и т.д. Поведение грунтовых вод связано как с природными, так и с антропогенными факторами.

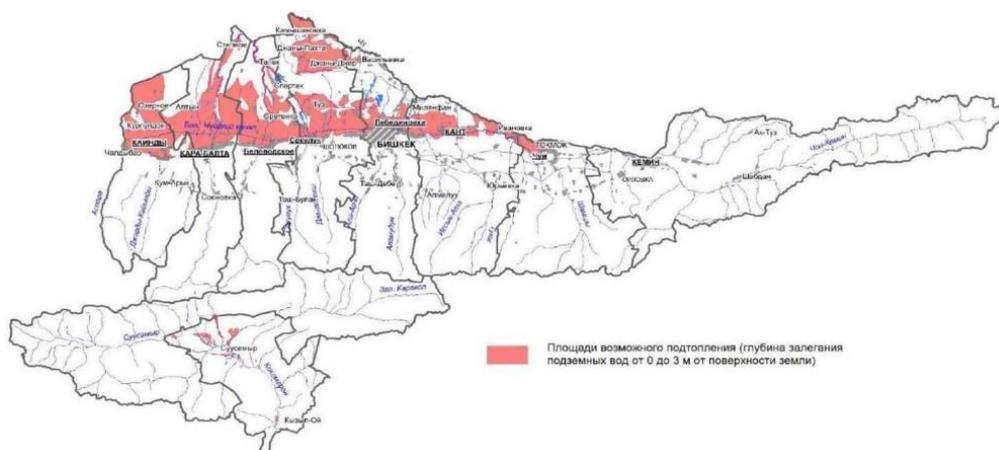


Рисунок 9. Опасность подтопления грунтовыми водами в Чуйской области<sup>3</sup> (примечание: территории с красной заливкой представляют собой зоны вероятного подтопления грунтовыми водами с глубиной залегания грунтовых вод 0-3 м от поверхности земли).

Опасность подтопления грунтовыми водами является типичной проблемой для населенных пунктов, расположенных вдоль береговой линии озера Иссык-Куль (см. **Error! Reference source not found.**). Негативное воздействие неглубокого залегания грунтовых вод зафиксировано для 36 населенных пунктов исследуемого региона, включая город Балыкчи. Поведение подземных вод в основном связано с природными факторами, антропогенное воздействие практически отсутствует.

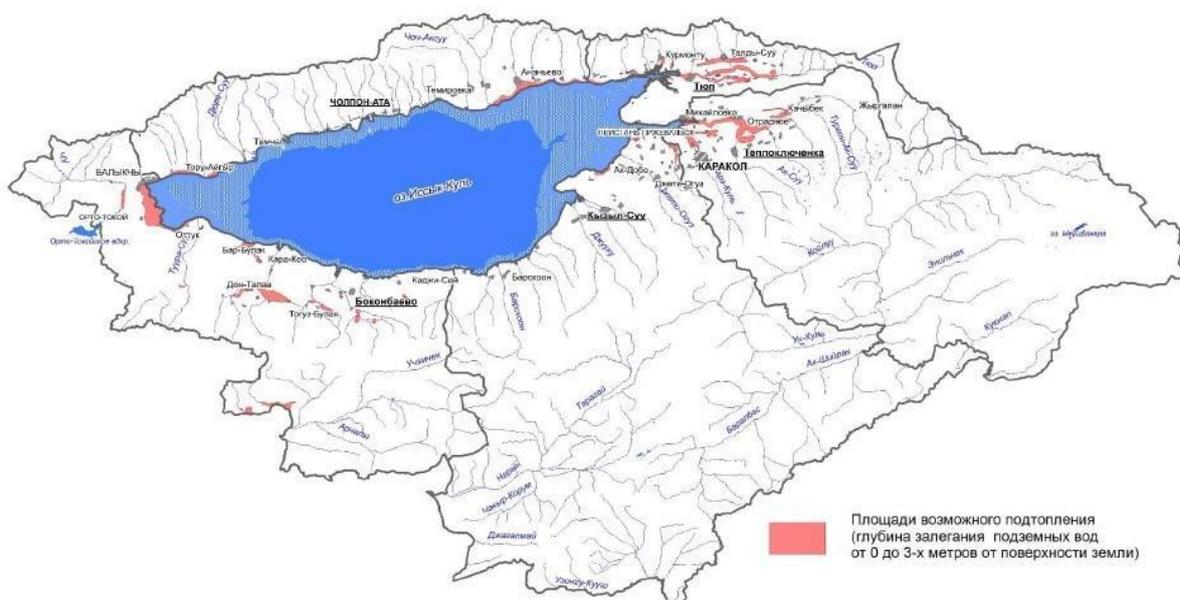


Рисунок 10. Опасность подтопления грунтовыми водами в Иссык-Кульской области<sup>3</sup> (примечание: территории с красной заливкой представляют собой зоны вероятного подтопления грунтовыми водами с глубиной залегания грунтовых вод 0-3 м от поверхности земли).

### 3.5. Природные пожары

Порядок организации пожарной безопасности в лесах устанавливается Правилами пожарной безопасности в лесах, утверждаемыми Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан.

Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 23 октября 2015 года № 18-02/942. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 3 декабря 2015 года № 12351. Класс пожарной опасности

Класс пожарной опасности лесов по условиям погоды определяет степень вероятности (возможности) возникновения и распространения лесных пожаров на

соответствующей территории в зависимости от метеорологических условий, влияющих на пожарную опасность лесов.

Для целей классификации (оценки) применяется комплексный показатель, характеризующий метеорологические (погодные) условия. В зависимости от величины комплексного показателя устанавливается класс пожарной опасности в лесах Республики Казахстан по условиям погоды.

В региональных областях Республики Казахстан действуют местные классы пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды (далее - местные классы), которые определяют:

- методику расчета комплексного показателя;
- границы классов пожарной опасности;
- методику учета осадков.

Решение о применении местных классов оформляется приказом территориального подразделения в области лесного хозяйства и может быть установлено отдельно для разных временных периодов.

По данным Паспорта безопасности города Алматы, опубликованного на сайте Департамента по чрезвычайным ситуациям города Алматы 5 сентября 2022 года.

Природным и лесным пожарам на территории города Алматы подвержены горно-лесные массивы Иле-Алатауского государственного национального природного парка, «Государственный региональный природный парк Медеу», роща «Баума». Флора природного парка насчитывает более 1000 видов, большая часть которых приходится на флору лесного среднегорного пояса. В лиственных лесах сосредоточено более 500, а в еловых лесах — более 400 видов высших растений.

Характеристики лесного хозяйства: Значительная часть территории района расположена в зоне возможных природных пожаров, которые чаще всего возникают в пожароопасный период при температуре +40 С. На территории района расположен 41 населенный пункт. В результате природных пожаров страдает дикая природа, наносится значительный ущерб окружающей среде и возникает угроза жизни человека. Из-за сильно пересеченной горной местности тушить пожары сложно.

## 3.6. Землетрясения

### 3.6.1. Алматинская область

Город дважды был разрушен землетрясением в Верном 1887 года и Кеминским землетрясением 1911 года. Алматы — город в Центральной Азии, где прогнозируется 10-балльная сейсмическая активность. Географически Алматы находится в одной из сейсмоопасных зон Центральной Азии, где не раз происходили сильные землетрясения. За период чуть более века здесь произошло четыре землетрясения силой 8–11 баллов и зафиксировано более 100 землетрясений силой 6 баллов и менее. Всего в черте города насчитывается 30 тектонических разломов, охватывающих практически всю территорию города. По прогнозным оценкам, в случае землетрясения силой 9 баллов в г. Алматы до 30% зданий получают сильные и слабые разрушения, и будут человеческие жертвы, а также значительный экономический ущерб.

Сейсмическая безопасность. Ежегодно в радиусе 80 км от города Алматы происходит до 200 слабых землетрясений. При этом фоновым режимом для Алматы являются землетрясения магнитудой 2-4 балла. Около 30 тектонических разломов проходят через территорию города, более 60% из которых расположены в гористой местности (Рисунок 11).

Для оценки уровня сейсмической опасности города Институтом сейсмологии на основе «Евростандарта» разработана карта сейсмического микрорайонирования, согласно которой город расположен в 9-10-балльной сейсмической зоне. (Рисунок 12). На основе карты разработан и утвержден Свод правил «Застройка территории города Алматы с учетом сейсмического микрорайонирования». (Рисунок 13)<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> <https://www.gov.kz/memleket/entities/almaty/documents/details/344101?lang=ru>



Рисунок 11. Схема тектонических разломов города Алматы (источник: «Институт сейсмологии»).

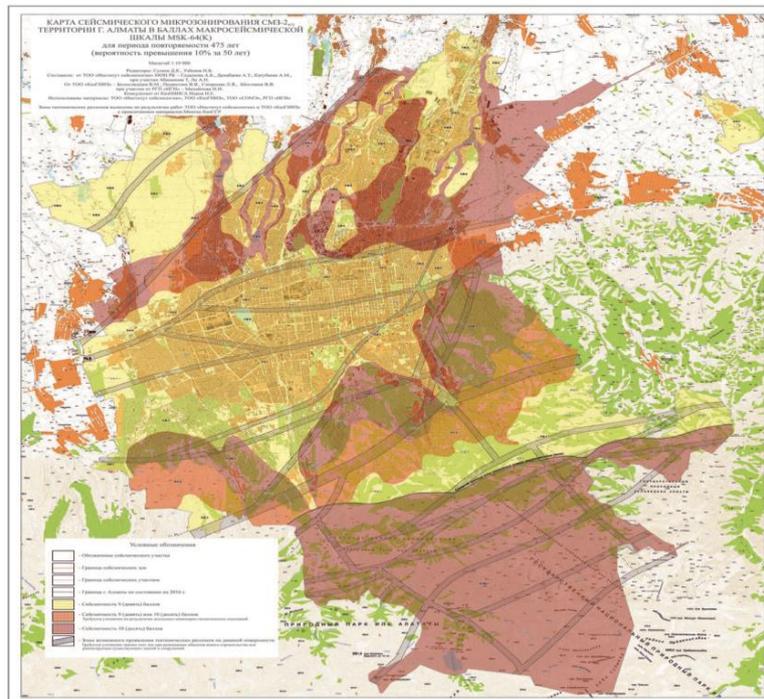


Рисунок 12. Карта сейсмического районирования города Алматы по состоянию на 2023 год.



**3.8. Карта зон ограничений по инженерно-геологическим условиям  
(типы грунтов и разломы) на территории г.Алматы**

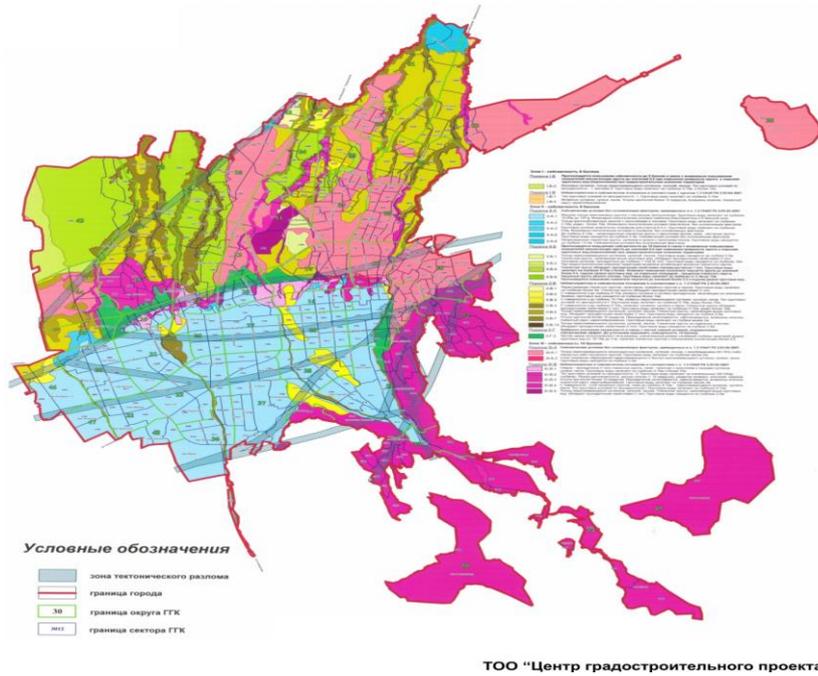


Рисунок 13. Карта зон ограничений по инженерно-геологическим условиям на территории города Алматы.

### 3.6.2. Кыргызская Республика

По сейсмической опасности территория Чуйской области подразделяется на 8 зон вероятной интенсивности сотрясений (см. Рисунок 2). Две зоны из восьми имеют наивысший уровень сейсмической опасности с прогнозируемым уровнем интенсивности по шкале MSK-64 около 7-9 баллов (зоны I категории см. Рисунок 14). Эти зоны расположены в районах Чон-Кемин и Окторкой, которые малонаселены и имеют значительный риск (зоны ОК и ЧК на Рисунке 2). Остальные шесть зон имеют прогнозируемый уровень интенсивности MSK-64 около 5-7 баллов (см. зоны II категории на Рисунок 14).

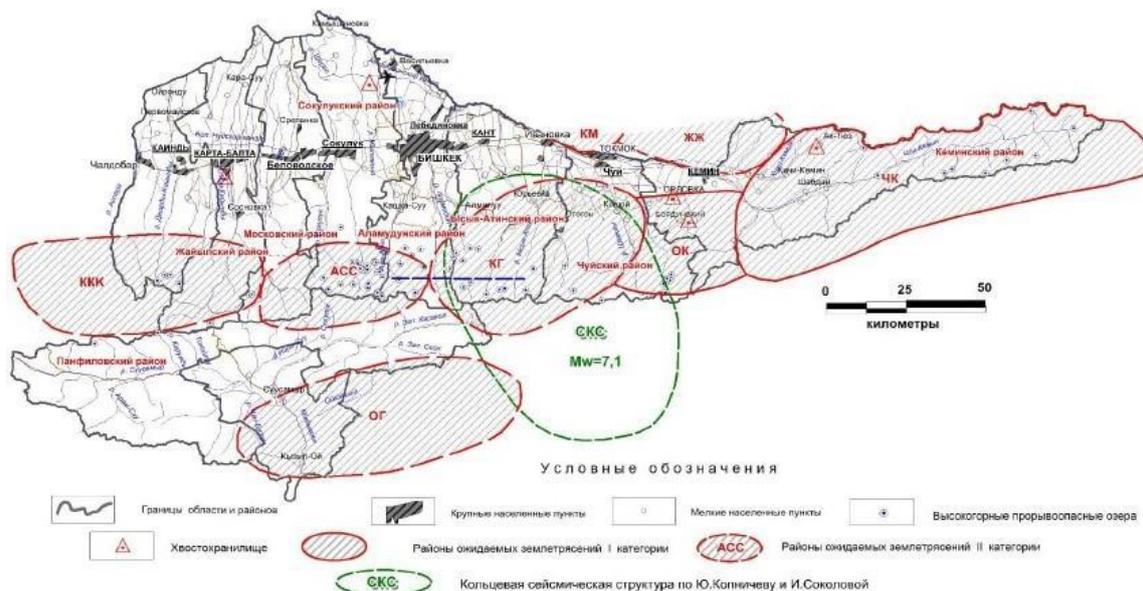


Рисунок 14. Сейсмическая опасность в Чуйской области<sup>3</sup> (примечания: сплошные красные контуры обозначают зоны I категории интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64, пунктирные красные контуры обозначают зоны II категории интенсивностью 5-7 баллов по шкале MSK-64).

Иссык-Кульская область разделена на 25 зон сейсмической опасности (см. Рисунок 15., только большие зоны обозначены). Семь зон из двадцати пяти имеют наивысший уровень сейсмической опасности с прогнозируемым уровнем интенсивности по шкале MSK-64 около 7-9 баллов (зоны I категории см. в Рисунок 15.). Шесть из семи вышеописанных зон расположены в ненаселенной местности. Только в одной зоне, а именно Окторкой (ОК на Рисунок 15.), находится село Кок-Мойнок Второе. Остальные 18 зон из 25 имеют прогнозируемый уровень интенсивности MSK-64 около 5-7 баллов (см. зоны категории II на Рисунок 15.).

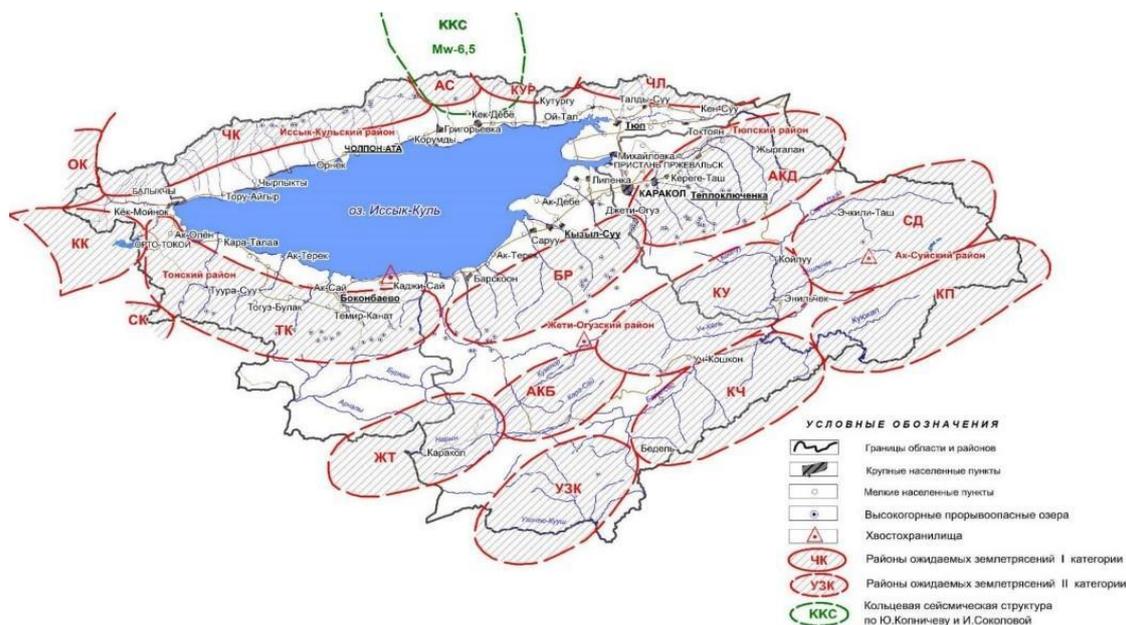


Рисунок 15. Сейсмическая опасность в Иссык-Кульской области<sup>3</sup> (примечания: сплошными красными контурами обозначены зоны I категории интенсивностью 7–9 баллов по шкале MSK-64, пунктирными красными контурами обозначены зоны II категории интенсивностью 5–7 баллов по шкале MSK-64; на данной карте показаны только крупные зоны, некоторые мелкие зоны не обозначены)..

## 3.7. Оползни

### 3.7.1. Алматинская область

По данным Паспорта безопасности города Алматы, опубликованного на сайте Департамента по чрезвычайным ситуациям города Алматы 5 сентября 2022 года. Оползни характерны для предгорной зоны, прилегающей с юга и юго-востока к территории Алматы, с юго-востока к территории города Алматы. На северных склонах хребтов Заилийского и Жонгарский Алатау выявлено наибольшее количество оползней различных масштабов. Факторами, обуславливающими образование и развитие оползней на склонах, являются процессы, влияющие на условия формирования склонов, моменты сейсмического воздействия, гидрометеорологические явления (атмосферные осадки, переувлажнение почв, поверхностный сток), техногенные факторы (хозяйственная деятельность человека). Крупные обвалы и оползни, достигающие объема 250 - 300 млн куб. м, могут частично или полностью перекрывать горные долины, образуя завалы, которые служат естественными плотинами для образования горных озер. Примером служит образование Большого Алматинского озера.

Прогнозировать горные оползни и обвалы сложно из-за большого разнообразия, индивидуальности и слабой изученности, а также несовершенства методов прогноза. Особенно трудно поддаются прогнозированию оползни склонов, образованных лессовыми грунтами.

Особенностью лессовых грунтов является то, что в естественном состоянии они находятся в равновесии со склонами, находятся в равновесии с окружающей средой и при низкой влажности образуют вертикальные устойчивые склоны, имеющие достаточно высокую несущую способность. Оползни и обвалы характерны для предгорной зоны, прилегающей с юга и юго-востока к территории города Алматы, с юго-востока к территории города Алматы. Горы Заилийского Алатау, в предгорьях которых расположен город Алматы, подвержены лавинной опасности. Лавина представляет собой массу снега, падающую или соскальзывающую с крутых склонов гор, аналогичную обвалу. Для образования лавин наибольшее значение имеют характер рельефа и растительность на склонах.

В центральной части Заилийского Алатау по вертикали выделяется несколько поясов:

- Гляциальный (выше 3300 м), здесь большая часть площади занята современным обледенением. Рельеф глубокорасчлененный с превышением до 800 м.

Склоны очень крутые, часто с отвесными участками, прорезаны коридорами, по которым сходят лавины, за исключением южных склонов, где случаются крупно – и среднеобломочные осыпи удерживают снег.

- Высокогорный пояс (от 2700 до 3300 м). Рельеф также сильно расчленен.

Долины рек узкие, с крутыми склонами и обнаженными участками в виде скал и осыпей.

Лавины также могут сходить и на слаборасчлененных участках хорошо задеренных на высоте 2700–3000 м.

- Среднегорный лесо-луговой пояс (от 1500 до 2700 м) называется джайлау.

Долины рек расширяются, глубина ущелий увеличивается до 800 м. Склоны долин крутые (до 40°) имеют большую протяженность, характеризуются отсутствием осыпей и скальных участков большой площади. Поэтому средний горный пояс, особенно его безлесные участки, наиболее благоприятны для схода лавин.

- Предгорный пояс лиственно-лесной пояс (от 800 до 1500 м). Рельеф имеет плавные очертания, распространены деревья и кустарники. Лес и густые заросли препятствуют сходу лавин.

Мерыпрятия по предотвращению ущерба от лавин делятся на профилактические (изыскательные работы, наблюдение за лавинами, их прогноз, искусственный спуск лавин) и инженерные. Изыскательный работы являются важной частью противолавинных мероприятий и завершаются составлением карт лавинной опасности.

Наблюдения за лавинным режимом и предупреждения о лавинной опасности осуществляют снеголавинные станции РГП «Казгидромет», профилактические спуски лавин проводят службы ГУ «Казселезащита».

Лавины подразделяются на несколько типов по месту возникновения:

- лотковые лавины - выносят снег по определенным руслам, углублениям на склонах (лотках), верхние части которых, как правило, расширенные, являются лавиносборами;

- осов (снежная лавина) - не имеет определенного канала схода, а скользит со склона на протяжении сотен метров.

К снежным лавинам по месту возникновения также с определенным допуском можно отнести обвалы снежных карнизов (снежных досок) и лавинных снежнок.

По состоянию снега:

- сухие – нередко часто из свежевыпавшего снега, сопровождаются мощной воздушной волной, которая даже после остановки снежной массы способная ломать деревья, постройки и т. п.

- мокрые - насыщенные талой водой, тяжелые и наиболее разрушительные. Сходят при оттепелях и весной, в конце лавиноопасного периода

В бассейнах рек Киши и Улькен Алматы имеются 165 лавиноопасных участков (в.т.ч. 104 лавиносборов в б/р К.Алматы, 61 лавиносборов в б/р У.Алматы), из них потенциальную опасность для населения представляют 18 лавиносборов, расположенных в районе ВСК «Медеу», ГЛК «Шымбулак» и «БАО».

### 3.7.2. Кыргызская Республика

Каталог<sup>12</sup> с перечнем данных об опасных природных процессах/рисках для всей страны публикуется ежегодно Департаментом мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций при Министерстве чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики. Данные в этом каталоге основаны на исторических записях, кабинетном анализе и ограниченных полевых наблюдениях по всем областям в Кыргызской Республике. Территория, на которую направлена программа ЭКАБ, представлена тремя областями, а именно Чуйской, Иссык-Кульской и Таласской. В Приложении 1 представлен подробный обзор географических и данных об опасных природных процессах для всех трех областей, перечисленных в этом каталоге. Таласская область в целом характеризуется более низкими уровнями как опасных природных процессов, так и подверженности им. Поэтому ниже представлен общий обзор конкретных данных только по двум областям, Чуйской и Иссык-Кульской.

## 3.8. Прогнозы изменения климата в регионе ЭКАБ

В этом разделе основное внимание уделяется изменению климата и его потенциальному влиянию на регион, включая предварительную оценку будущих пиковых расходов в репрезентативном водосборе региона — реке Ала-Арча в Бишкеке.

### 3.8.1. Прогнозы изменения климата в Алматинской области

В то время как общая картина анализа изменения климата в Кыргызской Республике в целом верна, за исключением некоторых специфических особенностей, для кыргызского сектора региона ЭКАБ, этого нельзя сказать о Казахстане — очень большой стране, где Алматинская область является лишь небольшой и не столь репрезентативной территорией. В национальном масштабе наиболее важными рисками, связанными с климатом, в Казахстане являются аномальная жара, сельскохозяйственные засухи и наводнения, часто вызываемые разливом крупных рек. Конкретные условия Алматы больше похожи на те, что описаны для Чуйской и Иссык-Кульской областей в Кыргызской Республике: подверженность внезапным

---

<sup>12</sup> Департамент мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций при Министерстве чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики (2023 г.). «Мониторинг и прогнозирование опасных природных процессов на территории Кыргызской Республики».

наводнениями, ПЛО, селям и оползням, которые требуют более детального анализа местных условий, чем те, что предоставлены глобальными моделями.

## АЛМАТИНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Температура в Алматы к концу столетия может повыситься на 4-5°C, а количество осадков также может умеренно увеличиться (**Error! Reference source not found.**). По сути, мы обнаруживаем примерно те же тенденции и относительные изменения, которые прогнозируются в Чуйской области КР.

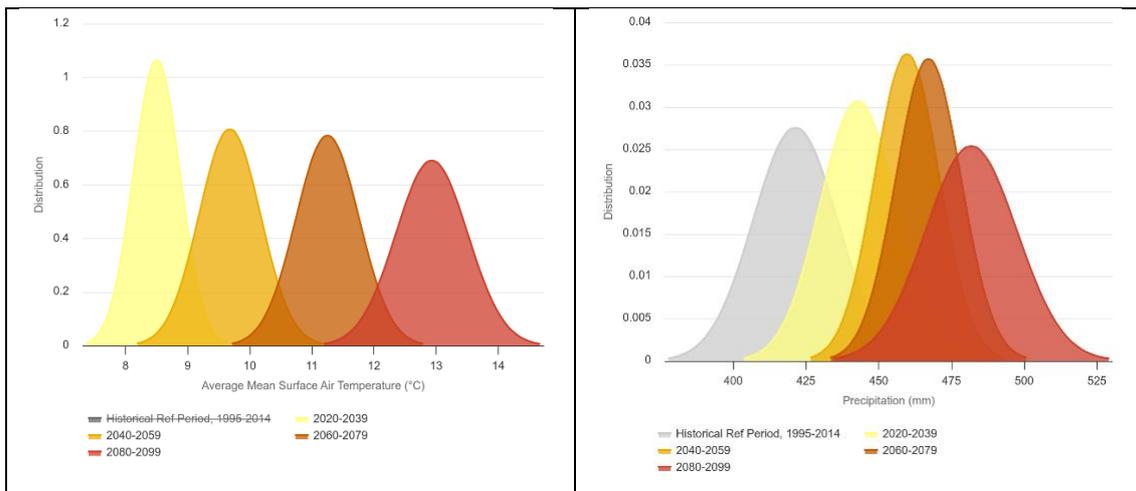


Рисунок 16. Прогнозируемые изменения средней температуры приземного воздуха (слева) и среднегодовых осадков (справа) в Алматинской области. SSP5-8.5.

В этом контексте интересно проанализировать динамику морозных дней в регионе (определяемых как дни с минимальной температурой ниже 0°C), как показано на **Error! Reference source not found.** Для самого экстремального сценария среднее количество морозных дней в году (медиана всех моделей) снижается примерно со 170 (исторический климат) до 110 (SSP5-8.5). Этот эффект может привести к значительным изменениям в плане гидрологии и наводнений, так как доля твердой воды (снега и льда) в водосборах будет сильно отличаться, особенно в конце летнего сезона, который может длиться дольше.

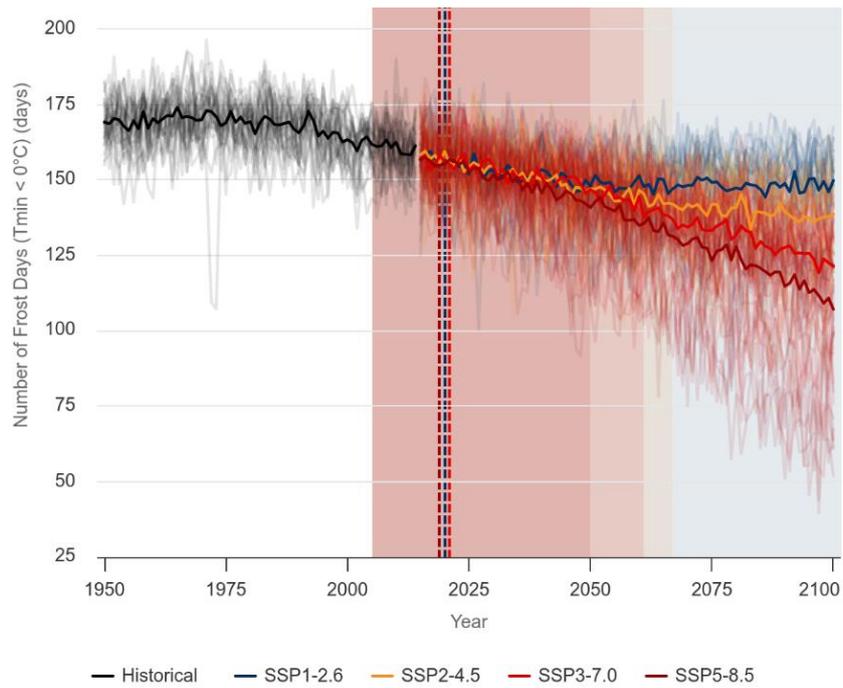


Рисунок 17. Динамика изменения числа дней с морозами ( $T_{min} < 0^{\circ}C$ ) в Алматинской области по разным климатическим прогнозам в XXI веке

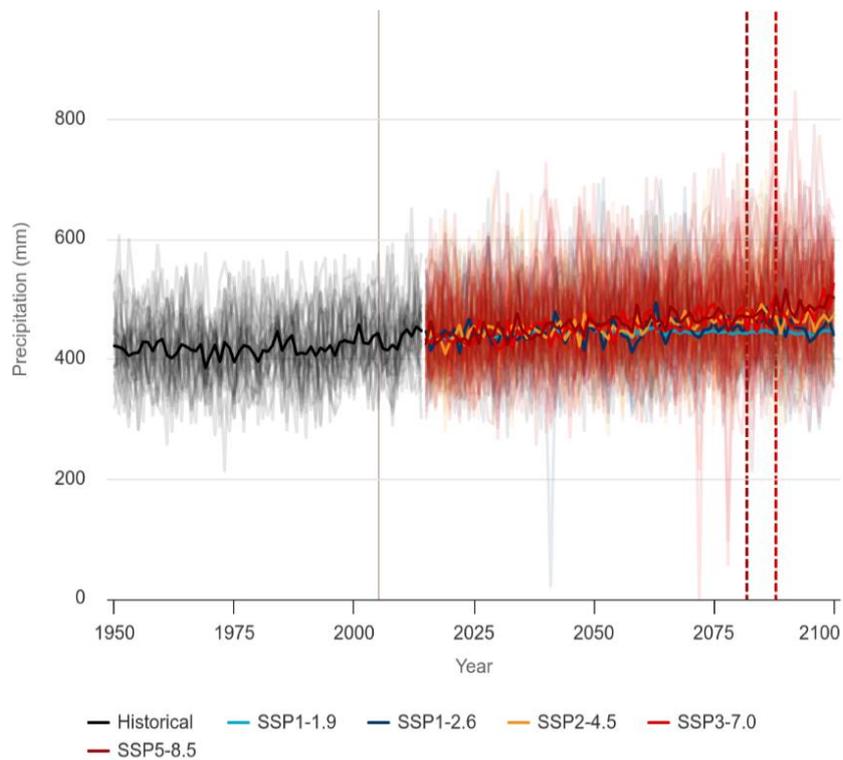


Рисунок 18. Динамика среднегодового количества осадков в Алматинской области по разным климатическим прогнозам на XXI век.

Исторический и будущий экстремальный режим максимальных однодневных осадков, полученный на основе имеющихся данных по экстремальным осадкам от ККСР, представлен на **Error! Reference source not found.** За 100 лет максимальная глубина осадков увеличится примерно на 27% (с 41 до 52 мм/день), столько же, сколько в Бишкеке.

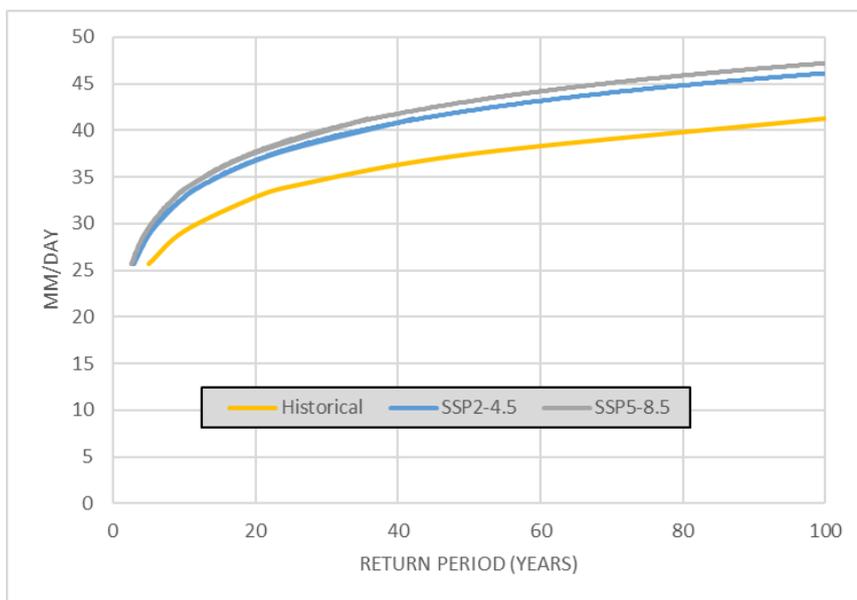


Рисунок 19. Экстремальный режим 1-дневных осадков (медиана) в районе Алматы (медиана всех моделей, 2060-2089), при современном климате и двух сценариях ИК. Источник: собственная разработка с использованием данных ССКР (Портал знаний об изменении климата).

Следует отметить, что последняя фаза 6 Проекта по сравнению сопряженных моделей (СМIP6) была официально запущена в 2016 году, но первые основные наборы данных и результаты моделирования стали доступны научному сообществу только в 2019 году. Большинство исследований по изменению климата в Центральной Азии датируются периодом до 2019 года и поэтому основаны на фазе 5 Проекта по сравнению сопряженных моделей (СМIP5), который использовал исторические данные до 2005 года для своих симуляций. Эти исторические данные послужили основой для прогнозов с 2006 года в соответствии с различными репрезентативными траекториями концентраций (РТК), которые использовались в Пятом оценочном докладе (ОД5) МГЭИК. Даже СМIP6, который использовался в последних докладах (ОД6) и исследованиях, основан на исторических данных только до 2014 года. Таким образом, базовая информация, используемая для прогнозов климата, имеет возраст не менее 10, а то и 20 лет, за это время и климат, и научные знания претерпели изменения, причем немалые.

Существует также проблема прогнозирования погоды и климата в горных регионах. Климатические модели используют несколько приближенных значений для прогнозирования осадков, но получение хороших результатов на больших высотах с учетом орографических эффектов по-прежнему остается сложной задачей. Это ограничение приводит к большей неопределенности в прогнозах, что влияет на регион ЭКАБ больше, чем на другие регионы.

### 3.8.2. Прогнозы изменения климата в Кыргызской Республике

Всемирный банк и АБР недавно обновили Климатический профиль Кыргызской Республики<sup>13</sup>, в то время как страна также обновила свой определяемый на национальном уровне вклад<sup>14</sup>. Согласно им, риски наводнений в Кыргызской Республике значительны и многогранны. Ожидается, что в стране усилится проблема наводнений и связанных с ними опасностей, таких как оползни, которые могут потенциально унести жизни и лишить средств к существованию. Оползневая опасность широко распространена, а многочисленные опасные ледниковые озера также требуют принятия мер по снижению риска стихийных бедствий.

В 2014 году ущерб от наводнений внес значительный вклад в среднегодовые потери в Кыргызской Республике, которые оцениваются в 36 млн долларов США, или 0,5% от ВВП. Однако эти значения могут быть выше из-за недоучета менее масштабных опасных явлений. По оценкам анализатора глобальных наводнений AQUEDUCT Института мировых ресурсов, по состоянию на 2010 год численность населения, ежегодно страдающего от наводнений в Кыргызской Республике, составляет около 17 000 человек, а ожидаемое ежегодное воздействие на ВВП составляет 38 млн долларов США.

Несмотря на эти риски, большинство глобально ориентированных моделей не прогнозируют увеличения интенсивности речных наводнений в Кыргызской Республике. Например, моделирование Виллнера и др. (2018 г.) показывает средний рост населения, пострадавшего от речных наводнений, на 0-2% к 2035-2044 годам. Анализатор глобальных наводнений AQUEDUCT также не прогнозирует ни увеличения численности населения, ежегодно страдающего от речных наводнений, ни его экономического воздействия, вызванного изменением климата.

---

<sup>13</sup> Климатический профиль: Кыргызская Республика (2021 г.): Группа Всемирного банка и Азиатский банк развития.

<sup>14</sup> <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/%D0%9E%D0%9D%D0%A3%D0%92%20ENG%20%D0%BE%D1%82%2008102021.pdf>

Однако в этих документах утверждается, что внезапные наводнения, сели и оползни изучены меньше и их сложнее точно прогнозировать из-за их локального характера. Эти риски значительны в Кыргызской Республике, особенно в районе Бишкека и восточной части Ферганской долины, где под оползнями погибают около 30 человек в год. Известно, что обильные и продолжительные ливни являются ключевыми факторами риска, вызывающими сели, а более интенсивные ливни в условиях изменения климата могут усилить эту угрозу. Прорыв ледниковых озер (ПЛО) и селевые потоки также являются заметными рисками. Они происходят, когда моренная плотина, сдерживающая талую воду на большой высоте, прорывается либо из-за геологических нарушений, либо из-за высокого уровня озера. Горный хребет Тянь-Шань, который охватывает большую часть Кыргызской Республики, является очагом высокогорных озер, которые представляют потенциальные риски, учитывая быстрое таяние ледников в регионе.

Таким образом, хотя стандартные речные наводнения, вызванные крупными реками и крупномасштабными метеорологическими возмущениями, не вызывают серьезной обеспокоенности, более подробный анализ имеющейся информации показывает, что есть высокая неопределенность относительно будущей эволюции наиболее проблемных рисков в этом районе, а именно внезапных паводков и подтоплений по низкой воде, а также веские причины для применения принципа предосторожности. В частности, некоторые из важнейших городов в коридоре ЭКАБ (Алматы, Бишкек) и за его пределами (Ош, Джалал-Абад) расположены вблизи относительно небольших и крутых рек, где мало что можно оценить на основе глобальных моделей.

В документе «Определяемый на национальном уровне вклад» (ОНУВ) упоминаются наводнения, но не другие риски, такие как ПЛО или оползни, сели или природные пожары. В частности, ОНУВ содержит список мер по адаптации, которые сократят экономические потери от последствий изменения климата и охватывают наиболее уязвимые секторы, включая «Чрезвычайные ситуации» (которые включают наводнения). ОНУВ также указывает, что планы действий Кабинета министров КР должны охватывать важные области, связанные со смягчением последствий изменения климата и адаптацией к нему, такие как «строительство и реабилитация систем питьевого водоснабжения и орошения».

Нижеследующее резюме прогнозируемых последствий изменения климата в регионе ЭКАБ основано главным образом на данных, полученных с Портала знаний об изменении климата (ССКР). ССКР является центром информации, данных и инструментов, связанных с климатом, для Группы Всемирного банка (ГВБ) Портал

предоставляет собой онлайн-платформу, с которой можно получить доступ и проанализировать комплексные данные, связанные с изменением климата и развитием. В настоящее время агрегации климатических данных предлагаются на национальном, субнациональном и водораздельном уровнях. Успешная интеграция научной информации в процесс принятия решений часто зависит от использования гибких рамок, соответствующих данным и информативных инструментов, которые могут предоставить всестороннюю информацию широкому кругу пользователей, позволяя им применять научную информацию при разработке проекта или политики.

### ЧУЙСКАЯ ОБЛАСТЬ (КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

Исторический климат в Чуйской области имеет очень четкую сезонную структуру, с тремя теплыми месяцами (июнь-август) и остальными умеренными или холодными. Осадки следуют той же схеме, хотя и с двухмесячным отставанием: минимум осадков выпадает в сентябре, в конце летнего сезона, когда температуры начинают понижаться.

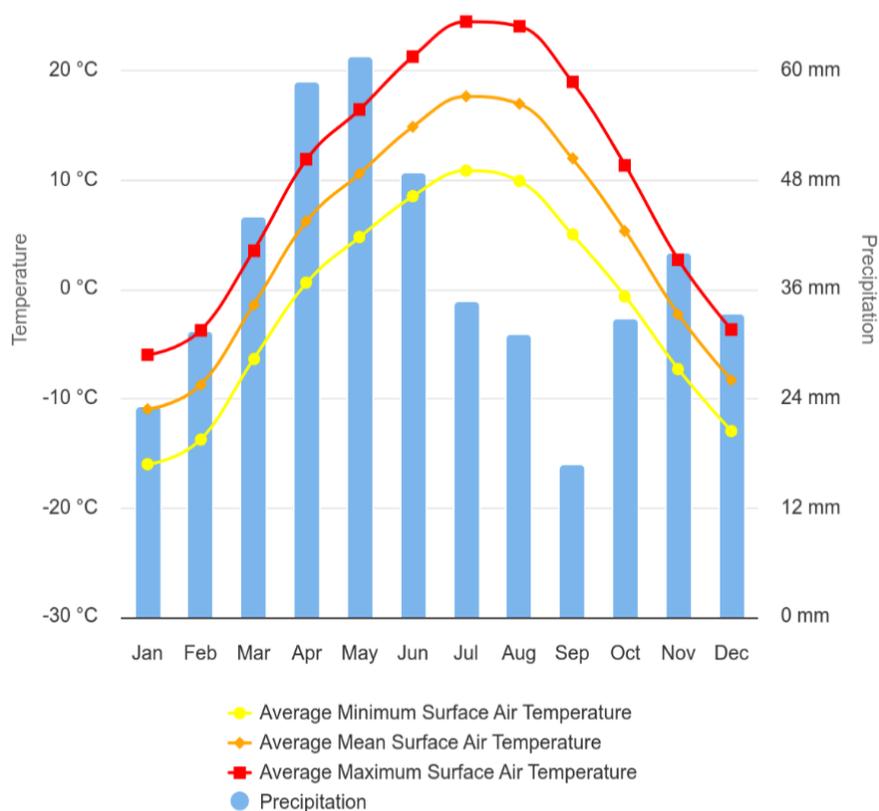
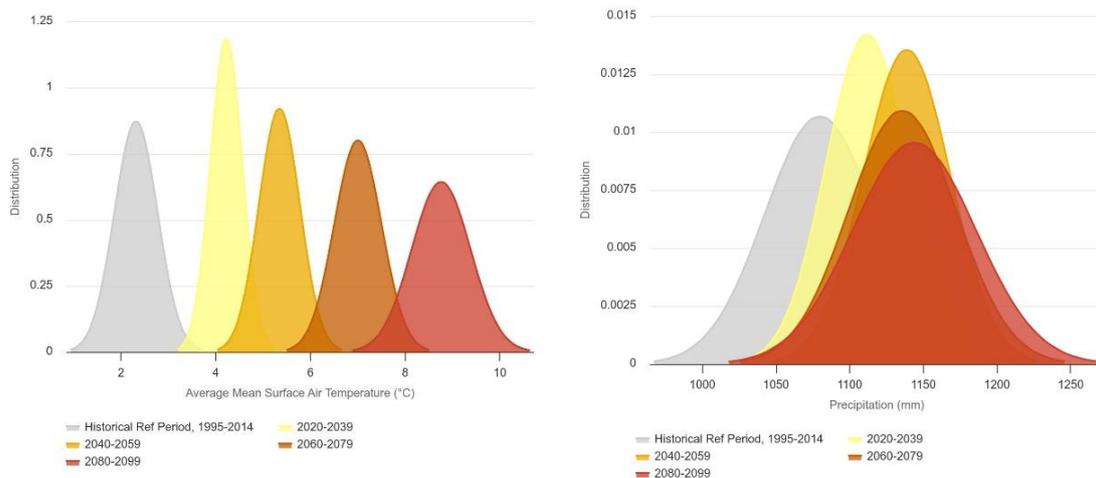


Рисунок 20. Месячная климатология Чуйской области с историческим климатом (1991-2022 гг.).

Прогнозируемые изменения средней температуры и осадков представлены на **Error! Reference source not found.**, включая доверительные интервалы, основанные на комплексе моделей, для одного из самых экстремальных сценариев (SSP585). Ожидается, что средняя температура увеличится на 7°C к концу столетия (примерно с 2°C до 9°C). Осадки также увеличатся, но в конечном итоге стабилизируются к середине столетия на уровне около 1150 мм/год по сравнению с нынешними 1080 мм/год. Другие сценарии дают менее существенные изменения, но с той же тенденцией.



*Рисунок 21. Прогнозируемые изменения средней температуры приземного воздуха (слева) и осадков (справа) в Чуйской области. SSP5-8.5*

С точки зрения риска важнее рассматривать крайности, которые, как правило, более неопределенны и труднее поддаются оценке с помощью имеющихся моделей. **Error! Reference source not found.** и **Error! Reference source not found.** показывают ожидаемую эволюцию максимального количества осадков в Чуйской области за один день, в течение года (2060-2079 годы) и в течение XXI века. В относительном выражении наибольшее увеличение количества осадков за один день, в основном в виде снега, будет иметь место зимой, но наиболее важным периодом для анализа паводков является лето. Прогнозируемая аномалия не очень высока, но она сильно зависит от модели (цветовые полосы на **Error! Reference source not found.**); некоторые модели предсказывают увеличение примерно на 50% в период с мая по август, даже при более благоприятных сценариях.

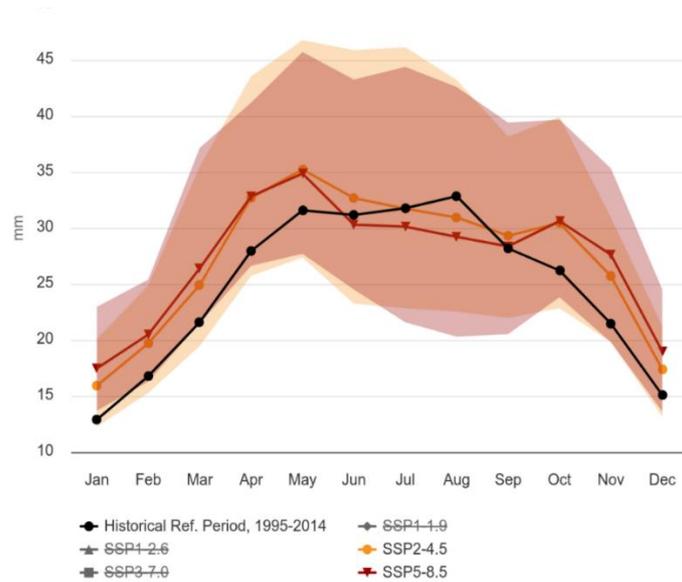


Рисунок 22. Среднее наибольшее количество однодневных осадков в Чуйской области (2060-2079 гг.).

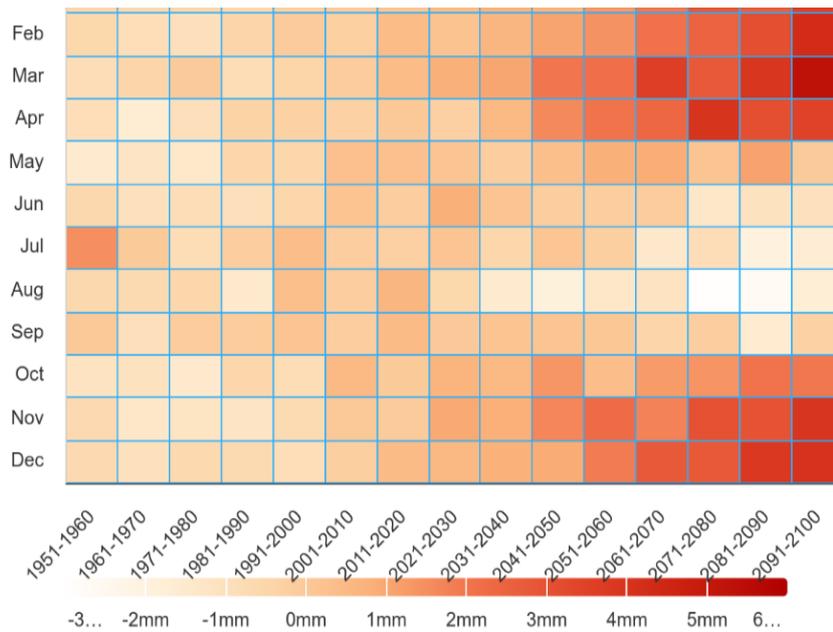


Рисунок 23. Аномалия осадков в самые большие однодневные осадки для Чуйской области.

Можно спроецировать имеющиеся кривые ИПЧ для исторического климата (см. раздел 3.1.5 ниже для получения более подробной информации) на будущий климат, используя экстремальный режим максимальных суточных осадков, как указано в Климатическом портале Всемирного банка (медиана всех моделей). Результирующие кривые ИПЧ для двух сценариев ИК представлены **Error! Reference source not found..** Можно заметить, что 100-летнее количество осадков

увеличивается на 27%, с 44 мм/сутки до 56 мм/сутки; потенциальное влияние на речной сток будет проанализировано позже, в целях руководства.

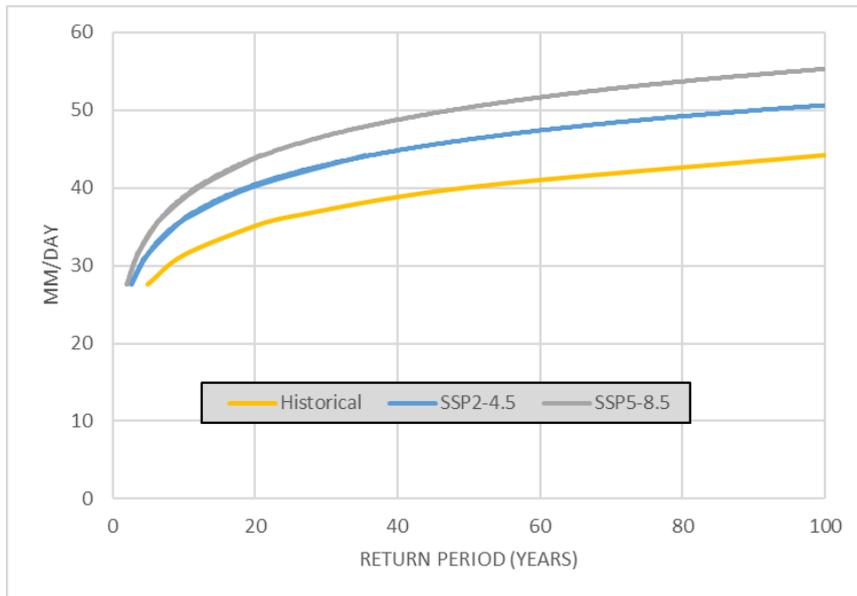


Рисунок 24. Экстремальный режим 1-дневных осадков (медиана) в Бишкеке (медиана всех моделей, 2060-2089 гг.), при нынешнем климате и двух сценариях ИК.. Источник: собственная разработка с использованием данных ССКР.

## ИССЫК-КУЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ

Исторический климат Иссык-Кульской области также имеет очень четкую сезонную структуру (см. **Error! Reference source not found.**), с тремя теплыми месяцами (июль и август), а остальные месяцы умеренные или холодные (холоднее, чем в Чуйской области). Осадки следуют точно такой же схеме, в фазе с температурами: максимальное количество осадков приходится на период с июня по август, создавая благоприятные условия для наводнений и селей. Подводя итог, можно сказать, что, судя по средним показателям, климат в Иссык-Кульской области не предвещает катастрофических событий летом.

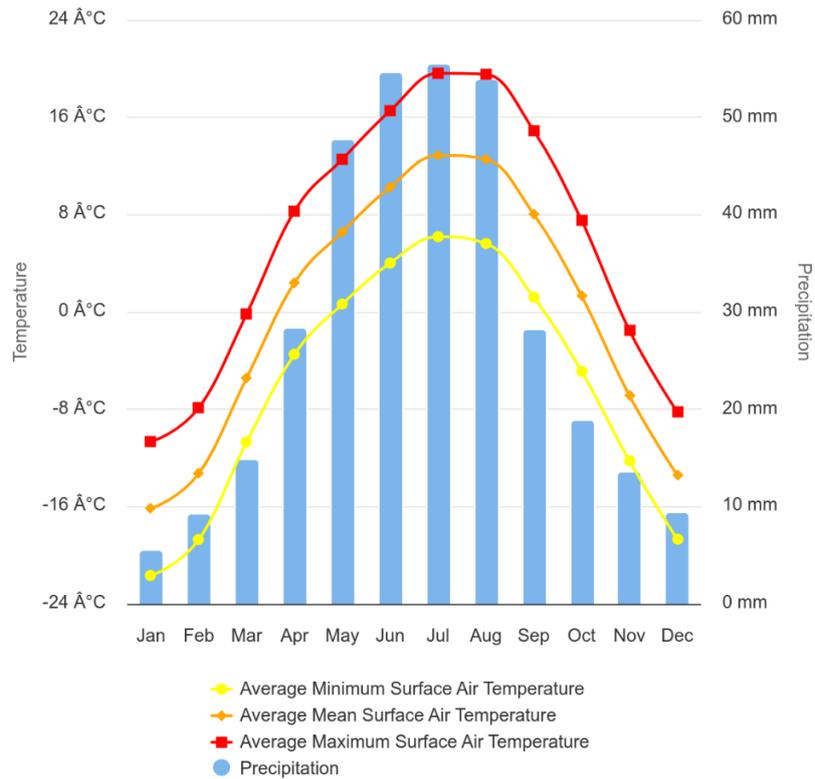


Рисунок 25. Месячная климатология Иссык-Кульской области с историческим климатом (1991-2022 гг.). будет проанализирована позже, в целях руководства.

Ожидается, что средняя температура увеличится на 5°C (SSP5-8.5, **Error! Reference source not found.**-слева), в виде осадков (от 870 до 950 мм/год, **Error! Reference source not found.**-справа). Однако, если говорить о сезонности, количество осадков в летний сезон может быть ниже, увеличиваясь только в остальное время года. Можно ожидать, что этот эффект будет благоприятным с точки зрения экстремальных событий, хотя рискованно экстраполировать его из среднего режима.

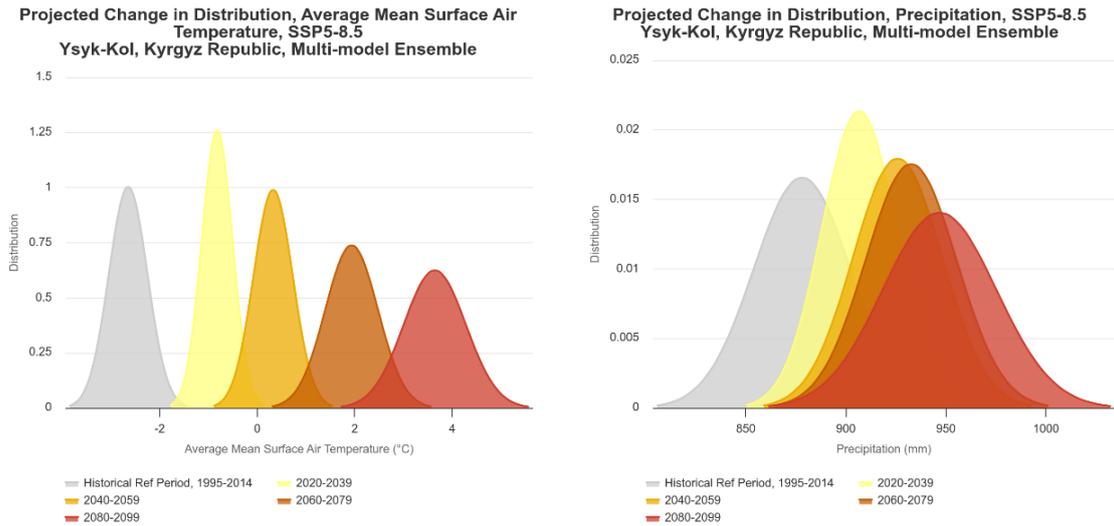


Рисунок 26. Изменения средней температуры поверхностного воздуха (слева) и осадков (справа) в Иссык-Кульской области.

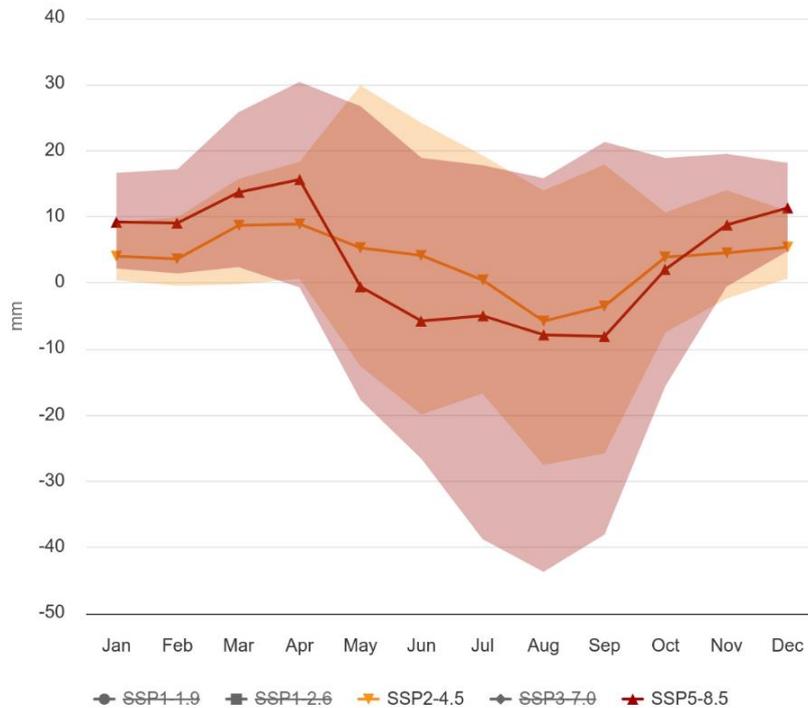


Рисунок 27. Аномалия месячных осадков в Иссык-Кульской области (2060-2079 гг.).

Ожидается, что наибольшее количество однодневных осадков увеличится в зависимости от модели и сценария, но их количество не превысит 35 мм/сутки, что меньше, чем в Чуйской области (см. **Error! Reference source not found.** и **Error! Reference source not found.**).

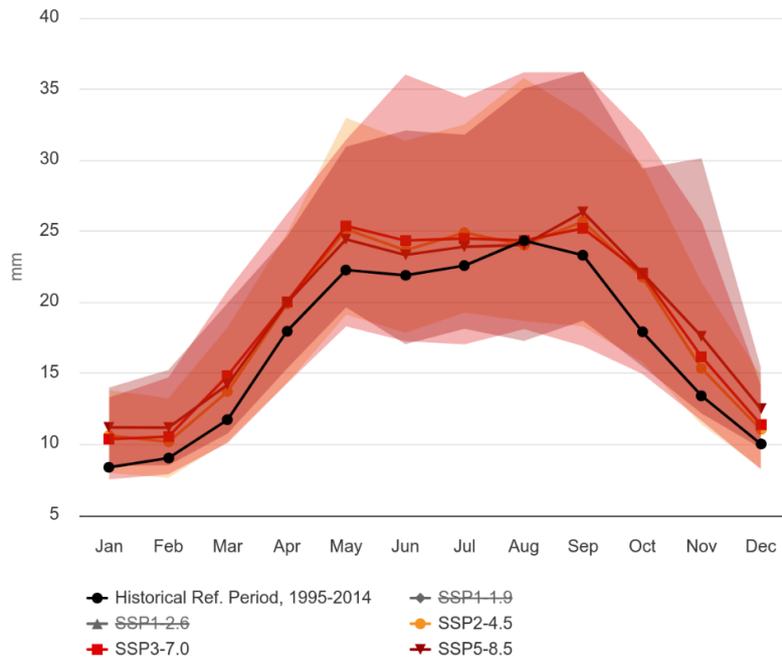


Рисунок 28. Среднее наибольшее количество осадков за 1 день в Иссык-Кульской области (2060-2079 гг.).

### 3.8.3. Первичная оценка влияния изменения климата на экстремальные потоки воды в реке Ала-Арча (Бишкек, Кыргызская Республика)

В разделе 3.1.3 мы показали прогнозируемое влияние изменения климата на температуру и количество осадков в районе Бишкека. Для анализа риска наводнений наиболее важной переменной является максимальное количество осадков за один день для различных периодов повторяемости, которое, как ожидается, увеличится. В этом разделе будет использовано несколько гипотез для анализа того, как это изменение количества осадков повлияет на экстремальные потоки в реке Ала-Арча. Эта река важна сама по себе, так как протекает через город Бишкек, без какого-либо значительного накопления или отвода вверх по течению (как в случае с рекой Аламедин), но также является репрезентативной с точки зрения площади и морфологии для многих небольших водосборов, текущих на север в регионе ЭКАБ. Можно ожидать, что любая обнаруженная тенденция в реке Ала-Арча с высокой вероятностью произойдет в прилегающих районах.

На основании исторических данных известно, что за последние 50 лет максимальный расход воды в этой реке составил около  $58 \text{ м}^3/\text{с}$ .<sup>15</sup>, который произошел в июле и августе. Эта цифра также подтверждается размерами поперечных сечений рек по всему городу, описанными в Первоначальном отчете по данному проекту. Несмотря на то, что гидрология водосбора Ала-Арчи очень сложна и включает в себя несколько взаимосвязанных явлений (динамика ледников, сезонное накопление и таяние снега, взаимодействие реки и водоносного горизонта, прямой перелив стока и т.д.), факты свидетельствуют о том, что, за исключением описанных ранее ледовых заторов «шуга», преобладание льда и снега на водосборе в течение большей части лет имеет тенденцию смягчать эпизоды экстремального стока. Именно в короткий летний сезон, когда большая часть снега сходит, а твердая вода составляет лишь небольшую часть (менее 10%) всей площади водосбора, наблюдаются пиковые сбросы, которые могут нанести ущерб. Кроме того, ожидается, что защита, обеспечиваемая льдом и снежным покровом в водосборном бассейне, по крайней мере с точки зрения риска наводнений, в течение значительной части года будет ослаблена из-за изменения климата, так как количество дней с температурой ниже  $0^\circ\text{C}$ , как ожидается, сократится вдвое, а периоды сильной жары, как ожидается, будут длиться дольше.

В летний сезон (в основном в июле и августе) водосбор Ала-Арчи можно в целом рассматривать как стандартный бассейн с точки зрения анализа паводков, в котором преобладают поверхностные стоки, учитывая его крутой уклон и низкую емкость водохранилища (из-за тонкой почвы и ограниченной растительности). Мы применим гидрологическую модель, основанную на событиях, для имитации нынешних пиковых расходов, а затем используем ее для оценки влияния нового режима осадков в условиях изменения климата. Такая модель будет сравниваться с имеющимися данными с использованием текущего климата.

Мы использовали недавно созданную глобальную базу данных<sup>16</sup> для получения значения CN<sup>17</sup> бассейна реки Ала-Арча, как показано на **Error! Reference source not**

---

<sup>15</sup> По данным метеорологического бюллетеня Кыргызгидромета, максимальные паводки приходятся на июль-август и могут достигать  $57,6 \text{ м}^3/\text{с}$ .

<sup>16</sup> Суджуд, Л.Х., Джаафар, Х.Х. Глобальное приложение и набор данных по динамическому стоку, основанный на ассимиляции данных GPM, SMAP и GCN250 по числовой кривой. *Sci Data* **9**, 706 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01834-0>

<sup>17</sup> Число кривых (CN) — это гидрологический параметр, используемый для оценки прямого стока или инфильтрации осадков. Он отражает потенциал поверхностного стока в данном

**found..** Среднее значение CN-II равно 80, что эквивалентна эффективной емкости почвы для хранения (S) 63,5 мм, на основе следующего уравнения (S в мм):

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

По данным Google Earth, общая площадь водосбора составляет 270 км<sup>2</sup>, общая длина - 66,8 км, средний уклон - 4%. Эти цифры могут меняться в зависимости от методологии и должны быть уточнены в будущих исследованиях, но могут быть приняты как разумные значения. Используя формулу Кирпича, время концентрации водосбора составляет 2,32 часа, что дает представление о доступном времени реагирования (времени опережения), которое можно получить с помощью системы раннего предупреждения.

Кривые интенсивности, продолжительности и частоты (ИПЧ) внезапных наводнений для стран Центральной Азии были разработаны в рамках программы «Укрепление финансовой устойчивости и ускорение снижения рисков в Центральной Азии»<sup>18</sup> ЕС, ВБ и GFDRR. Эти ИПЧ доступны для трех периодов продолжительности ливня: 3, 6 и 9 часов. Эти кривые могут быть подогнаны с высокой точностью с помощью логарифмического выражения и растянуты на более длительные периоды времени (до 24 часов), как показано на **Error! Reference source not found.** для Бишкека. Эти кривые ИПЧ значительно выше тех, которые предоставлены Климатическим порталом ВБ: на практике они увеличивают примерно на 50% глубину осадков для всех продолжительностей и периодов повторяемости. Мы будем использовать их здесь для получения наклона ИПЧ (который указывает на отношения между глубинами осадков, соответствующими разной продолжительности), но сохраняя общее количество осадков за 24 часа, как указано на Климатическом портале ВБ.

---

районе, принимая во внимание такие факторы, как землепользование, тип почвы и предшествующая влажность. Более высокое значение CN указывает на более высокий потенциал стока, тогда как более низкое значение предполагает большую инфильтрацию.

<sup>18</sup> <https://www.gfdr.org/en/program/SFRARR-Central-Asia>

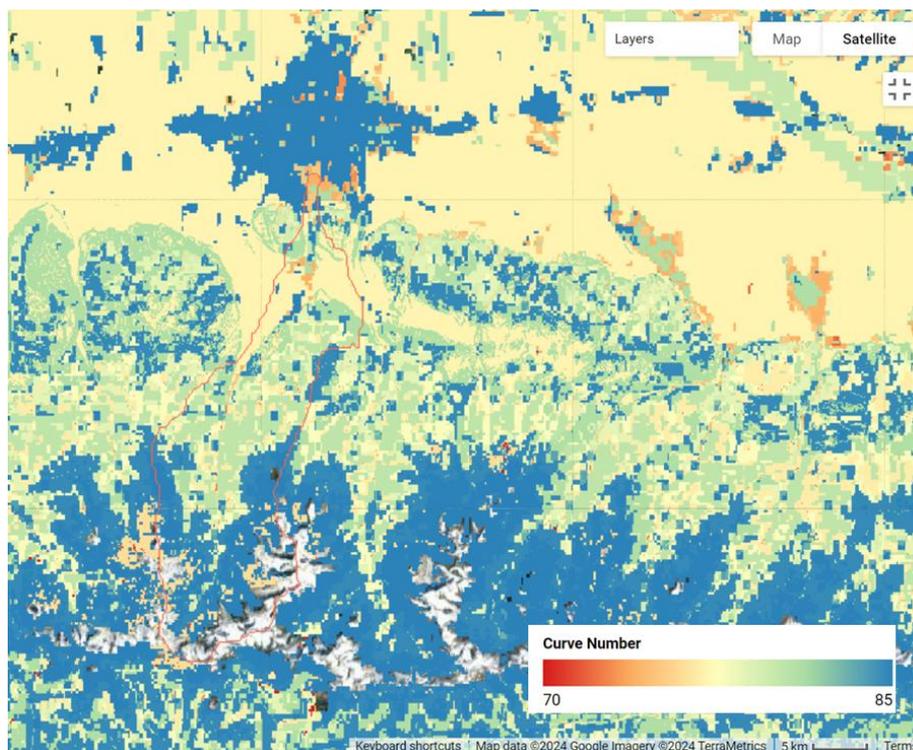


Рисунок 29. Число кривых в районе к югу от Бишкека, включая бассейн реки Ала-Арча. Источник: RGCN250: Глобальный калькулятор стоков. Изображение получено из Google Earth Engine.

В качестве гетограмм для периодов выпадения осадков мы будем применять колоколообразную кривую, заданную симметричной бета-функцией с параметрами  $a=b=3$ . Единственным параметром для настройки и запуска событийной гидрологической модели остается начальное увлажнение почвы; в данном случае оно выражается как коэффициент засушливости  $AR$  (коэффициент потенциального испарения,  $PET$ , и осадков,  $P$ ), соответствующий месяцу (30 дней) до события:

$$AR = \frac{\langle PET \rangle}{\langle P \rangle}$$

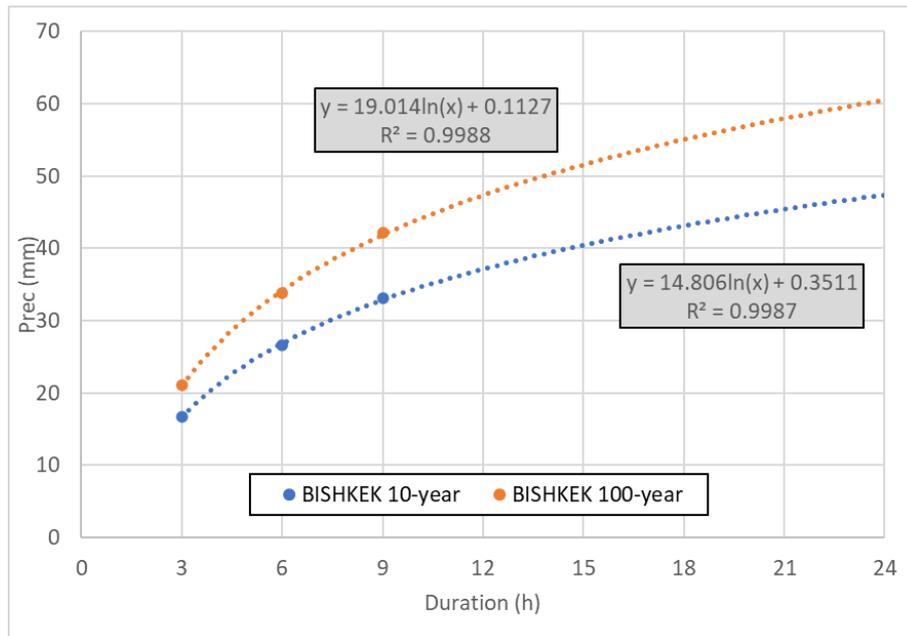


Рисунок 30. Кривые ИПЧ для Бишкек в условиях изменения климата (2061-2080 гг.) для SSP5-8.5.  
 Источник: собственная разработка с использованием данных ЕС, ВБ и GFDRR.

Где  $\langle X \rangle$  представляет собой накопленное значение переменной  $X$  за последние 30 дней. В летние месяцы (июль-сентябрь) средние предшествующие значения  $P$  и  $PET$  оцениваются на основе климограммы в 45 мм (1,5 мм/день) и 60 мм (2 мм/день) соответственно, что дает средний  $AR$  1,33. Используя всю эту информацию, мы запустили модель для штормов продолжительностью от 3 до 24 часов (с интервалом в 3 часа) и получили пиковый расход в каждом случае, используя как 10-летний ИПЧ, так и 100-летний ИПЧ. На **Error! Reference source not found.** в качестве примера показаны все смоделированные гидрограммы (отрицательная ось  $Y$ ) и соответствующие гидрографы (положительная ось  $Y$ ) для исторического климата и  $Tr=10$  лет. Окончательные результаты пиковых расходов для каждого шторма, включая исторические и SSP-5.8.5 для обоих периодов повторяемости, представлены на **Error! Reference source not found.**

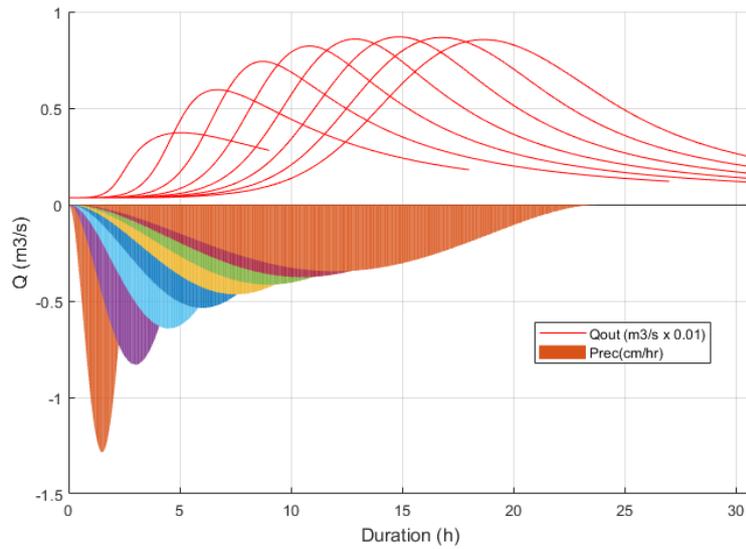


Рисунок 31. Гидрограммы (отрицательная ось Y) и соответствующие гидрографы (положительная ось Y) для штормов продолжительностью от 3 до 24 часов (с интервалом в 3 часа). Источник: собственная разработка

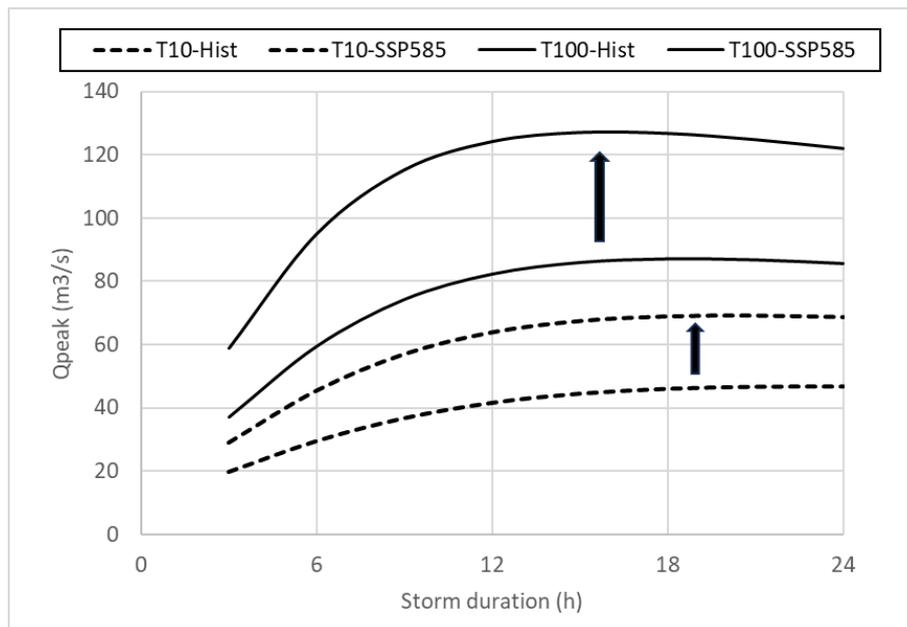


Рисунок 32. Пиковый расход гидрографа, вызванный ливневыми событиями с продолжительностью, выраженной на оси X и  $T_r=10, 100$  лет. Стрелка показывает увеличение пиковых расходов из-за изменения климата.

Общие пиковые расходы и относительное изменение в связи с изменением климата представлены **Error! Reference source not found.**, которая показывает, что пиковые

расходы воды в реке Ала-Арча могут увеличиться примерно на 50% из-за увеличения количества экстремальных осадков.

Таблица 1. Пиковые расходы и их относительное изменение в связи с изменением климата в реке Ала-Арча.

TR	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /s)		
	Исторический	SSP585	Вариация (%)
10-лет	46,8	69,1	47,7%
100-лет	86,9	126,9	46,0%

В результате этого исследовательского эксперимента, основанного на имеющейся информации и с некоторыми упрощающими предположениями, мы можем сделать следующие выводы:

- Согласно этой модели, максимальный исторически измеренный расход в 58 м<sup>3</sup>/с будет иметь период повторяемости 25–50 лет.
- Пиковые сбросы в реке Ала-Арча, протекающей через город Бишкек, могут увеличиться до 50% из-за изменения климата (2075, SSP5.85). Прогнозы содержат много неопределенностей, особенно для экстремальных значений в горных районах, но принцип предосторожности должен преобладать.
- Твердая вода (лед и снег в различных формах), хотя и не лишена своих проблем, может сдерживать быстрый сток и внезапные паводки, сокращая временной промежуток, в течение которого они могут происходить, и площадь водосбора, которая эффективно способствует их возникновению. По мере отступления ледников и сокращения снежного покрова до более короткого периода года ситуация может ухудшиться. Этот эффект будет усугубляться более интенсивными местными осадками из-за более высоких температур.
- Такое же поведение и потенциально опасные условия, описанные для реки Ала-Арча, могут возникнуть в соседнем водосборе с аналогичной планировкой и ориентацией, расположенном между Алматы и западной частью Бишкека.

- В засушливых или полувзасушливых регионах с низкой интенсивностью осадков начальные условия почвы (или влажность почвы) играют важную роль в определении пиковых расходов воды из-за шторма<sup>19</sup>. Это актуально с точки зрения системы раннего предупреждения, так как предшествующие осадки за определенный период (несколько дней) сравнительно легко измерить, и они весьма информативны относительно потенциального уровня опасности.

#### 3.8.4. Основные выводы о рисках наводнений в условиях изменения климата

Анализ рисков, представленный в предыдущих разделах, главным образом основан на вторичных источниках, за исключением применения событийной гидрологической модели в Бишкеке (река Ала-Арча) Раздела **Error! Reference source not found..** Большинство имеющихся карт рисков можно рассматривать как географический каталог прошлых событий с некоторой дополнительной проработкой; многие из этих карт основаны на материалах, созданных в советское время, с дополнениями и изменениями. Советский подход к анализу рисков был в целом строгим и основывался на концептуальных моделях, подкрепленных полевыми наблюдениями, но не мог использовать современные компьютерные модели и данные дистанционного зондирования. Это привело к отсутствию количественных результатов; например, речные стоки не характеризуются периодом повторяемости, и поэтому нет очевидных критериев выбора проектного расхода для нового моста или водного сооружения; в примере с рекой Ала-Арча единственные цифры, отражающие максимальные паводки, не согласуются между различными источниками и представлены как исторические максимумы, по-видимому, измеренные в 1950-х годах. Эта ситуация становится все более тревожной по мере того, как меняется климат, и прошлые события больше не являются указанием на новые экстремальные ситуации, которые могут произойти; экономически эффективная разработка мер адаптации явно затруднена такими ограничениями.

Наводнения во всех их проявлениях (внезапные паводки, затопления, сели, подтопления, ледяные заторы и т.д.) наблюдались в нескольких местах региона ЭКАБ,

---

<sup>19</sup> Мерой относительной важности этого фактора является отношение максимально возможного количества осадков за один день к средней эффективной емкости почвы. В регионе ЭКАБ этот коэффициент составляет около 0,8-1.

но пока не представляли реальной угрозы социально-экономическому развитию. Исходя из исторических данных, они должны быть в повестке дня крупных городов и некоторых конкретных районов, но, возможно, не на самом высоком уровне. При этом необходимо улучшить текущие наблюдательные сети, инструменты анализа рисков и возможности преодоления последствий, чтобы уменьшить последствия будущих катастроф.

При этом феномен изменения климата может изменить обнадеживающую концепцию «бизнес как обычно» и сделать недействительной стратегию, основанную на незначительных корректировках. Последние модели (CMIP6) прогнозируют значительное повышение средних температур по всему региону, что приведет к сокращению количества твердой воды (льда и снега) и увеличению способности воздуха удерживать и выделять жидкую воду; количество осадков, напротив, может немного увеличиться. Учитывая высокий уклон и быструю реакцию рек, стекающих с хребта Тянь-Шаня, существует высокая вероятность того, что пиковые расходы в нижнем течении могут стать значительно выше. В примере из предыдущего раздела такое увеличение оценивалось примерно в 50% для реки Ала-Арча, но здесь есть много неопределенностей, начиная с климата на больших высотах и местных орографических эффектов. В этих условиях рекомендуемый подход представляет собой сочетание тщательного наблюдения и анализа гидроклиматических переменных на разных участках с применением принципа предосторожности и стратегий «без сожалений».<sup>20</sup>

На **Error! Reference source not found.** показано качественное представление сезонной эволюции уровней риска в регионе ЭКАБ с учетом наиболее значимых типов процессов, с учетом исторического климата и медианного значения сценариев изменения климата на период 2060-80 годы. Можно видеть, что многие из существующих рисков остаются активными в будущих условиях, хотя и с фазовым смещением, вызванным повышением температуры. Внезапные наводнения, ПЛО и сели могут иметь более продолжительный сезон, возможно, с более острыми событиями из-за более высокой интенсивности осадков. В целом, общая картина

---

<sup>20</sup> Меры, которые не ухудшают уязвимость к изменению климата или повышают адаптивные возможности, а также меры, которые всегда будут оказывать положительное влияние на средства к существованию и экосистемы независимо от того, как меняется климат.

свидетельствует о том, что в ближайшие десятилетия опасность наводнений в регионе ЭКАБ будет иметь тенденцию к усилению.

		Jan	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
River floods	Hist												
	2060-80												
Flash floods	Hist												
	2060-80												
GLOFs	Hist												
	2060-80												
Pluvial+GW floods	Hist												
	2060-80												
Mudflows	Hist												
	2060-80												
Ice jams and shuga	Hist												
	2060-80												
Landslides	Hist												
	2060-80												
TOTAL	Hist												
	2060-80												

Рисунок 33. Условная эволюция сезонности рисков, связанных с водой, в регионе ЭКАБ, от исторического климата до прогнозов ИК на 2060-80 гг. Желтый и красный цвета обозначают умеренный и высокий качественный риск соответственно. Источник: собственная разработка

## 4. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Желтый и красный цвета обозначают умеренный и высокий качественный риск соответственно. Эти меры были определены после консультаций с заинтересованными сторонами и с учетом как требований ТЗ, так и потребностей региона. Базовая оценка и общая оценка рисков были рассмотрены с учетом потребностей региона ЭКАБ.

Подход будет следующим:

- В первых разделах будет представлен предлагаемый подход как к системе раннего предупреждения, так и к другим мерам смягчения последствий.
- Подход к системам раннего предупреждения будет описан для каждого явления и для обеих стран.
- Меры по смягчению последствий будут представлены для более конкретных областей с целью устранения конкретных опасных явлений в регионе ЭКАБ.
- После описания мероприятий будет включен раздел с ориентировочной стоимостью, а также рекомендации по реализации предлагаемых мер.

## 5. СИСТЕМЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

В следующих разделах будут изложены предлагаемые рекомендации для систем раннего предупреждения. В этом случае будет использован подход, основанный на опасных явлениях, с описанием рекомендаций для компонентов знаний о рисках, мониторинга и предупреждения. В отдельных разделах будут описаны два других компонента - коммуникация и распространение информации, а также готовность и реагирование. По возможности будет также применяться подход, учитывающий множественные опасности, например, рекомендация о развертывании станции мониторинга погоды может охватывать несколько опасных явлений.

Следует добавить, что будет рекомендовано максимально использовать существующую инфраструктуру и институциональную структуру, хотя и с учетом ограничений, изложенных в разделе базовой оценки.

В дополнение к этому, хотя это может выходить за рамки данного задания, по возможности будут рассматриваться предложения по институциональному оформлению предлагаемых мер. Так, например, будет предложена организация, которой рекомендуется отвечать за обслуживание и эксплуатацию конкретной наблюдательной станции.

Настоятельно рекомендуется наладить сотрудничество и координацию между соответствующими заинтересованными сторонами как внутри двух стран, так и между ними. Однако команда консультантов осознает связанные с этим ограничения. Кроме того, учитывая существование ЦЧССРСБ и их роль в укреплении сотрудничества между всеми странами Центральной Азии, в некоторых случаях будет предложено, чтобы ЦЧССРСБ взял на себя координацию. Все это будет подробно описано в следующих разделах.

### 5.1. Наводнения

Для усиления СРП при наводнениях предлагается следующее.

#### 5.1.1. Информация о рисках

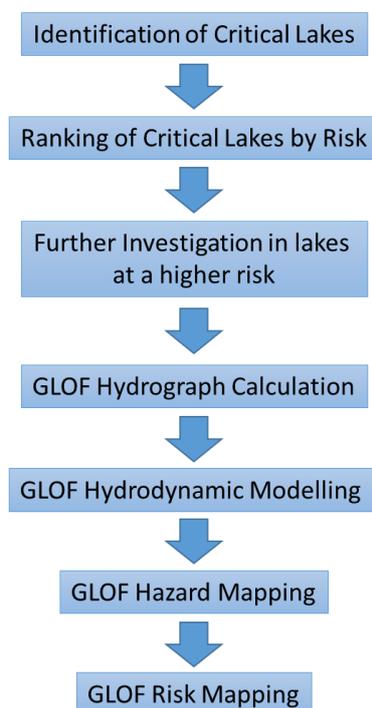
Как отмечалось выше, систематическая оценка риска наводнений в регионе ЭКАБ не проводится ни в Кыргызской Республике, ни в Казахстане. Однако ожидается, что ЦЧССРСБ проведет эту оценку с помощью своего Паспорта цифровой безопасности

и Атласа чрезвычайных ситуаций. Однако неясно, каким будет подход и уровень детализации этой оценки. Таким образом, предлагается провести оценку подтопления ледниковых озер в результате ПЛО.

#### *Оценка риска ПЛО (Мера 1)*

В регионе ЭКАБ имеется несколько ледниковых озер, как в Кыргызской Республике, так и в Казахстане, и из-за изменения климата они представляют значительную угрозу для населения и инфраструктуры ниже по течению.

Для оценки риска ПЛО предлагается следующая методология (Рисунок 34).



*Рисунок 34. Методология картирования рисков ПЛО.*

- Выявление критических озер: первым этапом оценки риска будет выявление критических озер. Оно будет основано на каталоге ледниковых озер, который будет составлен на раннем этапе оценки. Для составления этого каталога озер необходимо объединить имеющуюся информацию со спутниковыми данными, полученными с помощью последних имеющихся снимков. Для сбора всех данных предлагаются ресурсы ГИС.
- Ранжирование критических озер по уровню риска: предлагается проводить ранжирование озер с учетом площади поверхности озера и информации о

глубине (если таковая имеется). Все озера площадью менее 0,05 км<sup>2</sup> не следует далее рассматривать при оценке ввиду ожидаемого ограниченного воздействия, которое они могут оказать.

- Дальнейшие исследования в озерах с повышенным риском:
- Расчет гидрографа ПЛО: Для моделирования потенциального прорыва морены, приводящего к ПЛО, предлагается использовать комбинацию инструментов анализа прорыва морены. Для того чтобы иметь возможность получить результаты для различных вероятностей, что является одним из требований для последующего анализа риска, предполагается, что ПЛО будет вызван либо интенсивным дождем (и связанным с ним повышением уровня воды в озере), либо падением обломков или частей ледника в озеро. Поэтому в процессе расчета гидрографа ПЛО будет смоделировано повышение уровня воды в озере. Затем различные вероятности можно оценить, используя различные высоты уровня воды над нормальным уровнем воды в озере (например, 0,0, 0,5, 1,0 и 1,5 м).

Что касается инструментов, которые следует использовать для расчета гидрографа, то, во-первых, форму, окончательный размер и время разрушения прорыва можно оценить с помощью эмпирических уравнений. Время разрушения - это время, необходимое для полного развития прорыва от начального прорыва до конца бокового расширения (Фрелих, 2008 г.).

В литературе имеется ряд эмпирических уравнений прорыва плотины. Однако изначально предлагаются уравнения, разработанные Фрелихом (2008 г.). Это связано с тем, что в предыдущих исследованиях (Вал, 2004 г.) было обнаружено, что уравнения Фрелиха имеют самую низкую неопределенность среди большого количества изученных уравнений, и они также успешно применялись при разрушении земляных насыпей. Уравнения Фрелиха можно использовать для прогнозирования ширины прорыва, времени разрушения и пикового расхода. Для оценки пригодности подхода Фрелиха можно использовать ряд других эмпирических методов.

Уравнения Фрелиха дают оценку пиковых параметров прорыва и времени до пика, но для моделирования затопления ниже по течению необходим полный гидрограф прорыва. Для получения полных гидрографов прорыва рекомендуется использовать физическую модель прорыва плотины, например, модель прорыва плотины HEC-RAS. Результаты модели прорыва

плотины будут скорректированы для соответствия пиковым значениям расхода, рассчитанным с помощью эмпирического подхода.

- Гидродинамическое моделирование ПЛО: Следующим этапом оценки будет использование гидродинамической модели для маршрутизации гидрографов, полученных на первом этапе. Двумерный подход должен использоваться для определения уровней воды и расхода вдоль всей области ниже по течению соответствующих озер и моренных плотин. Основными входными данными, необходимыми для гидродинамического моделирования, являются цифровая модель рельефа (ЦМР), и для этого рекомендуется использовать ЦМР высокого разрешения.

Модель, которая будет реализована, должна быть полной 2D-моделью с модельным доменом, охватывающим всю интересующую область от моренной плотины до места, где воздействие от ПЛО больше не является значительным. Чтобы определить это местоположение, модель должна быть расширена на значительное расстояние от ПЛО, и результаты на границе будут проверены. Если значительный уровень воды все еще прогнозируется на границе ниже по течению, модель должна быть расширена ниже по течению.

- Картографирование опасностей ПЛО: Результаты гидродинамической модели должны быть представлены и доставлены в цифровом формате ГИС, чтобы их можно было использовать для создания любого типа твердой или цифровой копии карты. Должны быть получены следующие переменные:
  - Высота поверхности воды
  - Глубина воды
  - Скорость воды
  - Время пикового прибытия
  - Продолжительность наводнения
- Картирование рисков ПЛО: Кроме того, результаты оценки опасностей и картографирование следует сочетать с физическими и социально-экономическими данными. Для объединения данных об опасностях и требуемых данных о рисках для создания карт рисков следует внедрить модель риска на основе ГИС.

Рекомендуется привлечь консалтинговую компанию для выполнения этой работы в сотрудничестве с местными заинтересованными сторонами, включая мероприятия по наращиванию потенциала.

### 5.1.2. Мониторинг и предупреждение

Компонент мониторинга и предупреждения об опасности наводнения учитывает следующее:

#### *Оценка гидрологических и гидродинамических характеристик реки Чу и переноса наносов*

Река Чу берет начало в Тянь-Шане в месте слияния рек Джуванарык и Кочкор. Она течет на север через ущелье Боом, за которым в нее впадает Чон-Кемин; затем она течет на северо-запад через плодородную Чуйскую долину, в которой большая часть ее воды используется для орошения, прежде чем окончательно исчезнуть в песках пустыни Мойынкум. Река служит границей между Кыргызской Республикой и Казахстаном протяженностью в 221 километр (Рисунок 35).



Рисунок 35. Река Чу

В последние годы были отдельные случаи эрозии реки Чу на границе между Казахстаном и Кыргызской Республикой, в результате чего были уничтожены

некоторые фермы и смещена приграничная территория. Об этом ежегодно сообщается в отчетах Департамента мониторинга стихийных бедствий Кыргызской Республики (Рисунок 36).

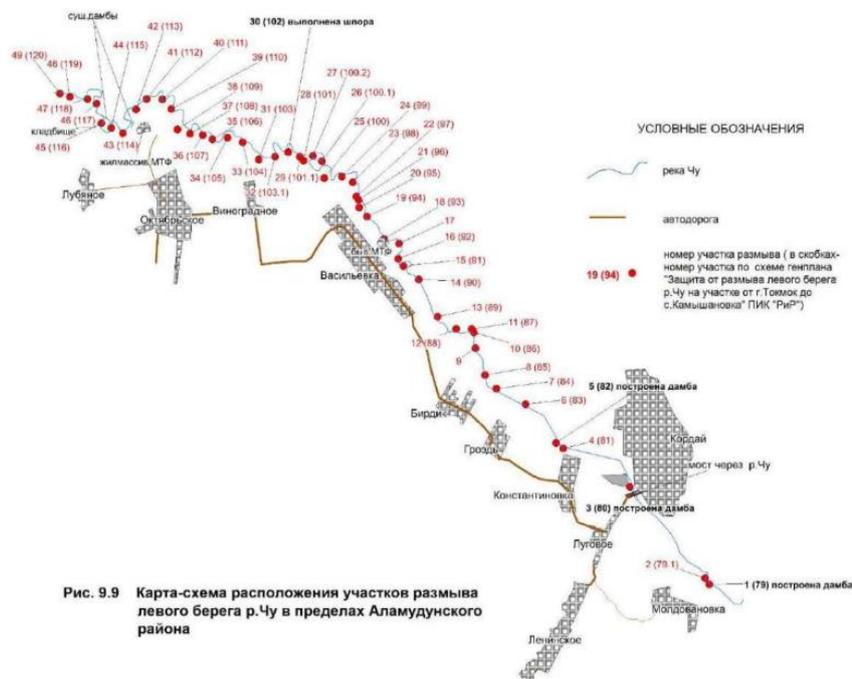


Рисунок 36. Места эрозии на реке Чу<sup>17</sup>.

Причины этих интенсивных эпизодов эрозии на данный момент неизвестны, так как перенос осадочных пород и морфодинамические процессы могут быть вызваны сочетанием причин. Поэтому, учитывая значительное влияние этих процессов, рекомендуется провести полное исследование, чтобы понять всю динамику наносов в этой реке. Хотя эту меру можно было бы включить в меры по оценке риска или даже в меры по смягчению последствий в разделе 6, она была включена в меры по мониторингу и предупреждению в рамках риска наводнения из-за сопутствующего мониторинга, который потребует, а также из-за продуктов должны быть получены в результате этой оценки.

Предлагаемая методология показана ниже (Рисунок 37).

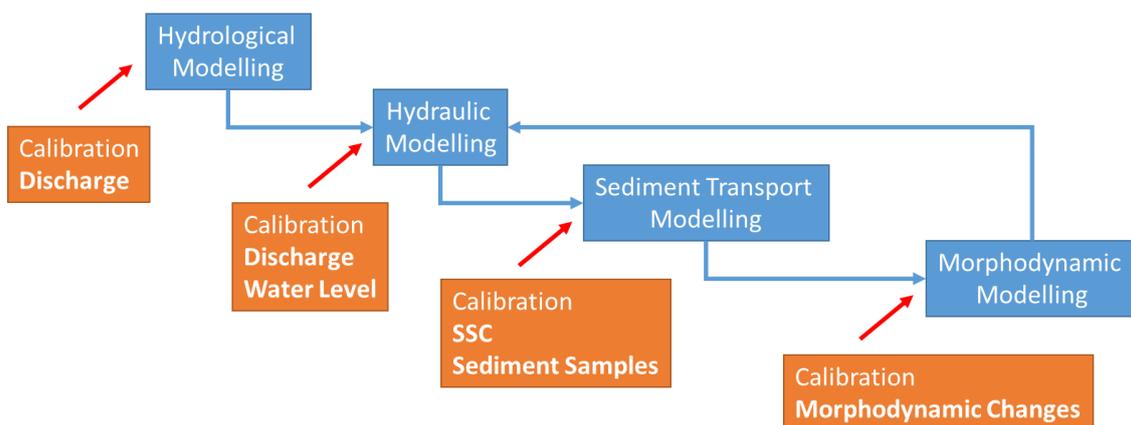


Рисунок 37. Методология моделирования (SSC = концентрация взвешенных осадков).

В целом, оценка переноса наносов и морфодинамики должна основываться на следующих моделях:

- Гидрологическая модель: в гидрологической модели будут использованы метеорологические данные для предоставления информации о расходе воды по всей исследуемой территории.
- Гидравлическая модель: гидравлическая модель будет реализована на всей исследуемой территории и будет использовать информацию из гидрологической модели и батиметрии для предоставления данных об уровне воды, расходе воды, скорости воды и касательном напряжении вдоль всего интересующего водотока.
- Модель переноса наносов: модель переноса наносов будет использовать информацию из гидравлической модели для предоставления информации о динамике наносов и их перемещении вдоль водотока. Эта модель будет описывать процессы ресуспендирования, осаждения и переноса.
- Морфодинамическая модель: морфодинамическая модель обновляет батиметрию, используемую в гидравлической модели и модели переноса осадков, используя информацию из модели переноса осадков. Процессы эрозии и осаждения будут полностью описаны, а батиметрия будет обновляться на каждом временном шаге в зависимости от имеющейся информации.

Для проведения этого исследования необходимы некоторые данные. Рекомендуется следующее:

- Метеорологические станции размещены в районе исследования. Количество метеорологических станций в бассейне реки Чу недостаточно. Более подробно это будет описано в разделе ниже. Хотя нет необходимости содержать эти станции в течение длительного времени, если они используются только для оценки, рекомендуется, чтобы эти станции были развернуты на неопределенный срок и обслуживались соответствующими гидрометеорологическими агентствами, включая протокол обмена данными.
- Гидрологические станции размещены в районе исследования. В бассейне реки Чу недостаточно гидрологических станций. Более подробно это будет описано в разделе ниже. Хотя нет необходимости содержать эти станции в течение длительного времени, если они используются только для оценки, рекомендуется, чтобы эти станции были развернуты на неопределенный срок и обслуживались соответствующими гидрометеорологическими агентствами, включая протокол обмена данными.
- Кроме того, рекомендуется проводить кампании по исследованию наносов в течение заранее определенного периода, чтобы собрать дополнительную информацию для калибровки и валидации моделей.
- Также рекомендуется провести батиметрическую кампанию с целью обследования русла реки Чу.
- Наконец, для проверки морфодинамической модели рекомендуется использовать спутниковые снимки.

В дополнение к этому и принимая во внимание результаты оценки, можно рекомендовать следующее:

- Реализовать гидрологическую и прогнозную модель паводков реки Чу. Хотя паводковые явления на реке Чу не представляют существенного риска, внедрение этих моделей прогнозирования принесет ряд преимуществ:
  - Модели прогнозирования позволят определить любые потенциальные наводнения или высокие расходы воды в реке Чу. Хотя на реке Чу, возможно, и нет значительных объектов, подверженных риску затопления, это будет дополнительно выяснено в ходе оценки; кроме того, случаи сильного сброса воды приведут к сильным явлениям эрозии.

- Модели прогнозирования предоставят информацию об уровнях воды в реке Чу. Уровень воды может оказать влияние на впадающие в него реки.
  - Информация из гидрологической модели будет очень ценной для управления водными ресурсами.
- Разработать меры по смягчению последствий. Они более подробно будут представлены в разделе 6, но ожидается, что результаты оценки прояснят причины возникновения эрозионных явлений и выявят критические и ключевые области для укрепления.

Рекомендуется, чтобы такую оценку проводила международная консалтинговая компания, имеющая опыт выполнения аналогичных заданий.

#### *Укрепление сети мониторинга погоды*

Как было отмечено выше, рекомендуется увеличить количество метеостанций в регионе ЭКАБ. Это объясняется недостаточным количеством станций в соответствии с рекомендациями ВМО. (Таблица 2).

*Таблица 2. Рекомендуемая минимальная плотность станций (площадь в км<sup>2</sup> на станцию)<sup>21</sup>.*

Физико-географическая единица	Осадки		Поток
	<i>Без записи</i>	<i>С записью</i>	
Прибрежный район	900	9,000	2,750
Горы	250	2,500	1,000
Внутренние равнины	575	5,750	1,875
Холмистый/ Волнообразный район	575	5,750	1,875
Малые острова	25	250	300
Городские районы		10-20	-
Полярный/засушливый	10,000	100,000	100,000

Поэтому рекомендуется установить еще 10 станций. Предлагается развернуть пять станций в Казахстане и пять - в Кыргызской Республике. Предлагаемые места показаны ниже на Рисунок 38.

<sup>21</sup> WMO-No.8, WMO-No.100, WMO-No. 168, WMO/TD-No. 1430

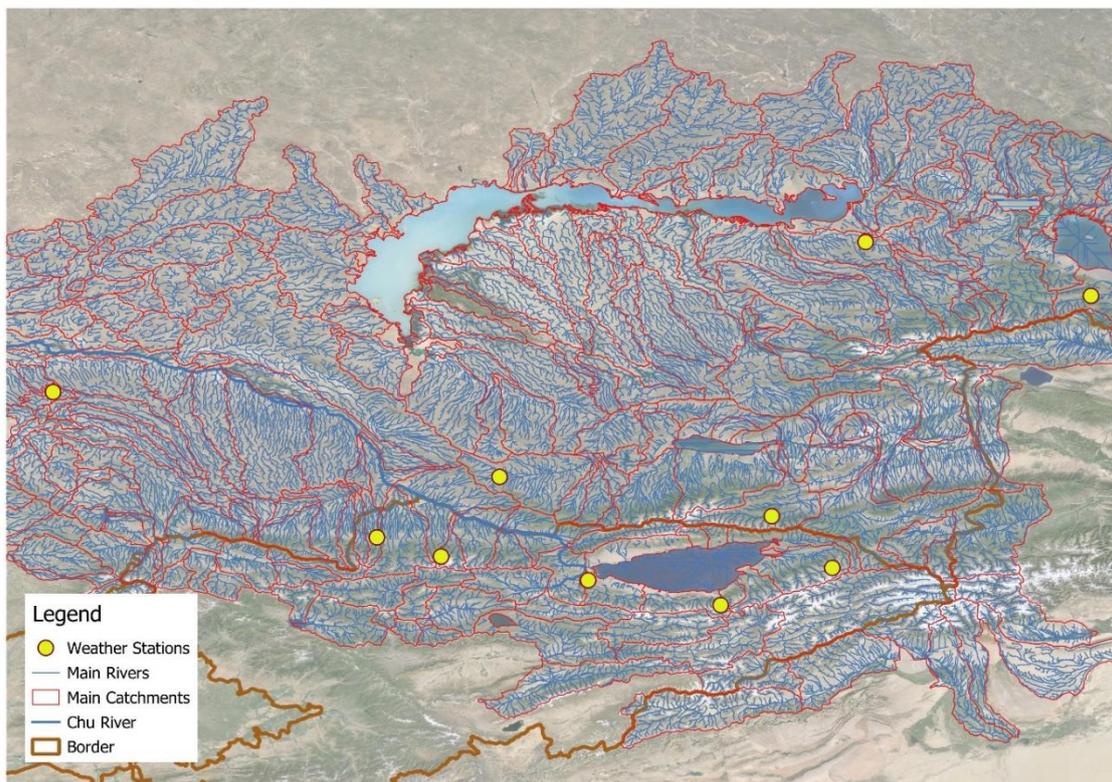


Рисунок 38. Предлагаемые места расположения метеостанций.

Предполагаемое расположение этих станций также показано в Таблица 3.

Таблица 3. Предлагаемые места для метеостанций.

№	Страна	Широта	Долгота
1	Казахстан	43,47	75,14
2	Казахстан	46,13	79,26
3	Казахстан	45,52	81,79
4	Казахстан	43,02	78,2
5	Казахстан	44,43	70,11
6	Кыргызская Республика	42,44	78,88
7	Кыргызская Республика	42,57	74,48
8	Кыргызская Республика	42,3	76,13
9	Кыргызская Республика	42,78	73,76
10	Кыргызская Республика	42,01	77,63

Следует отметить, что рекомендуются автоматические станции. Хотя, например, Кыргызгидромет отдал предпочтение ручным станциям, их полезность для целей СРПМОЯ сомнительна. Основной причиной такого предпочтения является нехватка ресурсов на техническое обслуживание, поэтому в рамках данного предложения по СРПМОЯ будет предложено выделить ресурсы на техническое обслуживание.

Следует добавить, что ожидается, что новые автоматические метеостанции будут использоваться для обнаружения различных опасных явлений в соответствии с подходом СРПМОЯ, включая наводнения, сели и оползни.

#### *Укрепление сети гидрологического мониторинга (Мера 4)*

Предлагаются следующие гидрологические станции:

- Четыре станции на реке Чу: эти станции будут служить нескольким целям, хотя первоначально они будут развернуты для получения информации для меры по Оценке переноса наносов на реке Чу. Расположение этих станций показано ниже (Таблица 4 и Рисунок 39).

*Таблица 4. Предполагаемые места расположения гидрологических станций на реке Чу.*

№	Страна	Широта	Долгота
1	Кыргызская Республика	42,65	75,87
3	Граница	42,85	75,32
2	Граница	43,02	74,71
4	Казахстан	43,28	74,2

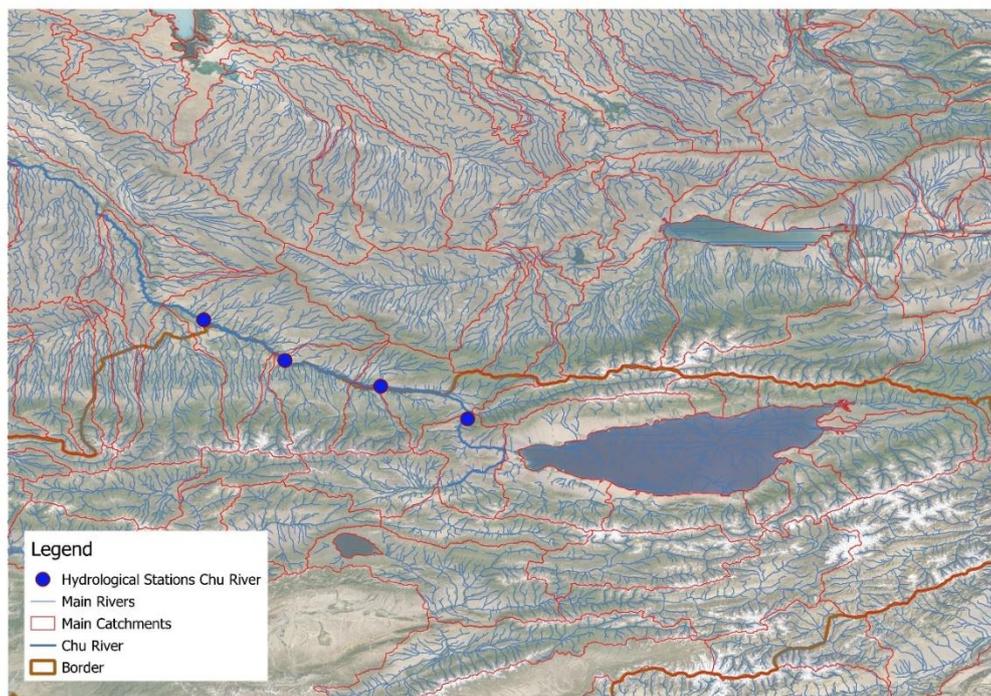


Рисунок 39. Места расположения станций на реке Чу.

- Гидрологические станции на реках выше Алматы, Бишкека и прилегающих территорий: выше Алматы и Бишкека, а также на аналогичных реках вдоль этих горных хребтов имеется несколько рек, которые представляют значительную угрозу для этих двух городов, а также для других населенных пунктов. Поэтому, чтобы лучше понять эти реки и иметь возможность обеспечить раннее предупреждение, предлагается разместить 5 станций выше по течению от каждого из городов в местах, показанных в Таблица 5 и на Рисунок 40.

Таблица 5. Предлагаемые места размещения гидрологических станций.

№	Страна	Широта	Долгота
1	Кыргызская Республика	42,67	74,52
2	Кыргызская Республика	42,73	74,8
3	Кыргызская Республика	42,7	75,04
4	Кыргызская Республика	42,6	75,41
5	Кыргызская Республика	42,63	75,14
6	Казахстан	43,05	76,37
7	Казахстан	43,1	76,61
8	Казахстан	43,12	76,91
9	Казахстан	43,18	77,02

10	Казахстан	43,07	76,07
----	-----------	-------	-------

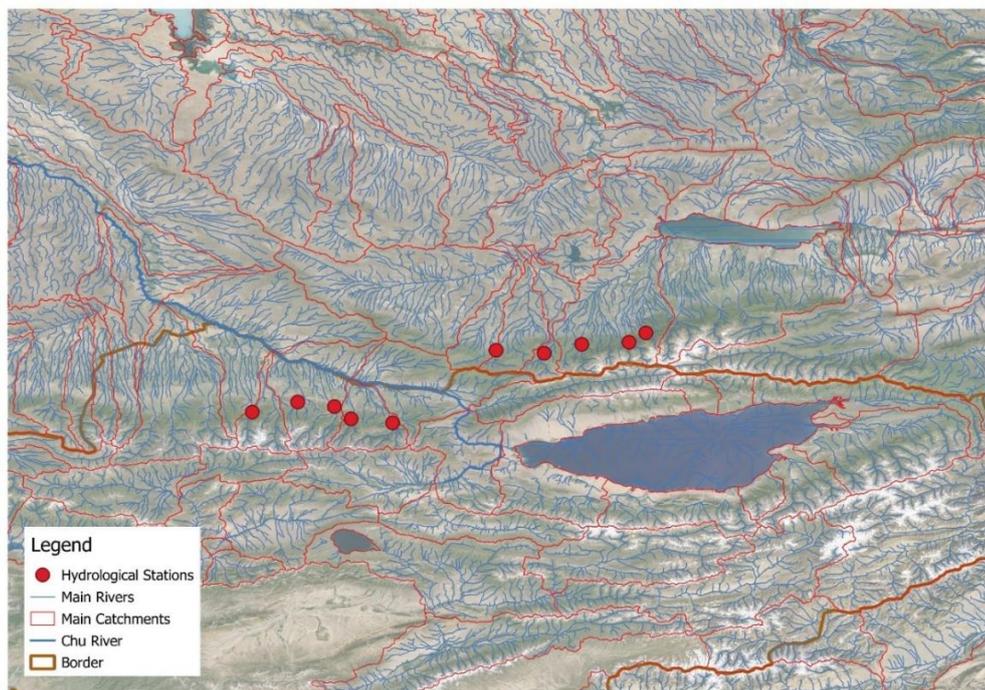


Рисунок 40. Места расположения гидрологических станций.

Что касается метеорологических станций, настоятельно рекомендуется, чтобы развертываемые гидрологические станции были автоматическими, и поэтому бюджет на техническое обслуживание будет включен в стоимость, описанную ниже.

Следует добавить, что ожидается, что новые автоматические гидрологические станции будут использоваться для обнаружения различных опасных явлений в соответствии с подходом СРПМОЯ, включая наводнения и оползни.

## 5.2. Сель

Для селевого СРП предлагается следующее.

### 5.2.1. Мониторинг и предупреждение

#### *Локальный мониторинг селей (Мера 5)*

Локальное предупреждение и мониторинг селей будут основываться на сочетании оборудования и мониторинга, полученных в ходе мониторинга наводнений, а также на использовании дополнительного оборудования.

Важно различать несколько типов потоков (Рисунок 41), а также учитывать, что внедряемая система прогнозирования будет направлена на прогнозирование любых опасных явлений, связанных с гидрометеорологическими явлениями:

- Наводнения: Наводнение — это экстремальное событие, которое может привести к серьезным разрушениям имущества, сельского хозяйства и ферм, а также к гибели людей. Термин «наводнение» обозначает потенциально разрушительное обилие воды в обычно сухом месте. Следует отметить, что в большинстве случаев паводковые воды содержат осадки во взвешенном состоянии, в основном из-за того, что они протекают по ранее сухой территории, где осадки и материалы находятся в «рыхлом» состоянии. С технической точки зрения, и более конкретно для данного проекта, паводок - это прежде всего «чистая» вода, или вода с очень небольшим количеством взвешенных частиц.
- Внезапное наводнение (внезапный паводок) обычно определяется как быстро наступающее наводнение небольшой продолжительности с относительно высоким пиковым расходом воды. Сочетание большого количества осадков с быстрыми и часто эффективными процессами образования стока характерно для большинства случаев внезапных паводков. Такие наводнения часто связаны с сильными конвективными штормами небольшой продолжительности, проходящими на небольшой территории. Внезапные паводки могут произойти практически в любой местности, где есть крутые склоны. Внезапные паводки случаются в горных реках и верхних притоках с относительно небольшой площадью водосбора. Малые водосборы имеют меньшие объемы хранения, поэтому вода выводится из водосбора быстрее (обычно в течение шести часов) и в большем объеме на единицу площади, чем более крупные водосборы. Следует отметить, что накопление обильных осадков является необходимым, но не всегда достаточным условием для возникновения внезапных наводнений (Модрик и др., 2015 г.).
- Селевые потоки обычно представляют собой гиперконцентрацию несвязных частиц, таких как песок, демонстрирующих очень текучее поведение и являющихся турбулентными по своей природе. Они очень похожи на чистые паводки, причем сопротивление потока зависит и от шероховатости дна (Жюльен и Леон, 2000 г.). Грязевые паводки обычно возникают в дренажных

каналах и на аллювиальных конусах выноса, прилегающих к горным районам, хотя они могут возникать и на поймах рек.

- Сели: сели можно охарактеризовать как потоки с достаточно высокой концентрацией ила и глины, изменяющей свойства потока. Следует отметить, что ил и глина — это материалы, обычно определяемые как осадочные частицы размером менее 0,0625 мм. Таким образом, сели ведут себя как очень вязкая жидкая масса, которая может перемещаться на большие расстояния по пологим склонам с малой скоростью (Жюльен и Леон, 2000 г.). Сели могут быть ограничены дренажными каналами или могут возникать без ограничений на склонах холмов.
- Грязекаменные потоки: грязекаменными потоками обычно называют смесь различных крупных материалов, таких как валуны и древесные обломки, в которой основным механизмом течения является смазанное межчастичное столкновение (Жюльен и Леон, 2000 г.).

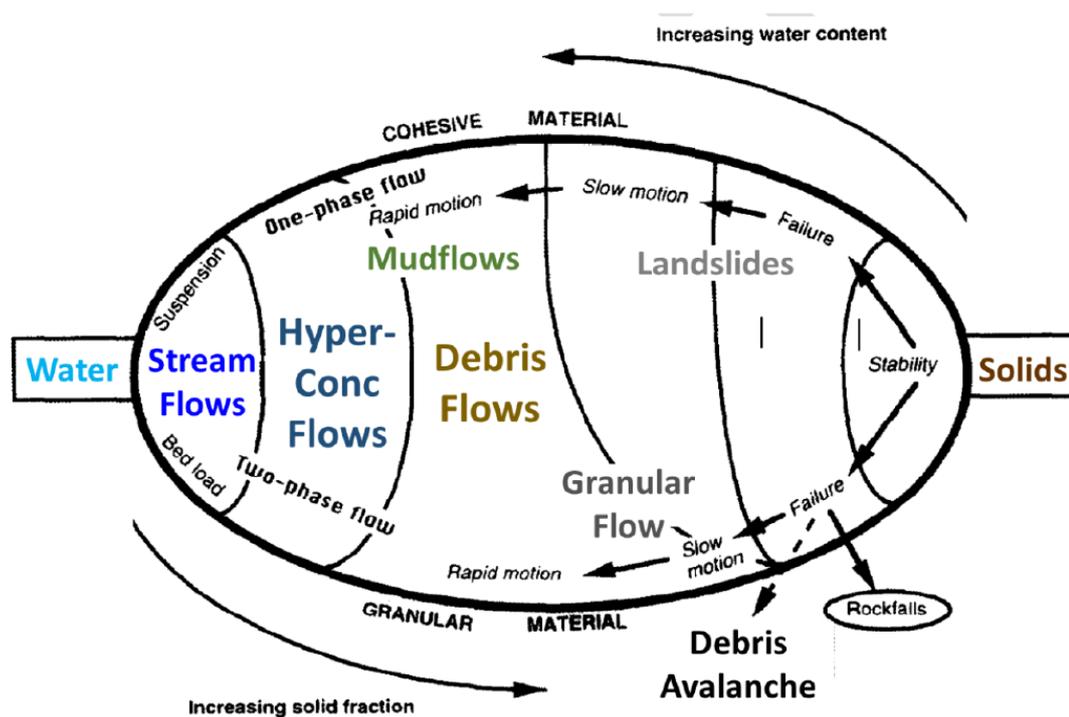


Рисунок 41. Тип потоков (модифицировано из работы Жюльена и Леона, 2000 г.).

Система прогнозирования различных опасных явлений должна учитывать любое значимое событие, которое может быть идентифицировано либо системой мониторинга, либо системой прогнозирования. В случае с селями и паводками

следует отметить, что зачастую прогнозирование селей осуществляется с использованием ресурсов прогнозирования наводнений, так как триггеры очень схожи, а также потому, что природа событий также схожа, как говорилось выше. По этому поводу есть несколько соображений:

- Сели с низким содержанием материала можно прогнозировать с помощью системы прогнозирования наводнений и описанного ранее оборудования для мониторинга наводнений. В этой связи следует отметить, что большинство внезапных наводнений, например, имеют высокую концентрацию материала и иногда могут рассматриваться как сели.
- Сели с более высокой концентрацией материала также можно идентифицировать как сели особенно если материал более крупный, чем в том, что обычно называют селями. В этом случае подход к прогнозированию иной, а подход, основанный на прогнозировании наводнений, несостоятелен.

После того как система прогнозирования наводнений предсказала событие, нет информации о содержании твердых частиц в событии, но есть информация о содержании воды. Это может повлиять на сток, но в большинстве случаев влияние будет незначительным.

Поэтому предлагается следующее:

- Предлагается, чтобы мониторинговое оборудование, предусмотренное для мер 3 и 4, по возможности также использовалось и для прогнозирования селей.
- Предлагается развернуть локальное оборудование для мониторинга. Это оборудование будет более эксклюзивным для мониторинга селей, а именно геофоны и инклинометры.
- Кроме того, предлагается использовать информацию с сейсмометров для прогнозирования селей.
- Наконец, предлагается развернуть систему прогнозирования селей в регионе ЭКАБ с учетом всех различных факторов, описанных выше. Данная система будет внедрена с учетом следующего:
  - Проведение анализа риска в районе исследования с целью определения зон риска возникновения селей. Несмотря на наличие

информации об исторических событиях, информация о рисках пока отсутствует.

- Провести исторический анализ предыдущих селей в исследуемой зоне. В ходе этого анализа важно оценить следующее:
  - Пороговые значения осадков в районе произошедших в прошлом селей. Данную оценку следует проводить с учетом информации, полученной с метеорологических станций, спутниковых оценок осадков и метеорологических прогнозов.
  - Любые гидрологические данные со станций в водосборном бассейне, где произошел сель, а также любые другие данные, которые могут быть использованы для оценки события.
- Результатом этой оценки станет определение пороговых значений осадков, которые можно использовать при прогнозировании событий.
- В дополнение к этому, локальные данные с геофонов и инклинометров будут использоваться для выдачи более оперативного (и краткосрочного) предупреждения.

## 5.3. Оползни

### 5.3.1. Мониторинг и предупреждение

В рамках компонента мониторинга и предупреждения оползней будут предложены две различные меры, а именно одна мера для оценки InSAR и другая мера для локального мониторинга и предупреждения. Эти меры подробно описаны в разделах ниже.

#### *Оценка InSAR (Мера 6)*

InSAR (аббревиатура «радиолокатор с синтезированной апертурой для интерферометрии» / Interferometry of Synthetic Aperture Radar) использует сигнал радиолокационной волны, излучаемый спутниками, вращающимися по квазиполярным орбитам, для измерения смещений поверхности Земли или объектов на ней с миллиметровой точностью<sup>22</sup>. Основным принцип InSAR представлен на

<sup>22</sup> Равентос Х., Арройо М., Гарсия Герра Х. М., Конде А., Сальва Б., Гарсия М. Использование данных InSAR для мониторинга устойчивости склонов плотин и водохранилищ. Материалы 85-го ежегодного заседания Международной комиссии по большим плотинам, 3–7 июля 2017 г.

Рисунок 42<sup>23</sup>. На этом рисунке показана взаимосвязь между смещением грунта, измеренным вдоль линии прямой видимости спутника (LOS), и сдвигом фазы сигнала.

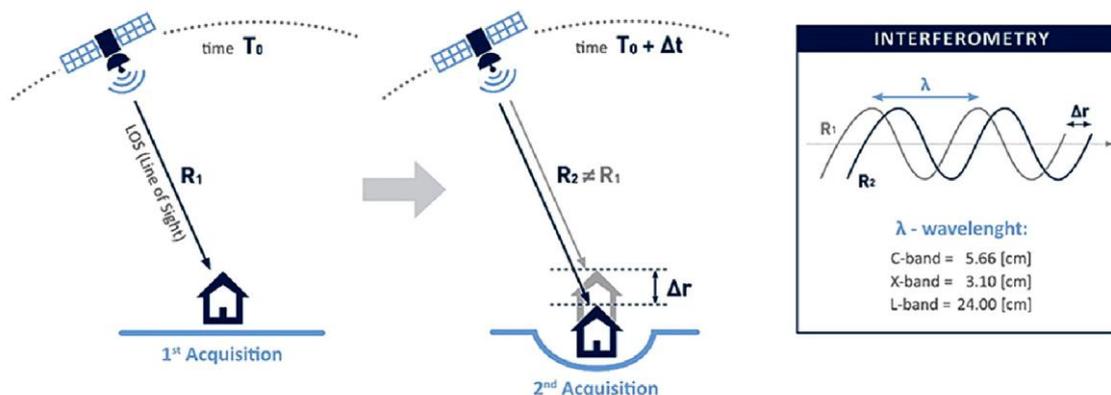


Рисунок 42. Базовый принцип работы InSAR для измерения движения грунта <sup>21</sup>.

InSAR представляет собой полностью удаленную технологию, т. е. не требует установки на земле. Она предлагает экономически эффективное и действенное решение для мониторинга больших территорий с высоким пространственным разрешением. Возможность обнаружения миллиметровых движений грунта на больших территориях позволяет обнаруживать едва заметные деформации грунта, которые предшествуют, например, медленным оползням.

Основные характеристики InSAR можно описать следующим образом (см. Приложение 3):

- охват большой территории: спутники InSAR собирают данные с обширных территорий, что позволяет обнаруживать и картировать оползни и деформации земной поверхности в огромных регионах. Это особенно полезно в отдаленных или труднодоступных районах, где традиционные полевые исследования затруднены.
- высокое пространственное разрешение: данные InSAR могут достигать высокого пространственного разрешения, часто порядка метров или даже субметров, что позволяет идентифицировать даже небольшие оползни и едва заметные деформации грунта, которые могут быть пропущены другими методами.

<sup>23</sup> Дель Конте С., Фалорни Дж. Мониторинг оседания, вызванного подземными горными работами, с использованием InSAR. Материалы конференции по быстрой выемке и прокладке туннелей, 16–19 июня 2019 г.

- измерение смещения: InSAR отлично справляется с измерением смещения грунта, предоставляя ценную информацию о скорости и масштабах движения оползня. Это помогает оценить активность и потенциальную опасность отдельных оползней.
- временной мониторинг: получая данные InSAR за несколько периодов времени, можно отслеживать эволюцию оползней и обнаруживать изменения в уровнях активности. Это имеет очень важное значение для понимания долгосрочного поведения оползней и определения зон, подверженных риску повторной активации.
- всепогодность: InSAR работает при любых погодных условиях, включая облачность и дождь, обеспечивая сбор данных даже в сложных условиях. Это является значительным преимуществом по сравнению с оптическими методами дистанционного зондирования, которые зачастую ограничиваются погодными условиями.
- потенциал раннего предупреждения: InSAR может обнаруживать едва заметные деформации грунта, которые могут предшествовать оползневому событию. Эта возможность раннего предупреждения позволяет своевременно принимать меры по смягчению последствий, потенциально снижая риск ущерба и гибели людей.
- улучшенная точность инвентаризации: посредством интеграции данных InSAR с традиционными полевыми обследованиями и другими методами дистанционного зондирования можно создавать более точные и всеобъемлющие инвентаризации оползней. Эта информация очень важна для планирования землепользования, оценки опасности и управления рисками.

Таким образом, InSAR представляет собой экономически эффективное решение для отслеживания субмиллиметровых смещений грунта на обширных территориях. Существует несколько примеров, когда такие методы были успешно использованы для мониторинга устойчивости плотин<sup>22</sup>, для мониторинга оползней<sup>24</sup> и раннего

---

<sup>24</sup> Нардини О., Конфуорто П., Интриери Э. и др. (2024). Интеграция спутниковых SAR и оптических данных для характеристики оползней озера Сарез в Таджикистане. Оползни 21, сс. 1385–1401.

предупреждения<sup>25</sup>, для анализа тенденций речной эрозии и для отслеживания сейсмически-индуцированных деформаций поверхности.

Для целей этой текущей технической помощи предлагается применить данные смещений InSAR после обработки, для изучения смещения склонов и деформаций грунта во всех критически важных местах зоны ЭКАБ, как в Казахстане, так и в Кыргызской Республике. Такие целевые места могут включать населенные пункты, предгорья горных хребтов и речные долины с известным риском эрозии.

Применение данных InSAR к указанным интересующим областям предоставит следующие соответствующие данные:

- определение мест с критическими смещениями вниз по склону (создание оползневого реестра, анализ 4-летних кумулятивных кривых смещения по сети точек измерения InSAR, субмиллиметровая точность, 12-дневный интервал сбора данных);
- количественная оценка параметров движения вниз по склону для критических мест (оценка скорости/ускорения на основе кумулятивных кривых смещения);
- характеристика фазы и характера процессов на склоне (определение тенденций, характер движения, анализ связей между фазами движения и естественными/антропогенными факторами, такими как осадки, сейсмичность или оплывание на участках склона),
- определение закономерностей проседания поверхности, связанных с тектонической/сейсмической активностью, речной эрозией и/или воздействием человеческой деятельности (анализ 4-летних кумулятивных кривых смещения по сети точек измерения InSAR, субмиллиметровая точность, 12-дневный интервал сбора данных).

Таким образом, мониторинг InSAR станет частью как системы мониторинга, так и системы предупреждения, а также предоставит ценную информацию в области знаний о рисках.

---

<sup>25</sup> Карла Т., Интриери Э., Распини Ф. и др. (2019). Перспективы прогнозирования катастрофических обрушений склонов с помощью спутникового InSAR. Научный доклад 9, 14137.

### *Локальный мониторинг (Мера 7)*

Локальный мониторинг оползней предлагается установить в критических местах в пределах целевых зон ЭКАБ. Такие места должны быть определены посредством проведения регионального анализа InSAR с последующими исследованиями участка, анализом соответствующих элементов риска, консультациями с заинтересованными сторонами и находящимися под угрозой сообществами. Точная конфигурация устанавливаемых приборов и подходы, которые будут использоваться, в значительной степени зависят от местных условий и параметров воздействия. Ожидания заинтересованных сторон и находящегося под угрозой сообщества также могут играть здесь значительную роль, поскольку функциональность любой системы раннего предупреждения в значительной степени зависит от принятия и готовности нести соответствующую ответственность со стороны сообществ. Существует список определенных соображений, которые необходимо учитывать на этапах планирования и установки:

- Существует два основных подхода к внедрению системы раннего предупреждения об оползнях в локальном масштабе. Первый подход обеспечивает среднесрочное предупреждение на период в несколько недель или даже месяцев. Такие предупреждения могут быть основаны на мониторинге факторов-триггеров (например, интенсивных осадков), на мониторинге смещения склона не в режиме реального времени (например, спутниковый InSAR) или визуальном обследовании участка (например, регулярное инспектирование участка). Реакция на такое предупреждение может включать, например, перемещение населения, находящегося под угрозой опасности, или временное закрытие автомобильной дороги, подверженной риску. Второй подход, по сути, обеспечивает предупреждение в режиме реального времени и обычно включает установку приборов на участке. В этом случае система способна выдавать предупреждение в режиме реального времени, что имеет решающее значение в случае критического обвала, происходящего в течение нескольких минут или даже секунд.
- Основным параметром мониторинга любой локальной системы раннего предупреждения является смещение вниз по склону. Оперативное реагирование на сигнал раннего предупреждения может быть обеспечено только в том случае, если зарегистрированы критические смещения, а

- сигнальные оповещения передаются в режиме реального времени. Это особенно важно для типов оползней, движущихся со скоростью нескольких метров в секунду (например, грязевые потоки, насыщенные водой).
- Сеть мониторинга оползней в системе раннего предупреждения должна иметь значение смещения вниз по склону, превышение которого приведет к выдаче предупреждающего сигнала (так называемое пороговое значение). Выбор такого порогового значения потребует комбинированного анализа локальных настроек, полевых исследований и/или анализа стабильности.
  - В настоящее время существует несколько инструментальных решений, которые могут быть применены для регистрации смещений вниз по склону с точностью до субсантиметра или субмиллиметра (экстензометр, инклинометр, GPS-станция, GeoRadar, спутниковый InSAR и т. д.). Необходимо учитывать тип оползня и местные геоморфологические условия при выборе типа оборудования для мониторинга. Например, скважинные инклинометры не подойдут для параметров пластичных потоков земли, которые могут сползти на несколько метров вниз по склону, прежде чем произойдет основной обвал через несколько месяцев или даже лет. Другим примером являются оползни, которые приводят к значительным возмущениям его топографической поверхности. Спутниковый мониторинг с использованием InSAR и раннее предупреждение не будут работать для таких оползней из-за потери так называемой интерферометрической корреляции (когерентности). Окончательный выбор измерительного оборудования должен основываться на исследовании/обследовании на месте и анализе местных геоморфологических условий.
  - Фаза планирования должна включать определение обязанностей между вовлеченными сторонами (кто будет отвечать за эксплуатацию и обслуживание системы, распределение потоков данных, хранение данных, бюджет для покрытия эксплуатационных расходов и т. д.).
  - Эффективность системы мониторинга и раннего предупреждения во многом зависит от сотрудничества с ответственными ведомствами и другими важными заинтересованными сторонами, такими как местное население и местные органы власти. Все заинтересованные стороны должны понимать основные принципы работы системы и разработать план реагирования на

чрезвычайные ситуации, который необходимо активировать в случае получения сигнала тревоги.

Таким образом, хотя и будет указана оценочная стоимость локального мониторинга оползней, следует отметить, что более подробная информация и точное необходимое оборудование должны быть предоставлены после проведения оценки данных InSAR и локального предварительного исследования.

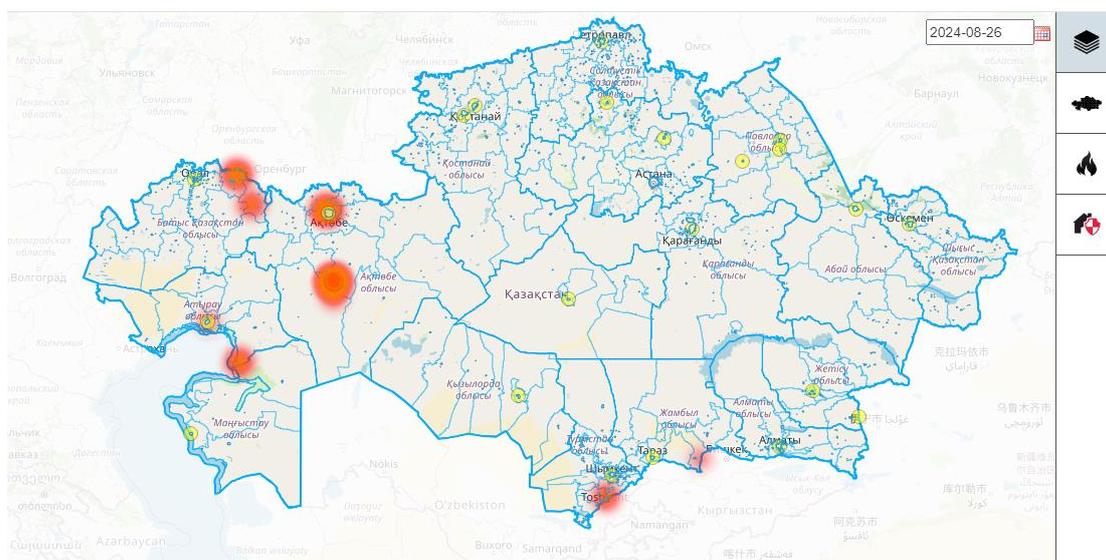
## 5.4. Природные пожары

### 5.4.1. Мониторинг и предупреждение

#### *Система мониторинга природных пожаров (Мера 8)*

Как обсуждалось выше, рекомендуется, чтобы система оповещения о природных пожарах была основана на системе мониторинга и оповещения о пожарах, которая была недавно внедрена на всей территории Казахстана (Рисунок 43). Это связано с тем, что данная система отвечает всем требованиям системы мониторинга и оповещения о природных пожарах, и она охватывает большую часть территории региона ЭКАБ. Основным направлением деятельности в рамках данных рекомендаций мер будет расширение покрытия системы на области в Кыргызской Республике.

Разрабатываемая платформа в Казахстане представляет собой космическую систему мониторинга чрезвычайных ситуаций, доступную для использования любым пользователем и организацией в стране.



*Рисунок 43. Официальный информационный ресурс Fires.kz (Источник: ТОО «Институт ионосферы»).*

Данный геопортал выдает данные с погрешностью от реального времени через 20–40 минут. В рамках проекта по мониторингу пожаров был разработан Телеграм-бот «@fire\_mon\_bot» для оперативной отправки информации об активных пожарах. Бот состоит из двух модулей: модуля регистрации пользователей и модуля рассылки сообщений (Рисунок 44). Модуль регистрации пользователей позволяет пользователям оформлять заявки на подписку на рассылку информации о пожарах на определенной территории. В этом случае пользователи могут выбрать территорию мониторинга, например, определенный район, область или всю территорию Казахстана. Информация о регистрации пользователя, выбранной им территории и контактные данные заносятся в базу данных для дальнейшего использования. Автоматизированная система мониторинга пожаров группирует точки мониторинга по событиям, связанным с пожаром, и передает данные в модуль отправки сообщений. Модуль отправки сообщений определяет, какие пользователи подписаны на мониторинг определенной зоны, и отправляет им уведомления о новых событиях, связанных с пожаром.

В целях создания автоматизированной системы для космического мониторинга активных лесных и степных пожаров разработан модуль для загрузки изображений датчиков VIIRS, находящихся на борту спутников Suomi NPP и JPSS-1. Для дальнейшей обработки изображений VIIRS в разработанной системе используется алгоритм обнаружения тепловых аномалий. Алгоритм основан на обнаружении тепловых аномалий в динамическом контекстном окне с минимальным размером 11x11 и максимальным размером 31x31, и использовании пороговых значений в тепловых каналах I4 и I5 (длины волн около 4 и 11 мкм соответственно) с последующим исключением ложных явлений, в том числе дневных солнечных бликов, засвеченных пикселей и т. д.

В базе данных хранятся данные о населенных пунктах, пожарных частях и особо охраняемых объектах. Эти данные используются для определения уровня пожарной опасности и принятия решений о развертывании сил пожаротушения. Также на основе ранее загруженных исторических тепловых точек система анализирует и выявляет области расположения техногенных источников тепла, таких как промышленные объекты, месторождения и тепловые электростанции и т. д.

Далее система определяет принадлежность тепловых точек к административно-территориальным единицам (область, район), а также рассчитывает расстояние до ближайших объектов инфраструктуры (населенные пункты, особо охраняемые природные территории, пожарные части).

Институт разработал алгоритм объединения тепловых точек в «события» или «пожароопасные события». «Пожароопасное событие» — это совокупность тепловых точек, находящихся в непосредственной близости друг от друга как в пространстве, так и во времени. Близость тепловых точек определяется пороговыми значениями: не более 5 км в пространстве и не более 48 часов во времени. Если оба условия выполняются, то любые две тепловые точки относятся к одному «пожароопасному событию». Такое объединение позволит лучше анализировать пожары, динамику их распространения и предварительно оценивать состояние пожарной активности: если в течение 48 часов не обнаружено новых тепловых точек, относящихся к пожароопасному событию, можно считать, что данное пожароопасное событие неактивно, что на практике может означать, что пожар потушен.

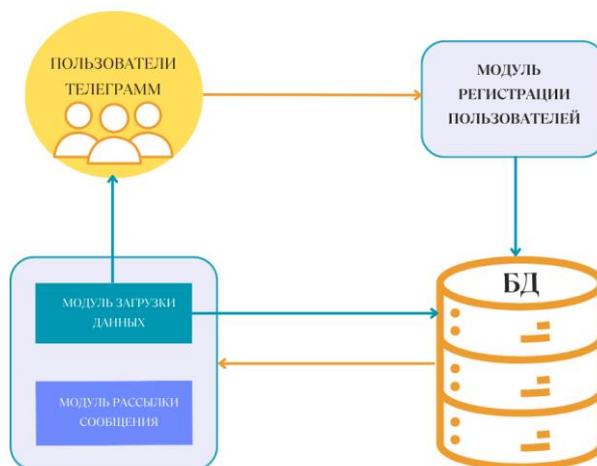


Рисунок 44. Концептуальная блок-схема работы Телеграм-бота.

Разработанный Телеграм-бот обеспечивает максимальную эффективность получения человеком данных о действующих пожарах, что соответственно ускорит принятие решений в режиме чрезвычайной ситуации (Рисунок 45).

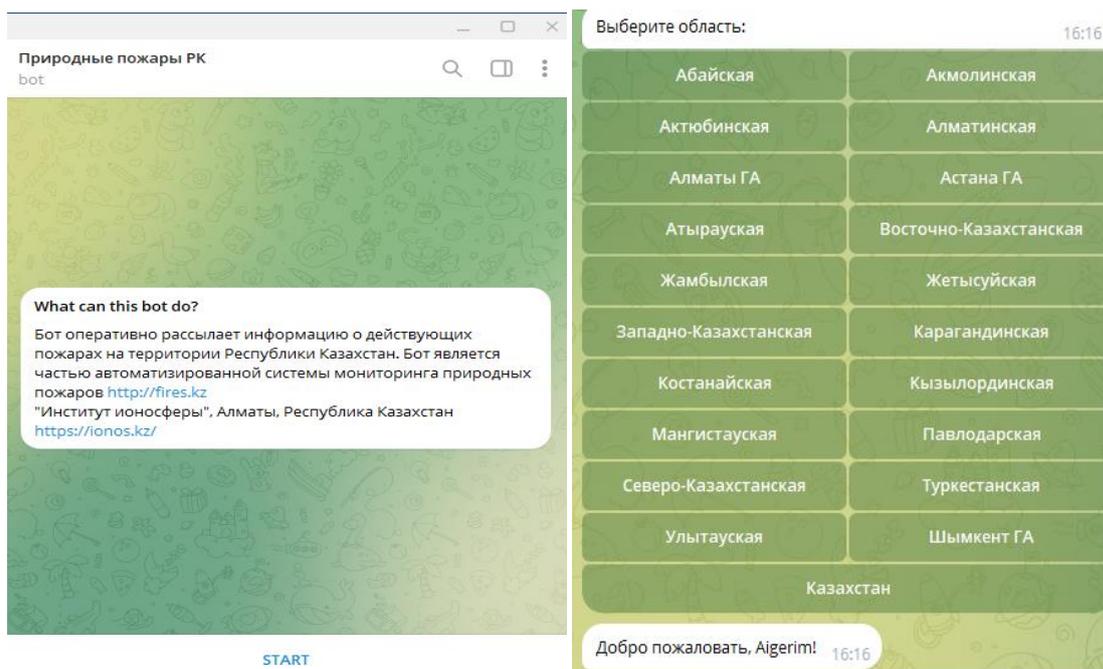


Рисунок 45. Интерфейс Телеграм-бота «@fire\_mon\_bot» на мобильном устройстве: а) описание Телеграм-бота; б) меню выбора административной территории.

Таким образом, описанный в данном контексте алгоритм полной автоматизации мониторинга пожаров представляет собой важный инструмент в области обнаружения и управления пожарами, способствующий более эффективной борьбе с этой природной угрозой и снижению ее негативных последствий.<sup>26</sup>

## 5.5. Землетрясение

### 5.5.1. Мониторинг и предупреждение

#### *Улучшение системы мониторинга землетрясений (Мера 9)*

В мире есть несколько примеров, когда системы раннего предупреждения о землетрясениях работают в режиме реального времени. Наиболее яркими примерами являются японская система раннего предупреждения о землетрясениях

<sup>26</sup> Fires.kz

(EEW)<sup>27</sup> и система «ShakeAlert» США<sup>28</sup>. Обе системы используют преимущества плотных национальных сетей сейсмических станций, в основном акселерометров сильного движения (SMA), для регистрации первых вступлений продольных (P) волн. P-волны движутся через земную кору быстрее, чем поперечные (S) волны, но P-волны менее разрушительны по сравнению с S-волнами. Типичные значения скорости P-волн находятся в диапазоне от 700 м/с (рыхлые породы и осадки) до 6500 м/с (твердые породы), в то время как значения для S-волн находятся в диапазоне от 100 м/с (рыхлые породы и осадки) до 3600 м/с (твердые породы)<sup>29</sup>. Первые вступления P-волн применяются для автоматической оценки очага, магнитуды и интенсивности землетрясения (см. Рисунок 46). Результаты таких автоматических оценок далее используются для отправки предупреждений во все находящиеся под угрозой местности. Такая система позволяет смягчить ущерб, связанный с землетрясением, позволяя принимать контрмеры, такие как быстрое замедление поездов, управление лифтами для избежания опасности и позволяя людям быстро защитить себя в различной окружающей среде, таких как фабрики, офисы, дома и вблизи утесов<sup>27</sup>. В зависимости от расстояния от эпицентра землетрясения и конфигурации измерительной сети у человека после получения предупреждения есть от нескольких секунд до минуты и более, чтобы предпринять действия для смягчения последствий<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Японское метеорологическое агентство. (2007). Что такое раннее предупреждение о землетрясении? <https://www.jma.go.jp/jma/en/Activities/eew1.html>

<sup>28</sup> Беркетт Э. Р., Гивен Д. Д., Джонс Л. М. (2014). ShakeAlert: система раннего предупреждения о землетрясениях для западного побережья США. Информационный бюллетень геологоразведочных работ США, 2014 г. –3083, Информационный бюллетень: 4.

<sup>29</sup> Джонс Ф. Х. М., Ольденбург Д. В. (2007). Геофизика для практикующих геофизиков, учебные ресурсы по прикладной геофизике. Университет Британской Колумбии, кафедра наук о Земле и океане.

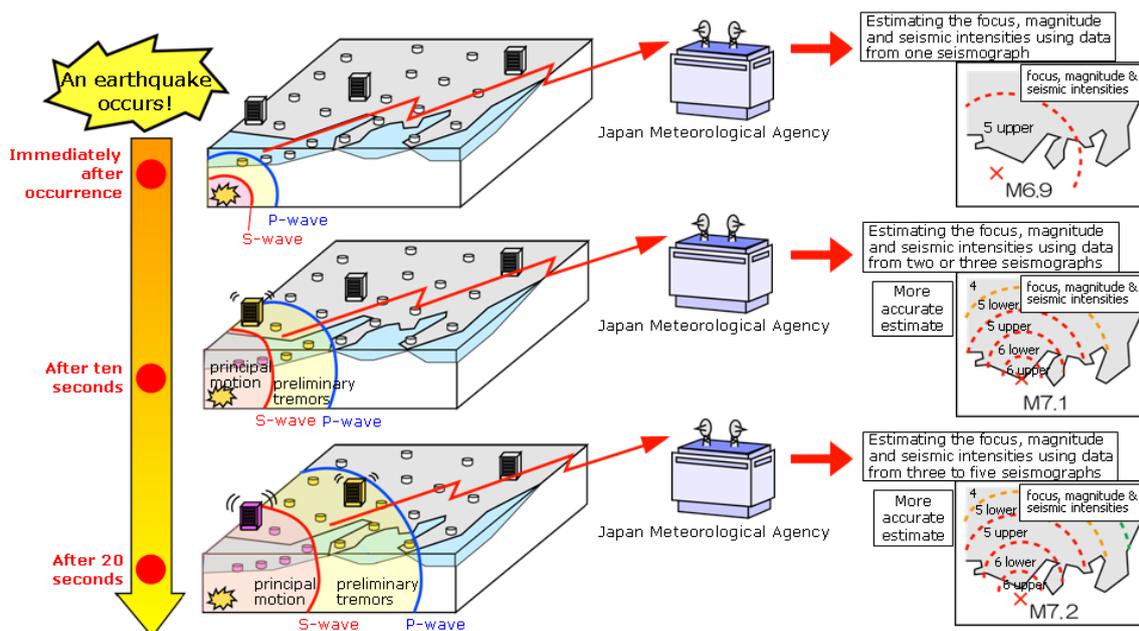


Рисунок 46. Основные принципы работы японской системы раннего предупреждения о землетрясениях (EEW)<sup>27</sup>.

Консультации с Кыргызским институтом сейсмологии (КИС) показали, что подобная концепция раннего предупреждения не может быть внедрена непосредственно из-за определенных ограничений. Наиболее существенные ограничения связаны с плотностью национальной измерительной сети, очень ограниченным штатом и техническими возможностями ответственных ведомств. КИС управляет сетью из всего 19 сейсмических станций, которые не полностью подходят для целей раннего предупреждения. Центрально-Азиатский институт исследований Земли (ЦАИИЗ) установил кыргызскую сеть SMA для целей раннего предупреждения. Тем не менее, по неизвестным причинам эта система работает некорректно и не направляет никаких оповещений такой важной заинтересованной стороне, как КИС.

Учитывая текущие параметры, концепция мобильной системы раннего предупреждения о землетрясениях была разработана в консультации с КИС. Эта концепция включает установку одного контрольного акселерометра SMA в Бишкеке, в то время как четыре других SMA будут использоваться для установки временной сети в целевых районах. Такие целевые районы для установки мобильной сети будут определяться сотрудниками КИС на основе прогностических и/или инструментальных данных (увеличение активности форшоков вдоль зон разломов, возможность сильных афтершоков вблизи событий большой магнитуды, общее

повышение уровня сейсмической активности и т. д.). В зависимости от ситуации такая временная установка мобильной сети может составлять от нескольких дней до нескольких месяцев. Четыре SMA, временно установленные в любой целевой зоне, и один контрольный SMA будут объединены в одну сеть раннего предупреждения. Мобильный SMA будет в основном использоваться для регистрации первых вступлений Р-волн и предоставления необходимых данных для оценки таких важных параметров, как местоположение эпицентра, фокус и интенсивность сотрясений. Контрольный SMA в Бишкеке будет использоваться в качестве центрального узла для получения/валидации записей, для оценки важных сейсмологических параметров, а также для распространения возможных предупреждений. Для улучшения возможностей мобильной сети раннего предупреждения рекомендуется выполнить определенную инструментальную модернизацию существующей сети КИС. Такая модернизация должна фокусироваться на северной части сейсмологической сети КИС, поскольку она в первую очередь ориентирована на доставку зарегистрированных данных для целевой территории ЭКАБ (северная часть Кыргызской Республики и Южный Казахстан). Также будет обеспечена для этой мобильной системы возможность совместного использования оповещений для северной части Кыргызской Республики. Мобильная сеть кыргызских SMA, а также контрольный SMA в Бишкеке также могут быть интегрированы с казахской сетью SMA, установленной вокруг города Алматы. Такая потенциальная интеграция принесет пользу для функциональности всей системы.

## 5.6. Коммуникация и распространение

В то время как компоненты знания о риске, мониторинга и предупреждения рассматривались по каждому опасному явлению, компоненты коммуникации и распространения, а также готовности и реагирования будут рассматриваться глобально, для всех опасных явлений. Это связано с тем, что, хотя первые два компонента (знание о риске, мониторинг и предупреждение) различаются в зависимости от опасного явления, другие два компонента (коммуникация и распространение, готовность и реагирование) схожи для всех опасных явлений. Предлагаются следующие меры.

### 5.6.1. Оповещения системы раннего предупреждения о конкретных опасных явлениях и их распространение на нескольких платформах (Мера 10)

В настоящее время и Казахстан, и Кыргызская Республика сталкиваются со значительными проблемами в распространении ранних предупреждений в режиме реального времени, особенно в сельских районах, подверженных таким опасным явлениям, как наводнения, сели, природные пожары и оползни. К недостаткам относится отсутствие локализованных, удобных для пользователя платформ, которые предоставляют своевременную информацию об опасных явлениях. Эта мера направлена на устранение этих пробелов посредством создания надежной платформы СРП, ориентированной на конкретные опасные явления. Платформа будет интегрировать данные в режиме реального времени из усиленных сетей метеорологического и гидрологического мониторинга, приложения для мониторинга природных пожаров и местных систем мониторинга селей и оползней для обеспечения точных и своевременных оповещений. Для распространения оповещений будут разработаны мобильное и веб-приложение. Эта система улучшит способность сообществ, подверженных риску, реагировать на ранние предупреждения и эффективно координировать ответные меры.

### 5.6.2. Общинные радиостанции для быстрых местных оповещений (Мера 11)

Существует острая необходимость в преодолении коммуникационных пробелов в отдаленных районах с высоким уровнем рисков по всему региону ЭКАБ, где мобильная связь и подключение к Интернету могут быть ограничены, особенно в случае чрезвычайных ситуаций, таких как природные пожары, наводнения и оползни. Общинные радиостанции могут решить эту проблему, предоставив доступную локализованную платформу для распространения своевременных предупреждений. Радиопередачи будут напрямую связаны с системами прогнозирования опасных явлений, описанными в предыдущих мерах. Охватывая регионы со слабой цифровой инфраструктурой, радиостанции будут ориентированы

на сельское население, что позволит им более эффективно реагировать на предупреждения.

### 5.6.3. Оценка коммуникационных процедур и внедрения сотового вещания (Мера 12)

Оценка текущих коммуникационных протоколов и процедур в областях между Алматы и Бишкеком имеет решающее значение для обеспечения своевременного и эффективного распространения ранних предупреждений о наводнениях, селях, оползнях, природных пожарах и землетрясениях. Эта оценка будет фокусировать внимание на существующих возможностях и пробелах в методах связи, особенно для охвата уязвимых и отдаленных сообществ. В то время как Казахстан уже находится в процессе внедрения системы сотового вещания, в Кыргызской Республике эта технология отсутствует. Исследование выявит различия в возможностях между двумя странами, оценит осуществимость внедрения сотового вещания в Кыргызской Республике и определит ключевые действия для стандартизации и улучшения региональной координации в системах связи.

## 5.7. Готовность и реагирование

В рамках компонента готовности и реагирования предлагаются следующие меры. Как уже отмечалось, эти меры применяются ко всем опасным явлениям, которые следует учитывать.

### 5.7.1. Учения и тренировочные упражнения с охватом множества опасных явлений для местных сообществ (Мера 13)

Хотя и Казахстан, и Кыргызская Республика сфокусировали внимание на готовности и реагировании на национальном уровне, все еще сохраняются пробелы в проведении регулярных, комплексных учений с участием сообществ, особенно в сельских и подверженных опасностям регионах. Эта мера предлагает внедрение ежегодных учений с охватом множества опасных явлений, специально нацеленных на наводнения, сели, оползни, природные пожары и землетрясения. Учения будут

основываться на мониторинге и прогнозировании опасных явлений из предыдущих мер, моделируя реалистичные сценарии, которые вовлекают местное население и спасателей. Учения будут направлены на улучшение координации между местными органами власти, учреждениями здравоохранения и подразделениями гражданской обороны, гарантируя, что все действующие лица будут готовы быстро реагировать на стихийные явления.

### 5.7.2. Трансграничная команда реагирования на чрезвычайные ситуации (Мера 14)

И Казахстан, и Кыргызская Республика сталкиваются с трудностями в быстрой мобилизации ресурсов через границы во время крупномасштабных бедствий, таких как землетрясения, сели и наводнения. Существующая координация ограничена, и сохраняются пробелы в ресурсах с точки зрения специализированного оборудования и обученного персонала. Для устранения этого пробела рекомендуется создать специализированную трансграничную команду реагирования на чрезвычайные ситуации (ТКРЧС), состоящую из персонала, обученного реагированию на множественные опасные явления. Команда будет фокусировать внимание на областях в регионе ЭКАБ, где высока уязвимость к таким опасным явлениям, как землетрясения, оползни, сели, природные пожары и наводнения. Эта команда реагирования будет оснащена транспортными средствами, тяжелой техникой и медицинскими средствами и будет опираться на платформы мониторинга и коммуникации из ранее описанных мер.

### 5.7.3. Планирование упреждающих действий для реагирования на множественные опасные явления (Мера 15)

Упреждающие действия относятся к превентивным мерам, принимаемым на основе надежных прогнозов для смягчения последствий бедствий до их возникновения. Активируя механизмы раннего реагирования до возникновения стихийных явлений, таких как наводнения, сели, природные пожары и оползни, сообщества могут сократить потери жизни, минимизировать ущерб инфраструктуре и защитить

средства к существованию. В контексте областей между Алматы и Бишкеком, где часто происходят множественные опасные явления, эта мера фокусируется на внедрении механизмов финансирования на основе прогнозов (ФoП) и создании протоколов упреждающих действий, согласованных как Казахстаном, так и Кыргызской Республикой.

Эти протоколы будут определять конкретные действия, которые необходимо предпринять при достижении заранее определенных пороговых значений прогноза, обеспечивая согласованное реагирование по всему региону. Ранние действия могут включать эвакуацию, предварительное размещение гуманитарных грузов, активацию планов действий в чрезвычайных ситуациях для ключевой инфраструктуры и мобилизацию команд реагирования на стихийные бедствия на уровне сообществ. Интеграция упреждающих действий с существующей и будущей усовершенствованной СРПМОЯ обеспечит, чтобы данные раннего предупреждения непосредственно приводили к мероприятиям по обеспечению готовности на местах. Кроме того, эта мера направлена на решение проблемы отсутствия упреждающих механизмов в обеих странах, что соответствует передовой практике, наблюдаемой в других странах Центральной Азии.

## 5.8. Результаты системы (Мера 16)

Как можно заметить, описанные выше меры являются частью СРПМОЯ, и они были изложены и распределены на основе опасного явления, на которое они реагируют, и компонента СРП. Однако, чтобы гарантировать, что полная СРПМОЯ в регионе ЭКАБ усилена и улучшена, была включена еще одна мера, с основной целью интеграции всех различных мер в систему, а также с учетом институциональной структуры. В то время как в разделе 5.10 описывается механизмы реализации, в этом разделе будет рассмотрено практическое внедрение системы.

Для удобства ниже приведен список мер:

1. Оценка риска ПЛО
2. Оценка гидрологических и гидродинамических характеристик реки Чу и переноса наносов

3. Укрепление сети мониторинга погоды
4. Укрепление сети гидрологического мониторинга
5. Локальный мониторинг селей
6. Оценка InSAR
7. Локальный мониторинг оползней
8. Внедрение системы мониторинга и предупреждения о природных пожарах
9. Улучшение сети мониторинга землетрясений
10. Оповещения системы раннего предупреждения об опасных явлениях и их распространение на нескольких платформах
11. Общинные радиостанции для быстрого местного оповещения
12. Оценка коммуникационных процедур и внедрения сотового вещания
13. Учения и тренировочные упражнения с охватом множества опасных явлений для местных сообществ
14. Трансграничная команда реагирования на чрезвычайные ситуации
15. Планирование упреждающих действий для реагирования на множественные опасные явления
16. Результаты системы

Для того чтобы определить эти меры в рамках СРПМОЯ, были разработаны различные компоненты, как показано на Рисунок 47.

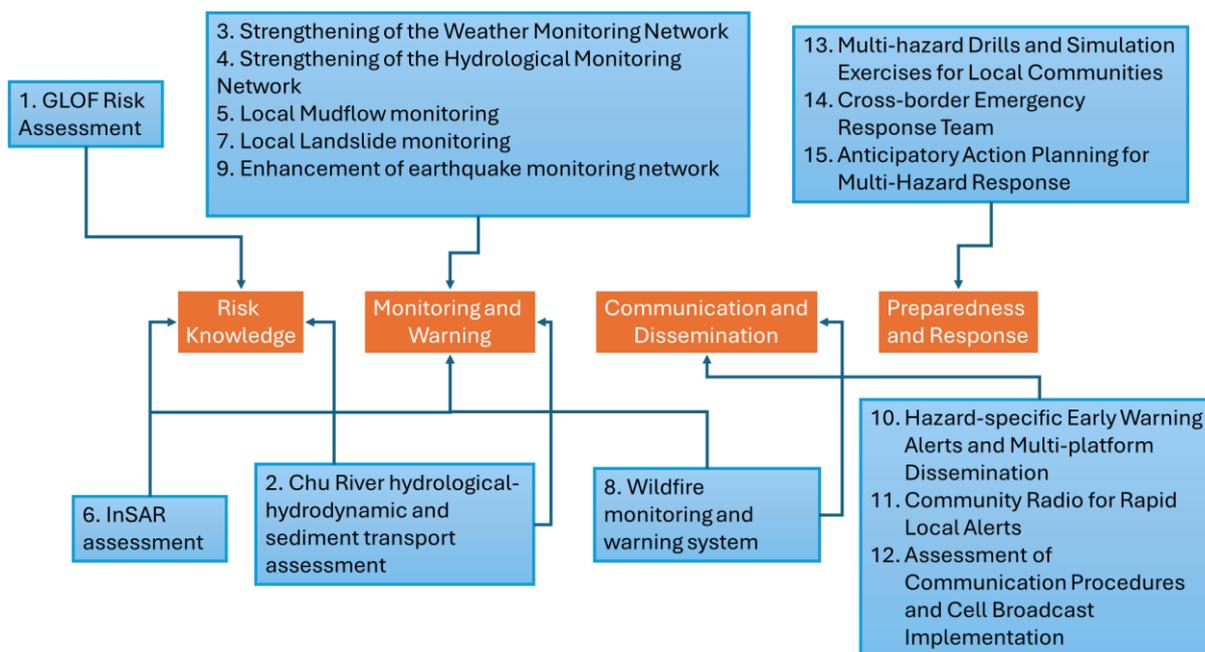


Рисунок 47. Предлагаемые меры.

Для координации реализации всех мер, а также с учетом четырех компонентов, того факта, что будут охвачены две страны и пять различных опасных явлений, также предлагается дополнительная мера для интеграции всех компонентов.

## 5.9. СРПМОЯ

Как обсуждалось выше, будет использоваться подход Системы раннего предупреждения о множественных опасных явлениях (СРПМОЯ). СРПМОЯ предоставляет собой единый, экономически эффективный канал для реагирования на все типы опасных явлений. Кроме того, три общих компонента СРП (Оценка риска, Коммуникация/распространение и Потенциал в области реагирования) имеют сходство в функциях по всем опасным явлениям. Если СРП разрабатывается независимо для каждого опасного явления, то потенциал/опыт, полученные в этих компонентах, не могут быть перенесены в другие системы. Кроме того, важен подход с учетом множественных опасных явлений, поскольку различные опасные явления могут влиять друг на друга или возникать одновременно.

В рамках этой технической помощи было предложено несколько устройств мониторинга. Также национальные научные институты как в Кыргызской Республике, так и в Казахстане могли приобрести некоторые другие устройства для мониторинга. Тем не менее, эти устройства следует рассматривать с точки зрения СРПМОЯ. Следует отметить следующее оборудование с точки зрения СРПМОЯ:

- Автоматические метеостанции.
- Автоматические станции уровня воды.
- Оборудование для мониторинга оползней/селей.
- Сейсмические датчики.
- Акселерометры сильных движений.

В дополнение к этому, можно также рассмотреть оборудование для проведения мониторинга, которое уже эксплуатируется научными учреждениями. В целом, в Таблица 6 ниже показано оборудование, контролируемые параметры, а также различные опасные явления, для которых оно может быть использовано, в основном учитывая опасные явления в рамках этой технической помощи.

Таблица 6. Связи мониторинга.

Тип станции	Опасные явления				
	Наводнения	Оползни	Сели	Землетрясения	Природные пожары
Метеорологические станции					
Осадки	X	x	x		x
Атмосферная температура	X		x		x
Направление и скорость ветра					x
Атмосферное давление					x
Влажность					x
Метеорологические посты					
Осадки	x	x	x		x
Атмосферная температура	x	x	x		x
Влажность					x
Гидрологические посты	x	x	x		

Тип станции	Опасные явления				
	Наводнения	Оползни	Сели	Землетрясения	Природные пожары
Станции измерения снега					
Осадки	x	x	x		x
Атмосферная температура	x	x	x		x
Направление и скорость ветра					
Атмосферное давление					
Влажность					x
Глубина снега					
Эквивалентный слой воды					
Инклинометры		x	x		
Дроны	x	x	x	x	x
Метеорологические радары					
Доплер-информация	x	x	x		x
Отражательная способность	x	x	x		x
Агрометеорологические станции					
Осадки	x	x	x		x
Атмосферная температура	x		x		x
Влажность					x
Температура почвы					x
Фенологическая информация					
Мобильные счетчики расхода	x		x		
Сейсмический датчик			x	x	
Акселерометры сильных движений			x	x	

Очевидно, что существует значительная синергия между различными опасными явлениями, и, хотя в некоторых случаях конкретный датчик рассматривается больше для определенного опасного явления, информация может использоваться для нескольких.

В этом разделе будут обсуждаться возможные связи между несколькими опасными явлениями в компоненте прогнозирования.

Существует несколько связей с точки зрения множества опасных явлений, некоторые из них более четкие с точки зрения очень связанных опасных явлений, таких как сели и наводнения. Связи могут быть не столь очевидны в других случаях. Есть несколько примеров опасных явлений, происходящих одновременно, каскадно или кумулятивно с течением времени, например, землетрясение в Непале в апреле 2015 года. Основной толчок и последующие толчки (афтершоки) быстро вызвали снежные лавины и тысячи оползней, причем некоторые из оползней перекрыли реки, что в некоторых случаях вызвало наводнение вверх по течению. Последовательность землетрясений также увеличила вероятность дальнейших оползней, вызванных последующими муссонными дождями. Это приводит к выявлению нескольких типов взаимодействия опасных явлений:

1. Взаимодействия, при которых возникает опасное явление.
2. Взаимодействия, при которых увеличивается вероятность опасного явления.
3. Взаимодействия, при которых вероятность опасного явления уменьшается.
4. События, включающие пространственное и временное совпадение природных опасных явлений.

## 5.10. Механизмы реализации

В разделах выше были определены 9 мер в рамках СРПМОЯ в регионе ЭКАБ.

### 5.10.1. Мера 1 – Оценка риска ПЛО

Предлагается, чтобы эта мера была осуществлена внешней и международной консультационной компанией, которая предоставит оценку и связанное распространение результатов соответствующим заинтересованным сторонам в обеих странах. В дополнение к этому команда консультантов обеспечит развитие потенциала, чтобы гарантировать, что эту оценку можно будет повторить в двух соответствующих странах в ближайшие годы. Следует добавить, что результаты этой оценки должны быть включены в атлас опасных явлений, разрабатываемый Центром по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий.

### 5.10.2. Мера 2 – Оценка гидрологических и гидродинамических характеристик реки Чу и переноса наносов

«Оценка гидрологических и гидродинамических характеристик реки Чу и переноса наносов» также будет проводиться международной консультационной компанией. Технические требования к этой оценке, а также связанные мероприятия были подробно описаны в предыдущих разделах. Согласно мере 1, рекомендуется провести мероприятия по развитию потенциала, чтобы облегчить воспроизведение этой оценки в других районах в пределах региона ЭКАБ. Кроме того, результаты будут переданы соответствующим государственным органам обеих стран.

### 5.10.3. Мера 3 – Укрепление сети мониторинга погоды

Укрепление сети мониторинга погоды будет осуществляться в обеих странах, с пятью станциями в каждой из них, и с целью улучшения возможностей мониторинга и предупреждения в двух гидрометеорологических учреждениях. Будет рекомендовано, чтобы был обеспечен международный консультант для поддержки двух учреждений в выборе оборудования и подробных мест для развертывания станций.

Рекомендуется также, чтобы между двумя странами осуществлялся обмен информацией, полученной этими станциями, через специальную платформу, которая будет реализована в рамках этой меры 3, а также в рамках меры 4. Рекомендуется, чтобы эта платформа была размещена в Центре по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий.

### 5.10.4. Мера 4 – Укрепление сети гидрологического мониторинга

Согласно мере 3, рекомендуется, чтобы выбор оборудования и выбор подробных местоположений осуществлялся при поддержке международного консультанта. В то время как данные будут получать соответствующее гидрометеорологическое учреждение, рекомендуется, как подробно описано в мере 3, развернуть платформу для обмена данными с этих станций между Кыргызской Республикой и Казахстаном,

с рекомендацией, чтобы эта платформа размещалась в Центре по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий.

#### 5.10.5. Мера 5 – Локальный мониторинг селей

Локальный мониторинг селевых потоков, включая прогнозирование селевых потоков, будет развернут в локализованных районах двух стран. Хотя подход будет одинаковым, пороговые значения и триггеры могут отличаться. Кроме того, оборудование, которое будет развернуто, будет соответствовать и уместно только тем местоположениям, где оно установлено. Поэтому предлагается следующее:

- Чтобы развертывание геофонов и инклинометров осуществлялось в соответствующих районах, определенных соответствующим Министерством чрезвычайных ситуаций, и осуществлялось при поддержке международного консультанта.
- Чтобы управление и эксплуатация оборудования осуществлялись соответствующим Министерством чрезвычайных ситуаций, при поддержке внешних организаций внутри страны, если это необходимо. Не предполагается, что эти данные будут совместно использоваться двумя странами.
- Чтобы система прогнозирования селевых потоков была внедрена в двух странах в соответствующих районах командой международных консультантов. Это будет единое развертывание, но региональный охват будет отличаться в зависимости от страны, и к концу развертывания каждая страна будет иметь систему прогнозирования, охватывающую свою территорию, представляющую интерес.

#### 5.10.6. Мера 6 – Оценка InSAR

Оценка InSAR должна проводиться международной консультационной компанией, имеющей опыт в этом типе оценки. Рекомендуется, чтобы результаты были подробно представлены соответствующим учреждениям в обеих странах, а также данные регулярного мониторинга. Необходимо провести мероприятия по развитию потенциала с целью повышения способности обрабатывать и понимать результаты этой оценки.

#### 5.10.7. Мера 7 – Локальный мониторинг оползней

Рекомендуется, чтобы локальный мониторинг оползней был развернут после оценки InSAR в выявленных критических важных районах. Рекомендуется, чтобы развернутое оборудование обслуживалось и эксплуатировалось соответствующим Министерством по чрезвычайным ситуациям, и обмен данными не требуется.

#### 5.10.8. Мера 8 – Внедрение системы мониторинга и предупреждения о природных пожарах

Рекомендуется, чтобы существующая в Казахстане система была распространена на Кыргызскую Республику, по крайней мере, на области в пределах региона ЭКАБ, и чтобы информацию, производимую этой системой, получали министерства чрезвычайных ситуаций двух стран. Рекомендуется, чтобы эксплуатация и обслуживание системы осуществлялись тем же учреждением, которое занимается разработкой системы.

#### 5.10.9. Мера 9 – Улучшение сети мониторинга землетрясений

Рекомендуется, чтобы эта мера была реализована Кыргызским институтом сейсмологии (КИС) при Национальной академии наук Кыргызской Республики. КИС представляет собой национальное ведомство, непосредственно отвечающее за мониторинг сейсмического риска и раннее предупреждение для территории Кыргызской Республики. Он осуществляет эксплуатацию системы постоянно установленных сейсмических станций для мониторинга сейсмической опасности и выпуска прогнозов будущих событий в Кыргызской Республике. Мобильная сеть раннего предупреждения о землетрясениях должна быть интегрирована в сеть КИС постоянно установленных сейсмических станций. КИС имеет технический и кадровый потенциал для установки, эксплуатации и технического обслуживания предлагаемой системы. В зависимости от будущих договоренностей КИС может сотрудничать с ответственными казахскими ведомствами для расширения системы на территорию Южного Казахстана.

#### 5.10.10. Мера 10 – Оповещения системы раннего предупреждения об опасных явлениях и их распространение на нескольких платформах

Рекомендуется, чтобы система была разработана в рамках партнерства между Министерством чрезвычайных ситуаций Казахстана и Министерством чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики, при техническом участии Казгидромета, Кыргызгидромета и подразделений гражданской защиты, при поддержке международной команды, которая будет осуществлять техническую реализацию.

#### 5.10.11. Мера 11 – Общинные радиостанции для быстрого местного оповещения

Рекомендуется, чтобы это было реализовано местными службами чрезвычайного реагирования Казахстана и Кыргызской Республики в партнерстве с местными НПО и при поддержке Центра по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий.

#### 5.10.12. Мера 12 – Оценка коммуникационных процедур и внедрения сотового вещания

Оценку будут проводить Министерство по чрезвычайным ситуациям Казахстана и Министерство по чрезвычайным ситуациям Кыргызской Республики при технической поддержке соответствующих органов телекоммуникаций обеих стран.

#### 5.10.13. Мера 13 – Учения и тренировочные упражнения с охватом множества опасных явлений для местных сообществ

Национальные министерства чрезвычайных ситуаций Казахстана и Кыргызской Республики возглавят учения в партнерстве с региональными правительствами. В учениях примут участие подразделения гражданской обороны, местные школы, больницы и общинные организации. Учения будут проводиться в районах, определенных как зоны высокого риска с помощью местных оценок опасных

явлений, что гарантирует, что имитационные учения будут основаны на реальных уязвимостях.

#### 5.10.14. Мера 14 – Трансграничная команда реагирования на чрезвычайные ситуации

Министерства чрезвычайных ситуаций Казахстана и Кыргызской Республики заключат официальное соглашение о совместном управлении ТКРЧС. Координация будет осуществляться посредством трансграничной специальной оперативной группы, которая будет встречаться два раза в год для оценки и улучшения протоколов реагирования. Будут проводиться региональные обучающие программы для обеспечения готовности команды.

#### 5.10.15. Мера 15 – Планирование упреждающих действий для реагирования на множественные опасные явления

Местные НПО в координации с министерствами чрезвычайных ситуаций обеих стран возглавят реализацию планирования упреждающих действий. Местные метеорологические и гидрологические службы будут играть решающую роль в предоставлении данных, необходимых для запуска этих ранних действий. Важным вспомогательным мероприятием станет разработка двусторонних протоколов упреждающих действий для региона ЭКАБ, обеспечивающих, чтобы обе страны согласовывали пороговые значения, триггеры, основанные на прогнозах, и скоординированные меры раннего реагирования.

#### 5.10.16. Мера 16 – Результаты системы

Рекомендуется, чтобы для реализации этой меры была обеспечена команда международных консультантов. Эта команда будет работать в тесном сотрудничестве с основными соответствующими ведомствами в обеих странах и обеспечит надежную реализацию и интеграцию всех мер.

## 6. МЕРЫ СМЯГЧЕНИЯ

## 6.1. Экологический и социальный анализ бассейна реки Чу и разработка транснационального плана управления с учетом изменения климата.

### 6.1.1. Контекст и мотивация

Бассейн реки Чу (также известна как Чуй) — это трансграничная речная система, протекающая через Кыргызскую Республику и Казахстан в Центральной Азии. Река берет начало в горах Тянь-Шаня в Кыргызской Республике и течет на северо-запад в Казахстан, где она рассеивается в Чуйской долине (точнее, во влажные годы она может достигать бессточного соленого озера Акжайкын, расположенного в Ащыкольской впадине).

Бассейн охватывает разнообразный ландшафт, включая альпийские регионы, засушливые низменности и сельскохозяйственные районы, что делает его жизненно важным как для водных ресурсов, так и для экосистемных услуг. Он поддерживает сельское хозяйство, городские населенные пункты и промышленность в обеих странах. Однако, как и многие речные бассейны в Центральной Азии, река Чу сталкивается с проблемами как изменения климата, так и антропогенного давления.

Бассейн реки Чу расположен в континентальном климате, характеризующемся холодной зимой и жарким летом. Осадки распределены неравномерно, при этом верховья в горах Тянь-Шаня выпадают значительно больше осадков, чем в засушливых низменных районах. Таяние снега с гор имеет решающее значение для стока реки, особенно весной и в начале лета, когда бассейн зависит от этого стока для орошения и питьевого водоснабжения.

Его площадь водосбора составляет 62 500 км<sup>2</sup>. Из ее общей протяженности в 1 067 км первые 115 км находятся в Кыргызской Республике, затем на протяжении 221 км река служит границей между Кыргызской Республикой и Казахстаном; в этом верхнем участке выпадает больше осадков, в основном в виде снега зимой. Последние 731 км находятся в Казахстане и могут считаться нижним бассейном (Чуйская долина), засушливым или полузасушливым регионом, в основном зависящим от речного стока для получения воды.

Как показано в разделе 3.2, ожидается, что изменение климата окажет несколько воздействий на гидрологический цикл в этом регионе, а именно:

- **Повышение температуры:** прогнозируемое повышение температуры в Центральной Азии усилит испарение, что еще больше сократит доступность воды в бассейне. Это может значительно сократить сток реки, особенно летом, когда спрос на воду достигает пика.
- **Изменение осадков:** климатические модели предсказывают более изменчивые режимы осадков, причем как влажные, так и сухие экстремальные периоды становятся более выраженными. Эта непредсказуемость усложняет управление водными ресурсами в бассейне.
- **Потеря ледников:** ожидается продолжающаяся потеря ледниковой массы в горах Тянь-Шаня, что еще больше сократит долгосрочное водоснабжение. Предполагается, что к концу 21-го века многие ледники, питающие реку, могут потерять значительную массу или полностью исчезнуть.

Эти изменения с высокой степенью вероятности повлекут за собой некоторые критические последствия, влияющие как на безопасность людей, так и на местную экономику:

#### 1. Уменьшение доступности воды

Верховья реки Чу питаются за счет таяния снегов и ледников в горах Тянь-Шаня. Из-за изменения климата ледники отступают, а снежный покров уменьшается, что приводит к опасениям относительно долгосрочного сокращения водоснабжения. Кроме того, потепление климата вызывает более раннее таяние снегов, что приводит к сдвигам в сезонной доступности воды. Вместо того, чтобы обеспечивать постоянный поток воды в течение всего лета, больше воды сбрасывается ранней весной, создавая потенциальный дефицит в конце лета, когда спрос на воду самый высокий.

#### 2. Увеличение частоты городских и сельскохозяйственных засух

Низовье бассейна, особенно в Чуйской долине, крайне уязвимо к засухе из-за засушливого климата и зависимости от речных потоков для всех видов водопользования. Климатические модели прогнозируют увеличение частоты и

интенсивности засух, что может усугубить дефицит воды для сельского хозяйства, бытового использования и экосистем.

### 3. Изменение экстремальных погодных явлений

В то время как засухи представляют собой один из рисков, интенсивные ливневые дожди и быстрое таяние снегов могут вызвать внезапные наводнения, особенно в горных районах (см. Раздел **Error! Reference source not found.**, посвященный реке Ала-Арча). Эти наводнения могут повредить инфраструктуру и нарушить системы управления водными ресурсами. Хотя это и не рассматривается в этом отчете, повышение температуры приводит к более частым и сильным волнам тепла, которые увеличивают потребность в воде (особенно для орошения) и одновременно сокращают водоснабжение.

### 4. Конфликты и конкуренция, связанные с водными ресурсами

И последнее, но не менее важное: река Чу является общим ресурсом для Кыргызской Республики и Казахстана, и вызванные климатом изменения в доступности воды могут усилить конкуренцию между двумя странами, особенно в периоды дефицита. Необходимо будет укрепить соглашения по управлению водными ресурсами для устранения этих возникающих рисков.

В заключение следует отметить, что бассейн реки Чу очень уязвим к последствиям изменения климата, особенно из-за снижения доступности воды из-за отступления ледников, меньшего количества осадков и раннего таяния снегов. Эти проблемы усугубляются географической и социально-экономической асимметрией водосбора: засушливый характер нижнего бассейна, зависящего от реки для сельского хозяйства и водоснабжения, по сравнению с труднодоступными и удаленными «водонапорными башнями» верхнего бассейна с более низким социально-экономическим развитием. На этой основе можно предположить, что эффективные стратегии адаптации, улучшенное управление водными ресурсами и расширение сотрудничества между Кыргызской Республикой и Казахстаном будут иметь ключевое значение для обеспечения устойчивости бассейна в условиях изменяющегося климата.

Парадоксально, но река Чу относительно мало изучена, по крайней мере в международных журналах и публично доступных докладах, учитывая количество проблем, с которыми она сталкивается, и ее региональное значение; также с точки

зрения инструментальных данных: хотя есть несколько гидрометеорологических станций (в основном метеорологических и речных), неясно, полностью ли они работоспособны и можно ли использовать данные для дальнейшего анализа. Одно из немногих доступных исследований<sup>30</sup> использует прогнозы изменения климата из проекта CMIP5 (2008 г.), чтобы продемонстрировать, что речной сток резко сократится в летний период. Кроме того, прогнозируемый максимальный сток в каждом из двух будущих сценариев происходит на месяц раньше, чем в базовый период, из-за сокращения стока в летние месяцы. Интересно отметить, что авторы приходят к выводу, что «[...] Результаты этого исследования, как ожидается, вызовут серьезную обеспокоенность относительно доступности водных ресурсов в верховьях бассейна реки Чу в условиях непрерывного потепления климата».

Исходя из этого, предлагаемый проект «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БАСЕЙНА РЕКИ ЧУ И РАЗРАБОТКА ТРАНСНАЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА» имеет двойную цель:

1) заполнить существующий пробел в данных и моделях, предоставить обновленную и всестороннюю диагностику водосбора, охватывающую как его нынешнюю ситуацию, так и тенденции (компонент А); для разработки этой диагностики потребуются некоторые полевые работы и сбор данных на местах (компонент В), поскольку имеющейся информации может быть недостаточно.

2) определить план действий с конкретными мерами по минимизации настоящих и будущих рисков, содействуя сотрудничеству на всех уровнях (техническом, операционном, политическом) между обеими странами (компонент С). Для того чтобы сделать проект более актуальным и эффективным, рекомендуется включить в компонент С определение 2–3 пилотных вмешательств в зоне водосбора, которые могут быть реализованы в относительно короткие сроки после окончания проекта, чтобы инициатива по приграничному сотрудничеству не выдохлась и поддерживалась конкретными действиями.

---

<sup>30</sup> Ма Ч., Сан Л., Лю С., Шао М. и Луо, И. (2015). Влияние изменения климата на сток в ледниковом бассейне реки Чу, Центральная Азия. *Журнал «Arid Land» («Засушливые земли»)*, 7, 501-513.

Конечной целью проекта является: выявить, сравнить и (по возможности) протестировать несколько мер по адаптации, которые могут рассматривать некоторые из следующих тем:

- Трансграничное сотрудничество: укрепление совместного управления рекой Чу между Кыргызской Республикой и Казахстаном будет иметь решающее значение для обеспечения справедливого и устойчивого распределения воды. Необходимо создать механизмы для совместного использования воды во время засух или нехватки воды.
- Водосберегающие технологии: модернизация городских систем водоснабжения с использованием решений ИКТ может сократить нехватку воды в летний сезон. Так называемое «умное сельское хозяйство» вместе с водосберегающими технологиями, такими как капельное орошение, может сократить потребление воды в интенсивно орошаемых районах Чуйской долины.
- Снижение риска стихийных бедствий. Внедрение систем раннего предупреждения о наводнениях и засухах может помочь смягчить последствия экстремальных погодных явлений. Улучшение мониторинга ледниковых озер, снежного покрова и речного стока может повысить готовность как к засухам, так и к рискам наводнений.
- Восстановление экосистем. Защита и восстановление природных экосистем, таких как водно-болотные угодья и прибрежные леса, может повысить устойчивость бассейна к изменению климата за счет повышения удержания воды и снижения эрозии почвы.
- Инфраструктура, устойчивая к изменению климата. Инвестиции в инфраструктуру, способную выдерживать экстремальные климатические явления, такую как устойчивые плотины, ирригационные системы и защита от наводнений, имеют решающее значение для защиты водных ресурсов бассейна. Также стоит рассмотреть экосистемные и природосберегающие решения; см. Раздел 6.2 для конкретного проекта, основанного на этом подходе, с фокусом на городских районах Алматы и Бишкека.

Этот проект имеет сильную синергию с предлагаемой СРПМОЯ, и они должны дополнять друг друга. Предлагаемые новые водоизмерительные станции на реке Чу (мера 4 в Разделе 7.1.4) необходимы не только для контроля за наводнениями или эрозией, они также являются основой количественного подхода к управлению водными ресурсами в бассейне. Без них невозможно будет достичь соглашений о распределении доступной воды и реализовать их на практике. Кроме того, хотя река Чу имеет хорошие условия для раннего предупреждения об экстремальных сбросах, а предлагаемая СРПМОЯ может значительно снизить связанные с этим воздействия, некоторые виды воздействий могут быть снижены только с помощью структурных мер, которые должны быть разработаны с учетом целостного представления всех основных процессов водосбора. Этот компонент снижения риска выходит за рамки СРПМОЯ и должен рассматриваться отдельно.

В следующих разделах описывается потенциальный масштаб деятельности, основные задачи и методологии, которые могут быть применены в трех компонентах проекта.

### 6.1.2. Фаза А. Первоначальная гидроморфологическая и экологическая диагностика.

#### А.1- Сбор существующей информации.

Будет собрана вся доступная информация, касающаяся исследуемой зоны и ее водосборного бассейна, включая:

- Цифровые модели рельефа и топографические съемки, доступные в бассейне. Необходимо установить охват, разрешение и качество всех доступных источников.
- Доступная тематическая картография: политические карты, землепользование, геология, эдологика (изучение почв), места обитания и т. д.
- Научные исследования и публикации по бассейну и, если это будет сочтено полезным, по другим бассейнам с аналогичными проблемами или характеристиками.
- Планы и программы, связанные с рекой и ее окружающей средой, включая гидрологические, по контролю за наводнениями, восстановлению реки, сохранению флоры и фауны, лесному хозяйству, городскому планированию, энергетические планы и т. д.
- Действующие показатели по охране окружающей среды.

- Реализованные или находящиеся в процессе обработки проекты по речной инфраструктуре (мосты, пути сообщения, водоочистные сооружения, промышленные или энергетические объекты и т. д.).
- Водный реестр. Разрешения и концессии, действующие в зоне исследования, а также те, которые в настоящее время находятся в процессе оформления.
- Важные новости или статьи, опубликованные в национальных, региональных или местных СМИ, связанные с использованием и сохранением речных зон в бассейне.

Промежуточные результаты, полученные в ходе выполнения этой задачи:

- Первоначальный отчет по проекту

А.2 - Обновление и расширение инвентаризации гидроморфологических нагрузок в зоне исследования.

Целью этой задачи является рассмотрение, обновление и расширение инвентаризации гидроморфологических нагрузок в водосборе. Конечным продуктом будет историческая картография в формате ГИС, которая будет включать следующее:

- Определение плана действий, выполняемых на русле реки, берегах и поймах, включая: плотины, водосливы, каналы, стены, речные пути, причалы, работы по отводу воды, волнорезы, дноуглубительные работы, засыпку, включение дренажных работ и/или труб и т. д.
- Дата выполнения, материалы и поперечное сечение (если применимо).
- Ожидаемые воздействия и компенсационные меры, если таковые имеются.

Промежуточные результаты, полученные в ходе выполнения этой задачи:

- Обновленный каталог нагрузок и воздействий в бассейне реки Чу.

А.3- Историческое изучение гидроморфологических процессов в главной реке.

В качестве предварительного шага к разработке долгосрочных устойчивых альтернатив реабилитации, направленных на восстановление процессов, морфологии и экосистем в реке Чу, необходимо знать, каковы были траектории (исторические и недавние) геоморфологического изменения русла реки и на какой стадии они находятся в настоящее время. Для этого будет проведено эволюционное исследование для выявления потенциальных гидроморфологических дисбалансов и экологических воздействий, которые могут иметь место в системе. Будут

проанализированы потенциальные причины обнаруженных проблем, как основа для оценки действий, которые могут быть применены для смягчения воздействий.

Анализ потенциальных гидроморфологических дисбалансов и изменений окружающей среды начинается с изучения изменений с XX века по настоящее время в зоне исследования и будет анализировать пространственную изменчивость процессов эрозии, седиментации и колонизации растений в реке и на ее берегах, а также явления расширения/увеличения или деградации/сужения речной системы по крайней мере за последние 50 лет. Метод в этом анализе будет состоять из выбора исторических аэрофотоснимков и геопривязки в ГИС, картирования параметров русла и поймы, включая изменения в русле, в активном русле, расчета речных индексов, расширения эрозионных берегов, явлений авульсии (отрыва) и изменений в структуре, а также других естественных морфологических изменений зоны затопления, которые связаны с действием эрозионных и седиментационных процессов во время наводнений.

Для анализа причин обнаруженных изменений будут изучены естественные и искусственные процессы, которые могли повлиять на потоки воды и наносы, а также на структуру и растительность берега реки. Среди природных процессов, влияющих на гидроморфологию реки, будут определены наиболее значительные наводнения с учетом как данных о расходе, так и имеющихся исторических данных, которые будут использованы для анализа их воздействия на систему.

Будет проведен статистический анализ процессов и изменений, обнаруженных за анализируемый период, и будут изучены корреляции между речными процессами и вмешательством человека, собранные в предыдущей задаче (инвентаризация гидроморфологических нагрузок).

Эта задача даст как минимум следующие промежуточные результаты:

- ГИС-картирование морфологических процессов и полевых данных о текущем речном врезе и других дисбалансах.
- Изучение исторической эволюции реки Чу. Оно должно включать как минимум корреляционное исследование между процессами исторических изменений, обнаруженных в анализируемые периоды, и причинно-следственные связи между речными процессами и искусственными действиями.

#### A.4- Разработка гидрологической модели бассейна

Будет разработана полураспределенная гидрологическая модель бассейна (SWAT или аналогичная), которая позволяет вводить поля осадков и различные типы землепользования или растительности. Эта модель будет откалибрована с использованием имеющихся данных измерений и данных, полученных в ходе форономической кампании, разработанной в рамках этого проекта (см. Фазу В). Модель сможет работать в ежедневном масштабе и позволит получать данные о расходах во всей речной сети (т. е. не только по течению реки Чу, но и по ее притокам).

Модель будет откалибрована с помощью автоматических процедур (т. е. не только экспертной оценки), четко указав допущения, используемые для проведения калибровки. Впоследствии выбранные значения параметров должны быть проверены с помощью наборов данных, не используемых для калибровки. Считается желательным, где это возможно, изначально откалибровать агрегированную версию модели или с пространственно однородными параметрами, а затем исследовать закономерности пространственного изменения этих параметров.

Для того чтобы осуществить эксплуатацию полураспределенной гидрологической модели, удобно иметь пространственно изменчивые поля осадков, которые в этом случае должны быть разработаны на основе имеющихся инструментальных данных (интерполяция дождемеров из бассейна Чу и, возможно, из других граничащих бассейнов). В случае отсутствия адекватной информации для интерполяции будут использоваться однородные поля осадков, но модель будет готова принимать переменные осадки в будущем (хотя это, возможно, потребует повторной калибровки).

Промежуточные результаты, полученные в рамках этой задачи:

- Гидрологическое исследование методом распределенного моделирования бассейна реки Чу. Оно будет включать характеристику режима стока по участкам.

А.5- Гидравлическое моделирование и моделирование переноса наносов основной речной сети

Будет разработана одномерная гидравлическая модель (типа HEC-RAS или аналогичная), охватывающая главную ось реки Чу и ее основные притоки. Эта модель будет использовать наилучшую доступную топографию в каждой территории, и она будет валидирована с помощью имеющихся данных об уровне для потоков, которые

были измерены в точках проведения замеров. Коэффициенты шероховатости будут основываться на характеристиках наносов на каждом участке и на типах растительности на берегах. Модель будет использоваться для средних и высоких потоков.

Из одномерной гидравлической модели будут определены скорости переноса и общие закономерности эволюции русла и берега по участкам. Для этой цели будут использоваться формулы переноса наносов, предварительно откалиброванные с помощью результатов полевых кампаний фазы В проекта.

Для дополнения одномерной модели будет разработана двухмерная модель (Delft3D, SRH-2D, Lisflood или аналогичная) для представительного участка реки Чу длиной не менее 5 км. Для выполнения этого моделирования будет проведена топографическая съемка высокого разрешения с использованием LIDAR с ячейками 1 м и вертикальной ошибкой менее 10 см.

В результате этих моделей будут определены средние скорости переноса твердых частиц, связанные с представительными событиями, а также представительные модели эволюции баров и каналов в русле.

Промежуточные результаты, полученные в рамках этой задачи:

- Гидравлическое и морфодинамическое исследование бассейна реки Чу.

### 6.1.3. Фаза В. Полевые мероприятия

Для того чтобы дополнить имеющиеся данные по бассейну и иметь возможность откалибровать описанные выше числовые модели, проект планирует провести ряд полевых кампаний, которые описаны ниже.

#### В.1- Характеристика наносов в водотоках

Гранулометрический состав, а также основные физические свойства наносов в русле реки должны быть определены не менее чем в 20 точках речной сети с учетом вертикальной структуры осадочной толщи (до 1 м глубины от поверхности русла) и возможных явлений «бронирования»:

- Плотность;
- Коэффициент формы;

- Кривая размера кристаллов по крайней мере на двух глубинах.

Кампания по определению характеристик наносов будет проводиться в сухой период, чтобы получить доступ к наибольшей площади сухого русла реки, и будут использоваться необходимые средства (лопаты или небольшой экскаватор типа «Bobcat») для доступа к материалам под поверхностью. Эта информация будет использоваться для определения шероховатости потока (гидравлическое моделирование) и в качестве входных данных для модели переноса наносов.

Промежуточные результаты, полученные в рамках этой задачи:

- Отчет о характеристике наносов реки Чу и ее основных притоков.

## В.2- Измерение речного стока различными методами

Национальные государственные органы управляют несколькими измерительными станциями вдоль основной реки и некоторых притоков. Консультант будет использовать имеющиеся исторические ряды уровней и сначала преобразует их в текущие потоки с использованием имеющихся кривых оценки. Чтобы дополнить и осуществить валидацию этого подхода будут выполнены два действия:

- 1) С одной стороны, для каждого лимниметра необходимо провести не менее 5 прямых измерений в разное время и, по возможности, на разных уровнях, чтобы определить достоверность и качество имеющейся кривой потока.
- 2) С другой стороны, в двух точках измерения с лимниметром будет проведена высокоразрешающая лазерная топографическая съемка русла реки и прилегающих к нему территорий, а также будет построена двумерная гидрологическая модель для экстраполяции кривой потока за пределы диапазона измеренных уровней, которые, как правило, будут недостаточными.

Промежуточные результаты, полученные в рамках этой задачи:

- Результаты кампании по измерению расхода воды в реке Чу традиционными методами.
- Отчет о возможности применения методов, основанных на обработке изображений, для измерения расхода воды в реальном времени в естественных водотоках.

## В.3- Кампания по оценке переноса твердых веществ с использованием RFID-трекеров

Использование датчиков RFID (т.е. радиочастотной идентификации), встроенных в речные булыжники, для определения скорости перемещения твердых веществ в реках с крупнозернистыми материалами является относительно новым методом,

описанным в технической литературе<sup>31</sup>. Хотя концепция точного определения траектории представительных движущихся элементов речного русла проста, на практике имеется ограниченный опыт в этом отношении. В этом проекте и с учетом соответствующих характеристик материалов в реке Чу предлагается провести пилотное испытание для определения потенциала этих методов в регионе ЭКАБ.

Прежде всего, будет проведен исчерпывающий анализ существующей технической литературы, описывающей опыт такого типа, реализованный на других реках мира. Затем будет подробно предложена кампания такого типа, адаптированная к условиям и характеру реки Чу. Следующие общие руководящие принципы могут быть приняты во внимание для целей проведения тендера и оценки работы:

- Всего будет установлено 1 000 пассивных RFID-датчиков, которые можно будет развернуть в несколько этапов (например, 100–200 в ходе первоначального испытания, чтобы проверить осуществимость метода и достигнутую скорость восстановления).
- Будет рассмотрена возможность включения определенной доли активных датчиков, если это будет сочтено целесообразным. Стоимость активных RFID-меток как минимум на порядок выше, но вероятность потери и усилия по отслеживанию намного ниже. Этот прибор может даже позволить осуществлять динамическое отслеживание частиц, а не состояние в начале и в конце.
- Будет тщательно определена стратегия вставки датчиков, чтобы она была максимально репрезентативной. В целом, использовались материалы, извлеченные из самого русла, где сектора вставлялись путем сверления и герметизации, а затем восстанавливались в естественной среде, хотя также было бы возможно создать искусственный материал с той же формой и плотностью, что и в природе, как было получено в ходе кампаний по определению характеристик наносов. Следует контролировать камни разных размеров, принимая во внимание минимальный размер, определяемый размерами используемых датчиков, обычно 2–3 см (хотя доступны гораздо меньшие датчики по более высокой цене).
- Необходимо осуществлять мониторинг как минимум двух участков канала с различным уклоном и типом наносов. Должен быть хорошо известен расход воды, чтобы можно было удовлетворительно выполнить испытания с использованием RFID-трекера.

---

<sup>31</sup> См., например, Шапюи, Марго и др. «Диапазон обнаружения и неопределенность пассивных радиочастотных идентификационных (RFID) транспондеров для отслеживания наносов в гравийных реках и прибрежных средах». *Процессы на поверхности Земли и формы рельефа* 39.15 (2014): 2109–2120.

- Статистическая методология обработки полученных результатов и получение (деривация) скорости переноса будут определены заранее.

Для целей локализации, если используются пассивные датчики, полезно и недорого покрасить камни, которые будут использоваться для мониторинга, в характерный цвет. Это открывает возможность проведения пилотного эксперимента еще более простым методом, а именно, определить местоположение, охарактеризовать и покрасить камни (без установки какого-либо типа датчика), а затем попытаться найти их с течением времени.

Промежуточные результаты, полученные в рамках этой задачи:

- Надежная кампания по анализу переноса твердых веществ в реке Чу с использованием RFID-трекеров. Методы, результаты и выводы.

#### 6.1.4. Фаза С. План управления транснациональным речным бассейном и программа мер.

На основе результатов и выводов кабинетных и полевых исследований (фазы А и В), описанных выше, будет разработан план адаптации и снижения рисков для бассейна реки Чу, включающий нормативные, управленческие, структурные и гидроморфологические и экологические меры по восстановлению или улучшению. В рамках этого документа будут выбраны 3 конкретных вмешательства для адаптации к изменению климата в бассейне, и для каждого из них будет разработан базовый проект, включающий как минимум следующие аспекты:

- Описание и обоснование вмешательства. Должна быть включена гидравлическая модель предлагаемых альтернатив.
- Описательные планы вмешательства.
- Материалы и методы строительства (конкретные спецификации, адаптированные к типу рассматриваемых действий).
- Бюджет для реализации.
- Программа мониторинга и наблюдения за окружающей средой во время и после работ. Она будет включать набор показателей мониторинга, которые позволят количественно оценить эффективность действий.
- Дополнительные полевые работы, требуемые для составления проекта строительства (например, топографические и геотехнические изыскания, которые не могли быть выполнены в рамках данного проекта).

Такие пилотные проекты могут включать инновационные меры управления водными ресурсами («умная вода»), отраслевые системы раннего предупреждения (сельское хозяйство, оптимизация водохранилищ и т. д.), новые протоколы управления и

координации, традиционные защитные работы или «мягкие» (нефизические) методы восстановления рек. Особое внимание будет уделено возможностям адаптации экосистем, например:

- Восстановление поймы и расширение русла.
- Восстановление прибрежных лесов и зеленых фильтров.
- Устранение запруд и ненужных речных сооружений.
- Развитие подъездных путей и зон отдыха на берегу реки, таких как пляжи и набережные, с учетом экологических критериев.
- Реконструкция речных сооружений, таких как мосты и прибрежные пешеходные дорожки.
- Восстановление речных местообитаний с использованием различных методов.
- «Мягкое» создание каналов или изменение русла рек в населенных пунктах, когда другие решения невозможны.
- И пр.

В качестве предварительного шага к любым действиям будет проведен предварительный анализ права собственности и характера затронутых земель, а также геохимический анализ и анализ загрязняющих веществ на рекультивируемых участках и в их окрестностях (если применимо).

Промежуточные результаты, полученные в рамках этой задачи:

- Транснациональный комплексный план управления бассейном реки Чу.
- Базовый проект 1. Например: гидроморфологическое и экологическое восстановление отдельных участков бассейна реки Чу.
- Базовый проект 2. Например: меры по снижению риска в отдельных «горячих» точках.
- Базовый проект 3. Например: Реализация климатически оптимизированных сельскохозяйственных проектов в отобранных зонах.

## 6.2. Количественный анализ климатических рисков и меры адаптации к изменению климата, включая природосберегающие решения, в городах Бишкек (Кыргызская Республика) и Алматы (Казахстан)

### 6.2.1. Контекст и мотивация

Алматы и Бишкек можно считать городами-близнецами с точки зрения физико-географической конфигурации и условий риска<sup>32</sup>. Как описано в разделе 3.1.1, в обоих городах недавно возникли проблемы с городскими дренажными системами, с изменяющейся комбинацией (в зависимости от конкретного местоположения в каждом городе и типа события) дождевых, речных и вызванных грунтовыми водами наводнений. Учитывая высокие темпы роста обоих городов, особенно Бишкека, и потенциальное воздействие изменения климата, рекомендуется провести всесторонний анализ рисков, связанных с климатом, в обеих столичных зонах с программой мер адаптации, включая пилотный пакет природосберегающих решений.

Хотя некоторые карты опасных явлений доступны, как представлено в Разделе 3, их в основном можно рассматривать как географический каталог прошлых событий с некоторой степенью фильтрации и экстраполяции. Многие из этих карт основаны на анализах и отчетах, изначально созданных в советское время, с дополнениями и изменениями. Советский подход к анализу риска, который сохраняется до сих пор, часто был строгим и основывался на научных исследованиях и полевых наблюдениях, но не мог использовать ни преимущества компьютерных моделей или данных дистанционного зондирования, ни полностью количественные методы. Теперь есть очевидная возможность использовать новейшие инструменты (метеорологические, гидрологические и гидравлические модели), данные (LIDAR, спутники, глобальные базы данных и т. д.) и методы (вероятностный анализ риска, надежное принятие решений, зеленая инфраструктура и т. д.) для проведения количественной оценки

---

<sup>32</sup> Однако есть и некоторые различия: например, Алматы находится ближе к подножию гор и не имеет буферной зоны для смягчения последствий внезапных паводков и оползней.

рисков двух городов, принимая во внимание не только текущий климат и городскую планировку, но также будущие планы и потенциальные изменения.

### 6.2.2. Цели и общее описание проекта

Некоторые из природных рисков, влияющих на зону ЭКАБ, не могут быть полностью смягчены посредством предлагаемой СРПМОЯ. На основе имеющейся информации существует несколько инфраструктурных проектов, которые могли бы улучшить текущую ситуацию и способствовать более устойчивому к изменению климата развитию в будущем, особенно в двух основных городах, Алматы и Бишкеке.

Предлагаемые проекты могли бы разрабатываться параллельно и в сотрудничестве между администрациями Алматы и Бишкека со следующими главными целями:

- Включить меры по адаптации к изменению климата в планы городского развития обоих городов, принимая во внимание неопределенность и доверительные интервалы текущих климатических прогнозов, чтобы определить наиболее надежные пути для устойчивого роста.
- Внедрить целостный и основанный на данных подход к земельному и городскому планированию, комбинируя глобальные и локальные данные, включая существующие сети мониторинга (например, те, которые используются для СРПМОЯ).
- Содействовать развитию внутреннего потенциала и культуры обмена знаниями и обучения на практике в местных и региональных государственных органах обоих городов, работая в тесном сотрудничестве.
- Разработать и протестировать несколько типов экосистемных решений (в масштабе водосбора) и природосберегающих решений (в масштабе города), адаптированных к местным условиям, для снижения рисков и повышения устойчивости к изменению климата.

Природосберегающие решения<sup>33</sup> (ПСР) предлагают многообещающий подход к управлению городскими водными ресурсами, особенно в условиях растущей

---

<sup>33</sup> Также известны, в зависимости от географического контекста и конкретных особенностей, как зеленая инфраструктура, устойчивые городские дренажные системы, концепция города-губки, водочувствительный городской дизайн, развитие (застройка) с низким уровнем воздействия и пр.

урбанизации и изменения климата. Эти решения, которые используют естественные процессы, могут улучшить качество городской воды, сократить поверхностный сток и смягчить риск наводнений (Кой 2020 г., Палермо 2023 г., Феррейра 2020 г.). Их также можно интегрировать в технические решения для создания более устойчивых городских систем водоснабжения (Вендлинг, 2019 г.). Возможно, наиболее привлекательным аспектом ПСР является их многофункциональный характер: их сочетание может помочь уменьшить наводнения, увеличить доступные водные ресурсы (например, за счет увеличения пополнения водоносных горизонтов) и улучшить общее качество воды и связанных с ними экосистем. Однако следует подчеркнуть, что ПСР не предназначены для замены обычных сетей водоснабжения, канализации и санитарии, а скорее для увеличения или стимулирования существующих экосистемных услуг, связанных с естественным водным циклом, в сочетании с искусственным.

Общая топография и городская планировка современных городов Алматы и Бишкек хорошо подходят для разработки природосберегающих решений:

- Максимальные уклоны 1–3%, в зависимости от расстояния до горного хребта.
- Низкое соотношение площади застройки и городской территории.
- Высокая доля зеленых зон (парки и частные дворы).
- Широкие улицы и проспекты, как правило, с ортогональной планировкой.

В обоих случаях выгоды выходят далеко за рамки рисков наводнений. Река Чу к северу от Бишкека и Капшагайское водохранилище к северо-востоку от Алматы явно выиграют от лучшего качества сточных вод, и также могут быть смягчены проблемы с водоснабжением в Бишкеке. Кроме того, есть возможность улучшить эстетику и воспринимаемую ценность конкретных городских зон посредством сочетания проектов ПСР и городской регенерации.

Ниже представлен краткий обзор основных мероприятий, которые могут быть реализованы в рамках проекта, и предлагаемый подход к каждому из них.

### **1. Резюме для руководства**

- Обзор проекта: Краткое описание цели, масштаба и задач проекта.
- Основные проблемы: Краткая информация о климатических рисках, с которыми сталкиваются Бишкек и Алматы, включая уязвимость городов.

- Цели проекта: Представление направленности проекта на количественный анализ климатических рисков и реализацию мер по адаптации к изменению климата, в частности, природосберегающих решений (ПСР).

## 2. Цели проекта

- 2.1 Количественное определение климатических рисков. Проводить детальный, основанный на данных анализ климатических рисков (например, жары, наводнения, засухи и т.д.), затрагивающих столичные районы Бишкек и Алматы.
- 2.2 Стратегии адаптации к изменению климата. Разработать и внедрить стратегии адаптации к изменению климата, адаптированные к городским территориям, с упором на природосберегающие решения (зеленая инфраструктура, лесовосстановление, восстановление пойм).
- 2.3 Нарращивание потенциала: укрепить потенциал местных органов власти по оценке и смягчению климатических рисков и интегрировать эти меры в городское планирование.
- 2.4 Участие общественности: Привлечение местных сообществ и заинтересованных сторон к адаптации к климату с помощью информационных кампаний и процессов планирования с широким участием.

## 3. Контекст и обоснование

- 3.1 Климатический контекст Бишкека и Алматы. Обзор региональных климатических моделей и основных проблем (например, повышение температуры, экстремальные погодные явления, изменение количества осадков). Исторические климатические данные и прогнозы на будущее.
- 3.2 Уязвимые места в городах. Текущая уязвимость Бишкека и Алматы (например, инфраструктуры, экономических секторов, социальных систем) к климатическим рискам. Влияние урбанизации, роста населения и ограниченности ресурсов на устойчивость к изменению климата.
- 3.3 Важность природосберегающих решений (ПСР). Объяснение того, как ПСР может повысить устойчивость городов к изменению климата, используя экосистемные услуги для смягчения рисков. Примеры ПСР (городские лесопосадки, влажный район, зеленые крыши, экологически безопасные дренажные системы).

## 4. Методология

### 4.1 Оценка климатического риска

- Сбор данных: Использование исторических климатических данных, спутниковых снимков и климатических моделей для оценки таких рисков, как аномальная жара, наводнения в городах и ухудшение качества воздуха.

- Инструменты оценки риска: Применение климатических моделей (например, сценариев SSP), оценок уязвимости и картографирования Географической информационной системы (ГИС).
- Сценарии риска: Разработка будущих сценариев риска для обоих городов в соответствии с различными климатическими прогнозами.

4.2 Программа мер, включая серую и зеленую инфраструктуры (ПСР). Среди обычных мер будут рассмотрены следующие:

- Традиционные дренажные системы
- Подземные ливневые резервуары
- Работы по регулированию русла реки
- Модернизация мостов и других гидротехнических сооружений.

4.3 Определение природосберегающих решений

- Определение вариантов ПСР: Определение мероприятий ПСР (например, озеленение городов, восстановление рек, буферные зоны), подходящих для Бишкека и Алматы.
- Анализ сопутствующих выгод: Оценка экологических, социальных и экономических выгод от ПСР (например, улучшение качества воздуха, биоразнообразия, предотвращение наводнений).
- Пилотные проекты: Выбор пилотных участков в обоих городах для внедрения ПСР и мониторинга их эффективности.

4.4 Другие меры адаптации к изменению климата

- Интеграция в городское планирование: Интеграция мер по адаптации к изменению климата в существующие структуры городского планирования.
- Технологические решения: использование систем раннего предупреждения, стратегий снижения жары в городах (прохладные крыши, затенение) и устойчивое управление водными ресурсами.
- Рекомендации по политике: Разработка политических рамок для расширения масштабов адаптации к изменению климата и ПСР.

## **5. Детальное составление пилотных проектов ПСР.**

5.1 Составление проектов.

5.2 Взаимодействие с заинтересованными сторонами. Организовывать семинары, тренинги и консультации с местными органами власти, сообществами и заинтересованными сторонами из частного сектора. Создать комитеты по адаптации к изменению климата для контроля за реализацией проектов.

5.3 Мониторинг и оценка. Разработать показатели успеха (например, снижение риска наводнений, увеличение площади зеленых насаждений). Регулярный мониторинг участков ПСР для отслеживания экологических и социальных последствий.

## **6. Риски исполнения и стратегии их снижения**

6.1 Институциональные риски: Проблемы координации между местными органами власти и другими заинтересованными сторонами.

6.2 Финансовые риски: Ограниченное финансирование крупномасштабных проектов ПСР; решением может быть государственно-частное партнерство.

6.3 Социальные риски: Сопrotивление со стороны сообществ или предприятий из-за недостаточного понимания климатических рисков или преимуществ адаптации.

## **7. Сроки и бюджет**

7.1 Требования к финансированию: Предполагаемые затраты на анализ климатических рисков, реализацию национальных систем учета и программ по наращиванию потенциала.

7.2 Источники финансирования: Определение потенциальных доноров, государственных ассигнований и вкладов частного сектора.

## **8. Мониторинг и оценка**

8.1 Показатели для мониторинга успеха

- Снижение эффекта городского острова тепла.
- Улучшение управления водными ресурсами (например, снижение уровня подтоплений в городах).
- Увеличение зеленого покрова и биологического разнообразия.

8.2 Структура отчетности. Регулярные циклы отчетности с оценкой воздействия ПСР, взаимодействия с заинтересованными сторонами и интеграции политики.

8.3 Обратная связь и адаптивное управление. Использование данных мониторинга для уточнения стратегий и расширения применения ПСР на основе извлеченных уроков.

В этом обзоре представлена дорожная карта по борьбе с климатическими рисками в Бишкеке и Алматы с помощью анализа данных и внедрения природосберегающих решений. Проект позволит повысить устойчивость городов, одновременно вовлекая местные общины в усилия по адаптации к изменению климата.

Этот проект является дополнением к СРПМОЯ, описанному в предыдущих разделах, и уделяет особое внимание городскому планированию и адаптации к изменению

климата. Следует отметить, что точность и оперативность, достигнутые СРПМОЯ в Алматы и Бишкеке, могут оказаться недостаточными для снижения существующих рисков до приемлемого уровня. Исходя из этого, предлагаемый проект будет использовать данные, предоставляемые новой сетью мониторинга, чтобы получить представление о наиболее значимых процессах и определить наиболее эффективные стратегии борьбы с ними.

### 6.3. Комплексный план управления прибрежной зоной озера Иссык-Куль (Кыргызская Республика)

#### 6.3.1. Контекст и мотивация

Озеро Иссык-Куль и его окрестности являются знаковым анклавом в Кыргызской Республике и одной из туристических дестинаций в Центральной Азии. Будучи вторым по величине высокогорным озером в мире (после озера Титикака), Иссык-Куль славится своей красотой, чистой водой и уникальными географическими особенностями. Название «Иссык-Куль» в переводе с кыргызского означает «теплое озеро», так как оно никогда не замерзает, даже в разгар зимы, несмотря на то, что окружено заснеженными вершинами Тянь-Шаня. Разнообразные ландшафты региона включают песчаные пляжи, плодородные долины и засушливые пустынные местности, что предоставляет возможности для множества видов отдыха. С южного берега открывается панорамный вид на хребет Тянь-Шаня, а северный берег более развит, здесь есть пляжные курорты и зоны отдыха.

От пеших походов и треккинга по окрестным горам до верховой езды — Иссык-Куль предлагает развлечения на свежем воздухе, которые подойдут самым разным типам туристов. В самом озере можно купаться, кататься на лодке и заниматься водными видами спорта, так как его теплая, богатая минералами вода известна своими лечебными свойствами. Считается, что слегка соленые воды озера обладают целебными свойствами, и в регионе расположено множество санаториев и курортов, предлагающих лечебные процедуры с использованием местных минеральных грязей и термальных источников. В зимние месяцы близлежащие горы становятся центром катания на лыжах и сноубордах. Иссык-Куль издавна был перекрестком культур, и посетители могут познакомиться с богатой историей и наследием региона: древние

петроглифы в музее под открытым небом возле Чолпон-Аты относятся к скифскому и тюркскому периодам.

Иссык-Куль и его окрестности являются биосферным заповедником ЮНЕСКО, признанным за свое богатое биоразнообразие. Любители наблюдать за птицами могут увидеть множество перелетных птиц, включая такие редкие виды, как далматинский пеликан. Разнообразные экосистемы региона поддерживают широкий спектр флоры и фауны, от альпийских полевых цветов до снежного барса в высокогорных районах Тянь-Шаня.

Несмотря на свой туристический потенциал, регион отличается высоким уровнем бедности и безработицы. Экономические возможности ограничены, особенно в сельской местности, а сезонной занятости в сфере туризма недостаточно для круглогодичной поддержки населения. Существует неравенство в доступе к качественному образованию и здравоохранению, особенно в отдаленных селах. Инфраструктура обоих секторов зачастую недостаточно развита, и многие молодые люди покидают регион в поисках лучших экономических возможностей в крупных городах или за границей; такая миграция может ослабить социальную структуру местных сообществ. Развитие туризма также может привести к таким проблемам, как эксплуатация местных работников, краткосрочные контракты и завышенные цены во время туристических сезонов, что затрудняет доступ местных жителей к основным услугам.

Как и в других местах, переживающих всплеск популярности и посещаемости, экологические проблемы растут быстрее, чем общественные ресурсы и инфраструктура, необходимые для их решения:

- Загрязнение водных ресурсов. Озеро Иссык-Куль загрязняется неочищенными сточными водами, сельскохозяйственными стоками и отходами, связанными с туризмом. Усиливающееся загрязнение угрожает экосистеме озера и его биоразнообразию, которое жизненно важно для туристической отрасли региона. Озеро Иссык-Куль подвергается эвтрофикации, особенно за последние несколько десятилетий, что в первую очередь обусловлено деятельностью человека, однако в некоторых глубоких районах оно по-прежнему сохраняет свой олиготрофный статус.

- Управление отходами: В регионе отсутствует эффективная система управления отходами. Приток посетителей приводит к образованию отходов, особенно пластика и других небиоразлагаемых материалов, и региону сложно обеспечить их надлежащую переработку и утилизацию.
- Обезлесение и деградация земель: Перевыпас скота и вырубка лесов из-за необходимости заготовки дров в сельских районах привели к деградации земель и эрозии почвы. Это снижает производительность сельского хозяйства и способствует опустыниванию в некоторых районах области. Это также увеличивает риск пикового стока и возникновения селей/оползней.
- Горнодобывающая и промышленная деятельность. Существует обеспокоенность по поводу экологических последствий горнодобывающей деятельности в регионе, особенно добычи золота. Добыча полезных ископаемых может привести к загрязнению воды и почвы, что негативно скажется на местных общинах и экосистемах. Добыча золота в районе Иссык-Куля сопряжена с риском загрязнения, особенно урановыми отходами и тяжелыми металлами, хотя меры по сдерживанию загрязнения принимаются.
- Природные риски и изменение климата. Помимо этого, существуют все риски и неопределенности, связанные с изменением климата, о которых ранее говорилось в этом отчете. Иссык-Кульская область уязвима ко многим последствиям изменения климата, таким как изменение погодных условий, таяние ледников и учащение наводнений и оползней. Эти изменения окружающей среды могут повлиять как на сельское хозяйство, так и на туризм — два основных вида экономической деятельности в регионе.

Решение этих проблем потребует сочетания более эффективного управления ресурсами, инвестиций в инфраструктуру, программ социального развития и инициатив по охране окружающей среды. Целью данного проекта является создание основ для решения этих проблем путем разработки комплекса базовых исследований и предписывающих инструментов, в значительной степени основанных на принципах и методах комплексного управления прибрежной зоной (КУПЗ), в данном случае применяемых к внутреннему озеру.



Рисунок 48 Вид на побережье Иссык-Куля в г. Чолпон-Ата летом. Источник: <https://en.kabar.kg/news/issyk-kul-pearl-of-Kyrgyz-Republic/>

### 6.3.2. Общий план комплексного управления прибрежной зоной для озера Иссык-Куль

Концепция комплексного управления прибрежной зоной (КУПЗ) родилась в 1992 году на Саммите Земли в Рио-де-Жанейро. Европейская комиссия<sup>34</sup> определяет КУПЗ как «динамичный, многопрофильный и итеративный процесс, направленный на содействие устойчивому управлению прибрежными зонами». Он охватывает полный цикл сбора информации, планирования (в самом широком смысле), принятия решений, управления и мониторинга реализации. КУПЗ использует осознанное участие и сотрудничество всех заинтересованных сторон для оценки общественных целей в данной прибрежной зоне и принятия мер по достижению этих целей. КУПЗ стремится в долгосрочной перспективе сбалансировать экологические, экономические, социальные, культурные и рекреационные цели в пределах, установленных естественной динамикой, включая изменение климата. «Комплексный» в сокращении КУПЗ означает интеграцию целей, а также интеграцию многочисленных инструментов, необходимых для достижения этих целей. Это означает интеграцию всех соответствующих областей политики, секторов и уровней управления, а также наземных и морских/озерных компонентов целевой территории, как во времени, так и в пространстве».

---

<sup>34</sup> Итоговое сообщение Комиссии Совету и Европейскому парламенту о комплексном управлении прибрежными зонами: Стратегия для Европы. Брюссель, 27.09.2000

КУПЗ отличается от стандартных процессов территориального управления и планов землепользования несколькими моментами, при этом все из них полностью применимы к условиям Иссык-Куля:

- Прибрежная зона не имеет фиксированных административных границ; она определяется процессами взаимодействия окружающей среды (физическими, экологическими) между наземной средой и морской/озерной средой, которые развиваются с течением времени.
- В прибрежной зоне обычно нет единого уполномоченного органа; управление прибрежной зоной - это взаимодействие нескольких местных, региональных и национальных учреждений с различными мандатами и обязанностями.
- Окружающая среда прибрежной зоны (физическое и экологическое состояние) отличается высокой динамичностью из-за процессов взаимодействия наземной и водной среды.
- Прибрежная зона предлагает важные экосистемные услуги, имеющие гораздо более широкое географическое значение.
- Поселения в низменных прибрежных зонах очень уязвимы к экстремальным климатическим явлениям и последствиям изменения климата.

Ниже приведены основные темы и мероприятия, которые следует включить в план КУПЗ для озера Иссык-Куль:

## **1. Введение**

- Цель и задачи: Обзор необходимости комплексного управления прибрежной зоной в Иссык-Кульской области для обеспечения баланса между защитой окружающей среды и устойчивым развитием.
- Сфера охвата: Географический охват, включая границы озер, прибрежные зоны и основные заинтересованные стороны.
- Правовые и политические рамки: Соответствующие международные, национальные и региональные законы, регулирующие управление прибрежными зонами, а также реками/озёрами.

## **2. Оценка воздействия на окружающую среду**

### **2.1 Экологический обзор**

- Биоразнообразие: Флора, фауна и водные виды с упором на эндемичные и исчезающие виды.
- Качество воды: Оценка трофического состояния озера, источников загрязнения (например, сельское хозяйство, туризм, промышленные отходы) и текущих программ мониторинга.
- Влияние изменения климата: Последствия изменения климата, включая колебания уровня воды, изменения температуры и потенциальные риски для биоразнообразия.

## 2.2 Гидрологическая и геохимическая оценка

- Водные ресурсы: Источники притока и оттока, влияние орошения и изменения уровня воды.
- Источники загрязнения: Анализ воздействия горнодобывающей промышленности, сельскохозяйственных стоков и управления сточными водами.
- Динамика наносов: Мониторинг эрозии, отложений и качества наносов.
- Оценка основных рисков стихийных бедствий: землетрясения, оползни, наводнения, сели, ПЛО и сели.

## 3. Социально-экономический контекст

### 3.1 Землепользование и экономическая деятельность

- Сельское хозяйство: Потребление воды, проблемы со стоком и потенциальные устойчивые методы.
- Туризм: Инфраструктура, управление отходами и воздействие на экосистему озера.
- Рыболовство и аквакультура: Оценка коммерческого и мелкомасштабного рыболовства, угроз биоразнообразию и рисков перелова.

### 3.2 Средства к существованию сообщества

- Местная экономика: Структура занятости, доходы от туризма, сельского хозяйства и других видов экономической деятельности.
- Культурное и историческое значение: Культурное значение озера и его роль в сохранении местного наследия.

## 4. Взаимодействие с заинтересованными сторонами и институциональная координация

### 4.1 Идентификация заинтересованных сторон

- Национальные и местные органы власти.
- Местные общины, группы коренного населения и НПО.
- Предприятия (туризм, сельское хозяйство, горнодобывающая промышленность).
- Академические и научно-исследовательские учреждения.

#### 4.2 Механизмы участия общества

- Общественные консультации, публичные слушания и форумы заинтересованных сторон.
- Стратегии распространения информации.

### 5. Интегрированная стратегия управления

#### 5.1 План зонирования

- Определение природоохранных зон, туристических зон, сельскохозяйственных зон и зон городской застройки.
- Буферные зоны для защиты экологически уязвимых территорий.

#### 5.2 Устойчивое управление ресурсами

- Управление водными ресурсами: Устойчивый забор воды, планирование орошения и управление рисками наводнений.
- Управление отходами: Стратегии сокращения отходов, переработки и улучшения канализационных систем для предотвращения загрязнения.
- Контроль загрязнения: Положения, регулирующие стоки сельскохозяйственных отходов, отходы горнодобывающей промышленности и промышленные сбросы.
- Сохранение биоразнообразия: Защита и восстановление среды обитания, внедрение планов управления рыболовством и программ мониторинга биоразнообразия.

### 6. Адаптация к изменению климата

#### 6.1 Оценка уязвимости и риска

- Карты общего риска (масштаб не менее 1:25000) для быстро наступающих рисков: землетрясений, оползней, наводнений, селей, прорывов и селей.
- Общие карты рисков для медленно наступающих рисков: городская и сельскохозяйственная засуха, аномальная жара, эрозия почвы и т.д.
- Подробные карты риска (масштаб не менее 1:5000) основных населенных пунктов в этом районе. Анализ будет охватывать риски ливневых паводков, селей и оползней как минимум в следующих городских центрах: Каракол, Чолпон-Ата, Балыкчи, Тюп и Тамчи.

#### 6.2 Меры по адаптации

- Проекты по сохранению водных ресурсов, борьбе с наводнениями и стабилизации береговой линии.
- Продвижение методов ведения сельского хозяйства, устойчивых к изменению климата.

### 7. Экономическое развитие и устойчивый туризм

### 7.1 План развития устойчивого туризма

- Экотуризм, правила туристической инфраструктуры и управление посетителями.
- Руководство по поддержанию туризма без ущерба для экосистемы.

### 7.2 Местное экономическое развитие

- Укрепление местного бизнеса, содействие устойчивому рыболовству и внедрение экологически чистых методов ведения сельского хозяйства.
- Вовлечение местных сообществ в природоохранную деятельность посредством просветительских программ и программ повышения уровня жизни.

## 8. Мониторинг, оценка и обеспечение соблюдения

### 8.1 Программа мониторинга окружающей среды

- Регулярная оценка качества воды, биоразнообразия и здоровья экосистемы.
- Использование данных дистанционного зондирования и натуральных наблюдений для мониторинга состояния озер.

### 8.2 Соблюдение и исполнение требований

- Механизмы обеспечения соблюдения экологического законодательства и правил зонирования.
- Четкие наказания и стимулы для соблюдения требований.

### 8.3 Адаптивное управление

- Создание системы обратной связи, в рамках которой планы управления корректируются на основе экологических и социально-экономических данных.

## 9. Финансирование и наращивание потенциала

### 9.1 Механизмы финансирования

- Правительство, частный сектор, международная помощь и грантовое финансирование.
- Государственно-частное партнерство для проектов устойчивого развития.

### 9.2 Наращивание потенциала

- Обучение местных властей, заинтересованных сторон и членов сообщества.
- Научно-исследовательское сотрудничество и образовательные программы.

## 10. Заключение

- Заключительные рекомендации: Краткое изложение основных стратегий и рекомендаций по устойчивому управлению.
- Следующие шаги: Сроки реализации, основные этапы и периоды обзора.

Предлагаемый план объединяет экологические, социальные и экономические аспекты для обеспечения долгосрочной устойчивости озера Иссык-Куль и прилегающих к нему населенных пунктов. Он должен включать полный набор показателей, позволяющих осуществлять постоянный мониторинг экологических, социальных и экономических условий на озере Иссык-Куль и вокруг него, обеспечивая эффективность плана управления.

Социальные аспекты имеют решающее значение в процессе планирования Комплексного управления прибрежной зоной озера Иссык-Куль, так как успех любой стратегии охраны окружающей среды и развития зависит от активного участия и благополучия местных сообществ. Несколько ключевых моментов подчеркивают важность этих социальных факторов:

✓ Участие общества и приверженность

Вовлечение местных сообществ в процесс принятия решений способствует повышению уровня ответственности и приверженности плану управления. Когда жители участвуют в разработке стратегий, они с большей вероятностью поддержат и будут придерживаться нормативных актов, что повысит уровень соблюдения экологических норм и устойчивых практик.

✓ Средства к существованию и экономическое воздействие

Местное население вокруг Иссык-Куля в значительной степени зависимо от озера в плане сельского хозяйства, рыболовства, туризма и мелкого предпринимательства. Любые изменения в прибрежной или экологической политике напрямую влияют на их средства к существованию. Поэтому устойчивое управление должно быть сбалансировано с сохранением или улучшением экономического благосостояния этих сообществ.

✓ Сохранение культурного и природного наследия

Иссык-Кульская область имеет важное культурно-историческое значение. Включение сохранения культурного наследия в план управления защищает самобытность и традиции местного населения, гарантируя, что план соответствует социальным ценностям и нормам.

✓ Социальное равенство и инклюзивность

Обеспечение права голоса всех групп, включая уязвимые слои населения, в процессе планирования имеет решающее значение для обеспечения социальной справедливости. Инклюзивный подход предотвращает маргинализацию и обеспечивает равномерное распределение выгод от устойчивого управления, избегая потенциальных конфликтов между заинтересованными сторонами.

✓ Разрешение конфликтов и социальная сплоченность

Использование земли и ресурсов часто может стать источником конфликтов между такими секторами, как туризм, сельское хозяйство и рыболовство. Вовлекая сообщества и создавая механизмы разрешения конфликтов, процесс планирования способствует социальной сплоченности и снижает напряженность, которая может возникнуть из-за конкурирующих интересов.

✓ Просвещение и информированность

Просвещение местного населения о важности устойчивых практик способствует бережному отношению к окружающей среде. Повышение информированности о долгосрочных преимуществах сохранения природы обеспечивает постоянную местную поддержку и ответственное поведение по отношению к экосистеме озера.

✓ 7. Адаптация к социальным и экономическим изменениям

Социальные системы динамичны, как и экологические. План должен учитывать социальные изменения, такие как рост населения, миграция и сдвиги в экономической деятельности. Понимая эти изменения и адаптируясь к ним, план может оставаться актуальным и эффективным с течением времени, поддерживая устойчивость как окружающей среды, так и общества. Таким образом, учет социальных последствий обеспечивает целостность и устойчивость плана комплексного управления прибрежной зоной озера Иссык-Куль. Он связывает здоровье окружающей среды с социальным благополучием, делая план не только экологически безопасным, но и социально справедливым и экономически жизнеспособным.

Следует подчеркнуть, что данный план КУПЗ для озера Иссык-Куль не является теоретическим и абстрактным документом, а представляет собой инструмент для определения комплекса экономически эффективных и скоординированных мер по

решению существующих проблем. Сегодня трудно решить, будет ли лучше инвестировать в дороги, системы канализации или учреждения здравоохранения/образования, не имея общей картины всех потенциальных проблем и возможностей. План КУПЗ ляжет в основу комплексного плана развития области с учетом климатических изменений.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ ЗАТРАТЫ

### 7.1. СРПМОЯ

Для того чтобы представить ориентировочную стоимость СРПМОЯ, будут рассмотрены основные рекомендации и меры, изложенные выше, а именно:

1. Оценка риска ПЛО
2. Оценка гидрологических и гидродинамических характеристик реки Чу и переноса наносов
3. Укрепление сети мониторинга погоды
4. Укрепление сети гидрологического мониторинга
5. Локальный мониторинг селей
6. Оценка InSAR
7. Локальный мониторинг оползней
8. Внедрение системы мониторинга и предупреждения о природных пожарах
9. Улучшение сети мониторинга землетрясений
10. Оповещения системы раннего предупреждения об опасных явлениях и их распространение на нескольких платформах
11. Общинные радиостанции для быстрого местного оповещения
12. Оценка коммуникационных процедур и внедрения сотового вещания
13. Учения и тренировочные упражнения с охватом множества опасных явлений для местных сообществ
14. Трансграничная команда реагирования на чрезвычайные ситуации
15. Планирование упреждающих действий для реагирования на множественные опасные явления
16. Результаты системы

Стоимость этих мер представлена ниже, учитывая необходимые мероприятия, которые необходимо осуществить для реализации каждой из этих мер. Следует отметить, что это очень ориентировочная стоимость, основанная на предыдущем опыте команды консультантов, но цены и затраты могут варьироваться в зависимости от рыночной ситуации, а также от страны, где будут реализовываться меры.

Таблица 7. Оценочные затраты

№	Описание	Опасное(ые) явление(я)	Всего затраты (долл. США)
1	Оценка риска ПЛО	Наводнение	300 000
2	Оценка гидрологических и гидродинамических характеристик реки Чу и переноса наносов	Наводнение	400 000
3	Укрепление сети мониторинга погоды	Наводнение, сель, оползень, природный пожар	270 000
4	Укрепление сети гидрологического мониторинга	Наводнение, сель, оползень, природный пожар	320 000
5	Локальный мониторинг селей	Сель	295 000
6	Оценка InSAR	Оползень	500 000
7	Локальный мониторинг оползней	Оползень	170 000
8	Внедрение системы мониторинга и предупреждения о природных пожарах	Природный пожар	150 000
9	Улучшение сети мониторинга землетрясений	Землетрясение	300 000
10	Оповещения системы раннего предупреждения об опасных явлениях и их распространение на нескольких платформах	СРПМОЯ	510 000
11	Общинные радиостанции для быстрого местного оповещения	СРПМОЯ	225 000
12	Оценка коммуникационных процедур и внедрения сотового вещания	СРПМОЯ	350 000
13	Учения и тренировочные упражнения с охватом множества опасных явлений для местных сообществ	СРПМОЯ	320 000
14	Трансграничная команда реагирования на чрезвычайные ситуации	СРПМОЯ	1 170 000
15	Планирование упреждающих действий для реагирования на множественные опасные явления	СРПМОЯ	500 000
16	Результаты системы	СРПМОЯ	175 000
<b>Всего</b>			<b>5 955 000</b>

Более подробное описание оценочной стоимости каждой меры приводится ниже:

#### 7.1.1. Мера 1 - Оценка риска ПЛО

Для реализации этой меры были разработаны консультационные услуги, оценочная стоимость которых составляет 300 000 долларов США для покрытия всех различных этапов проекта, включая сбор данных.

#### 7.1.2. Мера 2 - Оценка гидрологических и гидродинамических характеристик реки Чу и переноса наносов

Общая сумма, необходимая для этой меры, оценивается в 400 000 долларов США, с учетом всех мероприятий, описанных в разделе 5.2.1.

#### 7.1.3. Мера 3 - Укрепление сети мониторинга погоды

Стоимость укрепления сети мониторинга погоды была установлена с учетом стоимости оборудования, а также стоимости международного консультанта для оказания поддержки. Эта поддержка будет в основном фокусироваться на выборе оборудования, поддержке закупок, выборе поставщика, выборе детальных мест для установки и надзора за развертыванием. Стоимость составляет:

- Десять автоматических метеостанций x 25 000 долларов США за единицу: 250 000 долларов США.
- Консультационные услуги по поддержке АПС/AWS: 20 000 долларов США

#### 7.1.4. Мера 4 - Укрепление сети гидрологического мониторинга

Стоимость укрепления сети гидрологического мониторинга была установлена с учетом стоимости оборудования, а также стоимости международного консультанта для оказания поддержки. Эта поддержка будет в основном фокусироваться на выборе оборудования, поддержке закупок, выборе поставщика, выборе детальных участков для установки и надзора за развертыванием. Стоимость составляет:

- Десять автоматических гидрологических станций x 30 000 долларов США за единицу: 300 000 долларов США.
- Консультационные услуги по поддержке гидрологических станций: 20 000 долларов США.

### 7.1.5. Мера 5 - Локальный мониторинг селей

Для этой меры была рассчитана сумма в 295 000 долларов США с учетом:

- Оборудование для мониторинга селевых потоков, пять единиц x 25 000 долл. США за единицу: 125 000 долл. США.
- Консультационные услуги для выбора площадок и надзор за развертыванием: 20 000 долларов США.
- Консультационные услуги по внедрению системы прогнозирования селей: 150 000 долларов США.

### 7.1.6. Мера 6 - Оценка InSAR

Приложение 3 содержит необходимую информацию для выполнения грубых оценок затрат на анализ (см. стоимость за единицу на Рисунок 49). Указанные затраты действительны для компании «TreAltamira», специализирующейся на обработке и анализе спутниковых данных InSAR. Ожидается, что другие компании со схожим профилем будут устанавливать цены того же порядка. Таким образом, для 7-летнего базового периода (2017–2024 гг.) и для площади <25 000 м<sup>2</sup> цена составит 79 000 евро. Например, общая площадь Чуйской области в Кыргызской Республике составляет 20 200 м<sup>2</sup>, т. е. 7-летний региональный анализ для этой области обойдется в 79 000 евро. Общая площадь четырех областей ЭКАБ (Чуйской и Иссык-Кульской областей в Кыргызской Республике, Алматинской и Жамбылской областей в Казахстане) составляет около 313 000 м<sup>2</sup>. Обзор и ГИС-анализ четырех вышеупомянутых областей показывают, что около 203 000 м<sup>2</sup> (65%) общей площади могут быть исключены из целевой области из-за отсутствия оползневой опасности (ровный рельеф) и/или незначительной подверженности риску (очень низкая плотность или отсутствие населения). Таким образом, для оставшихся 110 000 м<sup>2</sup> целевой области общая стоимость регионального анализа InSAR составит ≈ 395 000 евро.

Area	Baseline 2017-today (double gometry)	Monthly Monitoring (12 updates) €/year
<1.000 Km <sup>2</sup>	€ 29.000	€ 49.000
<5.000 Km <sup>2</sup>	€ 38.000	€ 65.000
<10.000 km <sup>2</sup>	€ 47.000	€ 78.000
<25.000 km <sup>2</sup>	€ 79.000	€ 146.000

Price are VAT & Taxes excluded

Рисунок 49. Стоимость регионального анализа InSAR («TreAltamira», периодичность измерений 12 дней, Приложение 3).

Таким образом, на эту меру была выделена общая оценочная стоимость в размере 500 000 долларов США.

#### 7.1.7. Мера 7 - Локальный мониторинг оползней

На данный момент местоположение целевых оползней и общее количество целевых участков неизвестны. Это должно быть определено на основе регионального анализа InSAR с последующими исследованиями участка, анализами соответствующих элементов риска, консультациями с заинтересованными сторонами и находящимся под угрозой риска сообществом. На текущем этапе может быть реализован только скрининговый обзор связанных с объектом затрат. Следующие соображения, связанные с затратами, должны быть приняты во внимание на этапе планирования бюджета:

- обследование участка, включая геоморфологическое обследование, анализ элементов, подверженных риску, и консультации с заинтересованными сторонами: ≈ 5 000 евро за объект (оползень);
- буровые исследования с последующим геотехническим отбором образцов и лабораторными анализами: ≈ 15 000 евро за объект (оползень);
- геофизические исследования с последующей интерпретацией данных: ≈ 15 000 евро за объект (оползень);
- анализы стабильности с определением зоны воздействия и пороговых значений смещения вниз по склону: ≈ 10 000 евро за объект (оползень);

- поставка и монтаж оборудования для мониторинга перемещений, подбор опций в зависимости от условий на объекте, ориентировочные цены: экстензометр ≈ 30 000 евро, GPS-станция ≈ 80 000 евро, GeoRadar ≈ 120 000 евро;
- поставка и монтаж локальной сети раннего предупреждения (передача/хранение данных, сеть оповещения общественности, интранет-оборудование): ≈ 5 000 евро за объект (оползень).

Таким образом, ориентировочные затраты на установку локальной системы мониторинга и раннего предупреждения на один объект (оползень), включая сопутствующие мероприятия, составят от ≈ 80 000 до ≈ 170 000 евро.

Таким образом, для этой меры была использована оценочная стоимость в размере 170 000 долларов США.

#### 7.1.8. Мера 8 - Внедрение системы мониторинга и предупреждения о природных пожарах

Для этой меры была включена оценочная стоимость в размере 150 000 долларов США с учетом работы консультантов, которая потребуется для расширения существующего продукта для природных пожаров.

#### 7.1.9. Мера 9 - Улучшение сети мониторинга землетрясений

На данный момент можно перечислить следующие позиции мобильной системы раннего предупреждения о землетрясениях:

- Инструментальная модернизация северной части сейсмологической сети КИС (улучшение возможностей раннего предупреждения, целевая зона ЭКАБ, подробные характеристики будут определены позже в ходе консультаций с КИС): ≈ 80 000 евро,
- Поставка пяти акселерометров SMA (включая датчики, регистратор данных и другое соответствующее оборудование, цена за единицу ≈30 000 евро, включая установку эталонного акселерометра SMA в Бишкеке): ≈150 000 евро,

- Обработка/хранение/распространение данных (специализированное оборудование/программное обеспечение для сбора, анализа регистрируемых данных, удаленная передача данных): ≈ 20 000 евро.

Таким образом, ориентировочная стоимость поставки мобильной системы раннего предупреждения о землетрясениях, включая сопутствующие мероприятия, составит ≈ 300 000 долларов США.

#### 7.1.10. Мера 10 - Оповещения системы раннего предупреждения об опасных явлениях и их распространение на нескольких платформах

Для этой меры была определена общая оценочная сумма в 510 000 долларов США с учетом пятилетнего периода. Следует отметить, что при включении ежегодной стоимости для всех мер рассматривался пятилетний период.

- Системная интеграция и разработка программного обеспечения: 200 000 долларов США.
- Создание и обслуживание мобильного приложения: 60 000 долларов США.
- Обучение местного правительства и сообщества: 50 000 долларов США.
- Ежегодные операционные расходы 40 000 долларов США в год: 200 000 долларов США за пять лет.

#### 7.1.11. Мера 11 - Общинные радиостанции для быстрого местного оповещения

Оценочная стоимость этого мероприятия составляет 225 000 долларов США с учетом пятилетнего периода.

- Создание 10 радиостанций в зонах повышенного риска: 120 000 долларов США.
- Операционные расходы (включая персонал и оборудование) 15 000 долларов США на станцию в год: 75 000 долларов США в течение пяти лет.
- Взаимодействие с сообществом и обучение: 30 000 долларов США.

#### 7.1.12. Мера 12 - Оценка коммуникационных процедур и внедрения сотового вещания

На это мероприятие была выделена оценочная стоимость в размере 350 000 долларов США, которая включает оплату консультационных услуг, семинары с местными заинтересованными сторонами, технические оценки и разработку отчетов.

#### 7.1.13. Мера 13 - Учения и тренировочные упражнения с охватом множества опасных явлений для местных сообществ

На эти цели выделено в общей сложности 320 000 долларов США с учетом следующего:

- Планирование и логистика: 80 000 долларов США.
- Оборудование для симуляций (например, убежища, аптечки): 50 000 долларов США.
- Обучение сообществ и кампании по повышению информированности: 40 000 долларов США.
- Ежегодные операционные расходы (30 000 долларов США в год): 150 000 долларов США в течение пяти лет.

#### 7.1.14. Мера 14 - Трансграничная команда реагирования на чрезвычайные ситуации

На эти цели выделено в общей сложности 1 170 000 долларов США с учетом следующего:

- Закупка оборудования (транспортные средства, медицинские аптечки, тяжелая техника): 600 000 долларов США.
- Обучение и развитие потенциала: 20 000 долларов США.
- Ежегодные операционные расходы (90 000 долларов США в год): 450 000 долларов США на пять лет.

### 7.1.15. Мера 15 - Планирование упреждающих действий для реагирования на множественные опасные явления

Общая сметная стоимость данной меры оценивается в 500 000 долларов США, которая будет включать:

- Настройка механизмов финансирования на основе прогнозов (ФоП) и пороговых значений для триггеров (100 000 долларов США).
- Развитие потенциала местных государственных органов и сообществ для реализации упреждающих действий (75 000 долларов США).
- Разработка протоколов упреждающих действий, согласованных между Казахстаном и Кыргызской Республикой, включая консультации экспертов, семинары и трансграничные координационные встречи (150 000 долларов США).
- Предварительное размещение предметов первой необходимости, логистика эвакуации и имитационные учения для тестирования протоколов (175 000 долларов США).

### 7.1.16. Мера 16 – Результаты системы

Как уже отмечалось, эта мера будет касаться интеграции всех мер в существующую СРПМОЯ в регионе ЭКАБ, учитывая заинтересованные стороны двух стран. На эту меру было выделено в общей сложности 175 000 долларов США для учета нескольких консультантов, необходимых для реализации.

## 7.2. Мера смягчения

### 7.2.1. Оценка бюджета Трансграничного плана управления бассейном реки Чу

Бюджет этого проекта оценивается примерно в 928 000 долларов США (доверительные диапазоны от 700 000 до 1 100 000 долларов США), срок реализации составляет 18–24 месяца, включая 10% непредвиденных расходов:

ПЛАН ТРАНСГРАНИЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ БАССЕЙНОМ РЕКИ ЧУЙ	Человеко-дней	Бюджет (долл. США)
<i>Фаза А. Базовые исследования</i>		
A.1- Сбор существующей информации.	40	16 000
A.2- Инвентаризация гидроморфологических нагрузок	160	64 000
A.3- Исторический анализ гидроморфологических процессов	80	32 000
A.4- Разработка гидрологической модели бассейна	240	96 000
A.5- Гидравлическое моделирование и моделирование переноса наносов	240	96 000
<i>Фаза В. Полевые мероприятия</i>		
V.1- Характеристика наносов в водотоках	30	12 000
V.2- Измерение расхода реки различными методами	120	48 000
V.3- Кампания по оценке переноса твердых веществ с использованием RFID-трекеров	120	48 000
<i>Фаза С. План адаптации и снижения риска</i>		
C.1- План адаптации и снижения риска	360	144 000
C.2- Базовый проект 1	240	96 000
C.3- Базовый проект 2	240	96 000
C.4- Базовый проект 3	240	96 000
<i>Непредвиденные расходы (10%)</i>	<i>211</i>	<i>84 400</i>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>2 321</b>	<b>928 400</b>

Эта оценка основана на средней ставке 400 долларов США на человека в день (все включено), при этом команда проекта состоит из 75% местных консультантов с оплатой 300 долларов США в день и 25% международных консультантов с оплатой 700 долларов США в день.

### 7.2.2. Оценка бюджета количественного анализа климатических рисков в Алматы и Бишкеке

Бюджет этого проекта оценивается примерно в 800 800 долларов США (доверительные диапазоны от 600 до 1000 тысяч долларов США), срок реализации составляет 12–18 месяцев, включая 10% непредвиденных расходов:

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ РИСКОВ АЛМАТЫ И БИШКЕКА	Человеко-дни	Бюджет (долл. США)
1. Сбор данных и первоначальный анализ	40	16 000
2. Оценка климатического риска	320	128 000
3. Исследования в области городского планирования и роста городов	180	72 000
4. Программа мероприятий («серые» и «зеленые»)	480	192 000

5. Взаимодействие с заинтересованными сторонами и институциональная координация	160	64 000
6. Детальное проектирование пилотных проектов с использованием ПР	480	192 000
7. Мониторинг, оценка и обеспечение соблюдения	40	16 000
8. Развитие потенциала	40	16 000
9. Управление проектом и координация	80	32 000
<i>Непредвиденные расходы (10%)</i>	<i>182</i>	<i>72 800</i>
<b>Всего:</b>	<b>2 002</b>	<b>800 800</b>

Эта оценка основана на средней ставке 400 долларов США на человека в день (все включено), при этом команда проекта состоит из 75% местных консультантов с оплатой 300 долларов США в день и 25% международных консультантов с оплатой 700 долларов США в день.

### 7.2.3. Оценка бюджета плана комплексного управления прибрежной зоной озера Иссык-Куль

Бюджет этого проекта оценивается примерно в 1 108 000 долларов США (доверительные диапазоны от 800 000 до 1 200 000 долларов США), срок реализации составляет 18–24 месяца, включая 10% непредвиденных расходов:

ПЛАН КУПЗ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ	Человеко-дни	Бюджет (долл. США)
1. Сбор данных и первоначальный анализ	40	16 000
2. Экологическая оценка	320	128 000
3. Социально-экономический контекст	320	128 000
4. Взаимодействие с заинтересованными сторонами и институциональная координация	240	96 000
5. Стратегия комплексного управления	640	256 000
6. Меры адаптации к изменению климата	480	192 000
7. Экономическое развитие и устойчивый туризм	240	96 000
8. Мониторинг, оценка и обеспечение соблюдения	60	24 000
9. Развитие потенциала	60	24 000
10. Управление проектом и координация	120	48 000
<i>Непредвиденные расходы (10%)</i>	<i>252</i>	<i>100 800</i>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>2 772</b>	<b>1 108 800</b>

Эта оценка основана на средней ставке 400 долларов США на человека в день (все включено), при этом команда проекта состоит из 75% местных консультантов с

оплатой 300 долларов США в день и 25% международных консультантов с оплатой 700 долларов США в день.