

**ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ МЕЖДУНАРОДНОГО  
ФОНДА СПАСЕНИЯ АРАЛА АГЕНТСТВО GEF**

**ПРОГРАММА БАСЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ  
ПРОЕКТ  
УПРАВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ И ВОДНЫМИ  
РЕСУРСАМИ**

**КОМПОНЕНТ С:  
БЕЗОПАСНОСТЬ ПЛОТИН И УПРАВЛЕНИЕ  
ВОДОХРАНИЛИЩАМИ**

**УЧКУРГАНСКАЯ ПЛОТИНА  
ОТЧЕТ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

**МАРТ 2000г.**

*Совместно с*

**GIBB**  

---

**LAWGIBB Group Member** 



**УЧКУРГАНСКАЯ ПЛОТИНА  
ОТЧЕТ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Глава</b>	<b>Наименование</b>	<b>Страница</b>
1	ВВЕДЕНИЕ	1-1
	1.1 Описание Проекта	1-1
	1.2 Порядок оценки безопасности	1-2
	1.3 Обзор оценки безопасности	1-3
2	ОПИСАНИЕ ПЛОТИНЫ	2-1
	2.1 Местоположение, цели, дата строительства	2-1
	2.2 Описание плотины	2-1
	2.3 Оценка риска	2-1
3	ОБЗОР ПРОЕКТА	3-1
	3.1 Гидрология	3-1
	3.2 Геология	3-2
	3.3 Строительные материалы и их свойства	3-2
	3.4 Противофильтрационные мероприятия	3-2
	3.5 Режим работы водохранилища	3-3
	3.6 Контрольно-измерительная аппаратура	3-3
	3.7 Гидроэнергетический потенциал	3-3
4	СОСТОЯНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТИНЫ	4-1
	4.1 Замечания по обследованию	4-1
	4.2 Оценка результатов выполняемого мониторинга	4-1
	4.3 Аварии на плотине	4-2
	4.4 Нормы и правила эксплуатации	4-2
	4.5 Существующая система раннего оповещения и правила действий в аварийной обстановке	4-2

		<b>GIBB</b>
5	ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ	5-1
	5.1 Основные положения	5-1
	5.2 Безопасность конструкции	5-2
	5.3 Безопасность плотины при паводках	5-2
	5.3.1 Введение	5-2
	5.3.2 Вероятность превышения расчетных гидрографов	5-3
	5.3.3 Факторы, снижающие безопасность плотины в период паводка	5-4
	5.3.4 Выводы и рекомендации	5-5
	5.4 Условие аварийной сработки водохранилища	5-6
	5.5 Безопасность в отношении землетрясений	5-6
	5.5.1 Проектные сейсмические критерии	5-6
	5.5.2 Конструкция плотины	5-7
	5.5.3 Вспомогательные конструкции	5-7
	5.6 Другие вопросы безопасности	5-7
	5.6.1 Безопасность в отношении доступности	5-7
	5.6.2 Безопасность в отношении электроснабжения	5-7
	5.7 Анализ безопасности, выводы	5-8
	5.7.1 Основные положения	5-8
	5.7.2 Заключение по вопросу безопасности	5-8
6	РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, РАБОТЫ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	6-1
	6.1 Общие положения	6-1
	6.2 Дополнительные съемки, исследования и инспекции	6-1
	6.2.1 Общие положения	6-1
	6.2.2 Съемки	6-1
	6.2.3 Исследования грунтов и инспекции	6-2
	6.2.4 Инженерные проработки	6-2
	6.3 Строительные работы	6-3
	6.4 Оборудование и запасные детали к ним	6-3
	6.5 План мероприятий срочного реагирования в экстремальных ситуациях	6-4
	6.6 Приоритет работы	6-4
7	ВЫВОДЫ	7-1
	ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	7-1

**ПРИЛОЖЕНИЕ А - Перечень использованных материалов**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Оценка риска**

**ПРИЛОЖЕНИЕ В - Контрольно-измерительная аппаратура**

**ЧЕРТЕЖИ**

- 1. Генеральный план**
- 2. Ситуационный план**
- 3. Общий вид гидроузла с верхнего бьефа**
- 4. Продольный разрез по оси здания станции**
- 5. Поперечный разрез по оси агрегата**
- 6. Учкурганская ГЭС - разрез по оси водосливной плотины**
- 7. Поперечный разрез земляной части плотины**

## СОКРАЩЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

ПБАМ	Программа Бассейна Аральского моря
ЦА	Центральная Азия
ГУК	Группа Управления Компонентом
ООС/ОВОС	Оценка окружающей среды/Оценка воздействия на окружающую среду
ИК-МФСА	Исполнительный Комитет Международного Фонда Спасения Арала
НПУ	Нормальный подпорный уровень
БСС	Страны Бывшего Советского Союза
FAO/CP	Организация по продовольствию и сельскому хозяйству/Программа Сотрудничества Всемирного Банка
ВВП	Внутренний валовой продукт
GEF	Global Environment Facility
ICB	Международный аукцион (тендерная комиссия)
ICOLD	Международная комиссия по большим плотинам
МКВК	Межгосударственная комиссия по водной координации
IDA	Ассоциация Международного Развития при Всемирном Банке
МФСА	Международный Фонд Спасения Арала
АО	Акционерное общество
МУ	Минимальный уровень сработки
М & О	Мониторинг и оценка
НТК	Национальная тендерная комиссия
НПО	Неправительственная организация
О & М	Управление и эксплуатация
PIP	План реализации проекта
PIU	Группа реализации проекта
ГУКП	Группа Управления и Координации Проекта
RE	Местный инженер
ТП	Техническая помощь
ТЗ	Техническое задание
НИЦ	Научно-Информационный центр при МКВК
СС	Советский союз
НОР	Небольшой объем работ
НДС	Налог на Добавленную Стоимость
WARMAP	Управление Водными Ресурсами и Сельскохозяйственное Производство в Центральноазиатских Республиках
<i>masl</i>	метры над уровнем моря
млн.м <sup>3</sup>	миллион кубических метров
км <sup>3</sup>	кубический километр = 1000 млн.м <sup>3</sup>
м <sup>3</sup> /с	кубометр в секунду
га	гектар
ч	час

# 1 ВВЕДЕНИЕ

---

Этот отчет является одним из десяти отчетов подготовленных по Компоненту С: Проект "Безопасность плотин и управление водохранилищами" проекта Управление Водными Ресурсами и Окружающей Средой» (WAEMP). Проект WAEMP финансируется различными донорами, такими как Global Environment Facility (GEF) через Всемирный Банк, правительствами Голландии и Швеции, Европейским Союзом, который выполняется Агентством МФСА по Проекту GEF – Программа бассейна Аральского моря.

---

## 1.1 Описание Проекта

---

В основном, Проект WAEMP преследует цели определить корни причин перерасхода и деградации международных водных ресурсов бассейна Аральского моря, начать снижение водопотребления, в особенности на ирригацию. Проект имеет цели также подготовить основы для привлечения инвестиций в водный сектор со стороны общественного и частного секторов, а также доноров. В соответствии с целями Проект разделяется на несколько компонентов. Проект Безопасность Плотин и Управление Водоохранилищами, для которого составлен настоящий отчет, является одним из них. Другими компонентами являются: Проект Управления Водным и Солевым Балансом, ведущий компонент для выработки общего подхода, стратегии и программы действий; Проект Формирование Общественного Мнения предназначен для обучения населения водосбережению; Проект Мониторинга Трансграничных Водных Ресурсов предназначен для создания возможности мониторинга трансграничных водных потоков и качества воды; Проект Восстановления Пойм для восстановления поймы дельты реки Амударья. Все эти компоненты взаимосвязаны между собой.

Компонент Безопасность Плотин и Управление Водоохранилищами сосредотачивает внимание на следующем:

- a) Продолжение независимой оценки безопасности плотин региона, повышение безопасности плотин, рассматривает заиление водохранилищ и подготовку плана инвестиций
- b) Модернизация систем мониторинга и раннего оповещения на выбранных плотинах на пилотной основе
- c) Выполнение детальных проектных проработок приоритетных мер по восстановлению плотин
- d) Сбор приоритетной информации и подготовка программы по Сарезскому озеру

Деятельность, в соответствии с поставленными целями, разделена на два блока и будет выполняться одновременно в соответствии с согласованными планами работ:

- Безопасность Плотин и Управление Водоохранилищами (включает «а», «b» и «с»)

- Оценка безопасности Сарезского озера (включает «d»)

Блок «Безопасность Плотин и Управление Водохранилищами» охватывает следующие вопросы: безопасность плотин, естественные препятствия, заиливание водохранилищ, управление руслами рек и т.д.

Рассматриваются 10 плотин, по две от каждой республики:

Казахстан - Чардарьинская и Бугуньская плотины  
Кыргызстан – Учкурганская и Токтогульская плотины  
Таджикистан – Кайраккумская и Нурекская плотины  
Туркменистан – Копетдагская и Хаузханская плотины  
Узбекистан – Ахангаранская и Чимкурганская плотины

В целях обеспечения безопасности человеческих жизней главный приоритет дается обзору безопасности каждой из этих плотин, которые являются предметом настоящего отчета.

---

## 1.2 Порядок оценки безопасности

---

Оценка безопасности плотин является первой стадией в оценке (включая расчет себестоимости и экономическое обоснование), анализе, проектировании и выполнении мер направленных на гарантирование безопасного управления на выбранных плотинах. Это подготовлено на основе краткого рекогносцировочного обследования каждой плотины, обсуждений с обслуживающим персоналом и внимательного рассмотрения материалов и информации с готовностью представленной нам. Сбор и систематизация материалов были начаты еще до начала работ по данному проекту, но этот процесс (выполняемый Национальными группами) находится все еще на ранней стадии выполнения.

Обследования плотины и настоящий отчет выполнены группой международных экспертов специализирующихся по плотинной инженерии и процедурах обеспечивающих безопасность плотин. Эта группа включает в себя экспертов компании GIBB Ltd (Великобритания), объединившихся для выполнения этой цели с корпорацией Snowy Mountains Electricity Corporation (SMEC) из Австралии, вместе с членами группы Региональных Экспертов, с которыми были заключены индивидуальные контракты для работы в качестве консультантов по этому проекту. В дальнейшем в этом отчете эта группа называется как Международные Консультанты (МК). Во время обследований плотины МК была оказана поддержка со стороны членов Национальных групп (НГ), назначенных для выполнения этого проекта от всех пяти Центральноазиатских республик.

Основной состав членов международной группы, которые являются авторами этого отчета следующий:

- Джим Халкро – Джонстон (GIBB Ltd) – руководитель группы
- Г. С. Цуриков (Узбекистан) – заместитель руководителя группы
- Эдвард Джексон (GIBB Ltd) -специалист по плотинам

- Лилиана Спасик Грил (GIBB Ltd) - инженер-геотехник /специалист по плотинным сооружениям
- Павел Козаровский (SMEC) – гидролог / инженер по гидравлике
- Э.В. Гисин – специалист по плотинам ( Казахстан)
- Э.А. Арапов – специалист по гидросооружениям (Туркменистан)
- Г. Т. Касымова – специалист по энергетике ( Республика Кыргызстан)
- Р. Каюмов - специалист по гидросооружениям (Таджикистан )
- Р.Г.Вафин -гидролог, со специализацией по заилению водохранилищ (Узбекистан)
- В.Н. Пулявин – специалист по контрольно-измерительной аппаратуре плотин (Узбекистан)
- Н.А. Буслов – специалист по плотинам (Туркменистан)
- И.П.Митюлов - эксперт по сметам и поставкам (Узбекистан)
- Н.А. Дубоносков – эксперт по механическому оборудованию (Республика Кыргызстан)

Большинство из перечисленных выше членов группы внесли свой вклад в подготовку настоящего отчета.

---

### 1.3 Обзор оценки безопасности

---

Оценка безопасности выполняется на основании поверхностных и очевидных наблюдений проведенных во время обследования плотин, обсуждений с обслуживающим персоналом и последующими обсуждениями с членами Национальных Групп, рассмотрении проектных материалов и строительной документации, которые можно было представить для рассмотрения международным экспертам. (Полный перечень использованной документации включен в приложение А).

Оценка безопасности плотин требует оценки следующих факторов:

- (1) **Характеристики водохранилища и района плотины**, в том числе режим наводнений по реке и геологические условия этого района;
- (2) **Характеристики плотины**, в том числе ее проектные и существующие показатели;
- (3) Ожидаемые **стандарты по управлению и эксплуатации** плотин, функционирование и их значение для безопасности;
- (4) **Воздействие на нижерасположенные территории** в результате аварии на плотине либо в результате исключительно чрезмерного сброса воды.

Структура настоящего отчета отражает обзор оценки безопасности. В главе 2 дано общее описание плотины, в том числе местоположение, цели, основные размеры и оценка степени риска в отношении влияния, которое мог бы оказать инцидент с точки зрения безопасности на прилегающие населенные территории. Глава 3 рассматривает проектные факторы, которые принципиально влияют на безопасность плотины.

Комментарий по состоянию и устройству плотины приводится в главе 4, и в главе 5 дается оценка безопасности.



В главе 6 даются рекомендации для исследований, работ и ассигнований, которые следует предпринять в интересах гарантированной безопасности плотины и нижерасположенных населенных территорий. Заключение и рекомендации приведены в главе 7.

Рекомендации по мерам безопасности представленные в данном отчете должны рассматриваться как предварительные до тех пор, пока их точный объем не будет определен результатом дальнейших исследований, которые не ходят в рамки настоящего соглашения. Следовательно, ни каких попыток не было сделано на данном этапе для оценки стоимости требуемых ремонтных работ или подготовки экономического обоснования предполагаемых работ,

## 2 ОПИСАНИЕ ПЛОТИНЫ

---

### 2.1 Местоположение, цели, дата строительства

---

Уч-Курганское водохранилище расположено в Джалалабадской области Кыргызской республики на р.Нарын у поселка Шамалды-Сай. Выше, в 92,5 км находится Токтогульская ГЭС.

Подъезд к плотине возможен по асфальтированной дороге Бишкек-Ош с поворотом на пос. Шамалды-Сай (Схема 1).

Целью гидроузла является:

- выработка электроэнергии;
- обеспечение водозабора в Большой Наманганский канал (БНК) и левобережный Уч-Курганский канал.

Проект разработан институтом САО «Гидропроект» г.Ташкент  
Гидроузел введен в эксплуатацию в 1960г.

---

### 2.2 Описание плотины

---

Учкурганская ГЭС – руслового типа с совмещенными донными водосбросами на низких отметках и высоко расположенным водозабором в турбинные водовыводы. В состав основных сооружений Учкурганского гидроузла входят (Схема 2,3):

- здание ГЭС
- водосливная плотина
- левобережная земляная дамба
- головные регуляторы БНК и Учкурганского канала.

Здание ГЭС – подпорного типа, совмещено с восьмью донными водосбросами, размещено у левого берега реки (Схема 4,5). Здание ГЭС расположено на конгломератно-галечниковом основании, в которое врезан глубокий противофильтрационный контур. В здание ГЭС установлены 4 гидроагрегата установленной мощностью 45 МВт. Подвод воды к агрегатам осуществляется турбинными водоводами ( по два на каждый агрегат) Входные отверстия донных водосбросов размещены под входными отверстиями турбинных водоводов.

Водосливная плотина (с одним пролетом) (Схема 6). расположена с правой стороны здания ГЭС и примыкает к правобережной сопрягающей стенке. В нижнем бьефе здания и водосливной плотины расположен водобой с береговыми и разделительными стенками. Общая длина здания вместе с водосливной плотиной и разгрузочной площадкой 100м , высота- 56 м.

Левобережная земляная дамба (Схема 7). выполнена из гравелисто-галечникового грунта с доведением объемного веса до 2,2-2,25 т/м<sup>3</sup>. На верховом откосе с ПК 0 до ПК 15+80 устроен однослойный и двухслойный железобетонный экран, который доведен до кровли конгломерата. На остальном участке дамбы на верховом откосе устроен экран и понур из супеси с пригрузкой гравелисто-галечниковым грунтом. Для защиты от волнового воздействия устроена каменная наброска с диаметром фракций более 150мм.

Правобережный водовыпуск БНК входит в тело правобережной сопрягающей стенки. Он выполнен в виде открытого регулятора с тремя отверстиями 2х2 м. Левобережный водовыпуск трубчатого типа Учкурганского канала имеет 2 отверстия размером 2х2 м .

На плотине установлено гидромеханическое оборудование в составе:

- на водосливной части плотины – плоский поверхностный скользящий двухсекционный ремонтный затвор размером 12х12 м и плоский поверхностный сдвоенный скользящий рабочий затвор размером 12х12;
- на агрегатной части плотины - затворы донного сброса – ремонтные плоские глубинные скользящие затворы размером 8х5,5м ( 8 шт) и рабочие плоские глубинные скользящие затворы размером 5х5м (8 шт);
- затворы турбинных водоводов-ремонтные плоские глубинные скользящие затворы размером 8х10м (8 шт) и аварийные плоские глубинные скользящие затворы размером 8х8м ( 8шт).

Основные размеры различных компонентов плотины и водохранилища приведены в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 .Учкурганская плотина –Основные Параметры

Основные параметры водохранилища		
1. Полный объем	проектный	56.4 млн м <sup>3</sup>
	фактический	21.1 млн. м <sup>3</sup>
2. Полезный объем	проектный	16.4 млн.м <sup>3</sup>
	фактический	13.4 млн.м <sup>3</sup>
3. Мертвый объем	проектный	40 млн.м <sup>3</sup>
	фактический	7.7млн.м <sup>3</sup>
4. Отметка нормального подпорного уровня	(НПУ)	539.5 м. Б.С
5. Отметка максимального подпорного уровня	(МПУ)	540.8 м. Б.С
6. Горизонт мертвого объема	(ГМО)	536.5 м. Б.С
7. Площадь зеркала при	(НПУ)	4 км <sup>2</sup>
	(МПУ)	4.4 км <sup>2</sup>
8. Длина по гребню плотины	Бетонная	27 м
	Земляная	2882м
9. Высота плотины	Бетонная	37 м
	Земляная	30 м
10.Заложение откосов земляной плотины	Верхового	1:3
	Низового	1:2,5
11.Ширина гребня		10 м
<b>Максимальная пропускная способность при паводке 0.01% обеспеченности</b>		
12. Всех сооружений ,в том числе:		4271м <sup>3</sup> /сек
- Водосбросы ГЭС		760 м <sup>3</sup> /сек
- Поверхностный водосброс		1000м <sup>3</sup> /сек
- Донные водосбросы		2400м <sup>3</sup> /сек
- Водозабор БФК	при НПУ	81м <sup>3</sup> /сек
	при ГМО	27м <sup>3</sup> /сек
- Водозабор Уч-Курганского канала	при НПУ	30м <sup>3</sup> /сек
	при ГМО	18 м <sup>3</sup> /сек

## 2.3 Оценка риска

Во многих странах мира используется формальная система классификации ICOLD (Международный Комитет По Высоким Плотинам) для определения степени риска который связан со смертельными исходами людей и /или с

ущербом имущества в результате наводнения по вине работы плотины или в случаях паводковых явлений. Величина риска зависит частично от характеристики плотин и резервуара, частично от условий нижнего бьефа плотины. Факторы риска по безопасности плотин, согласно процедуры ICOLD Бюллетень 72 ( ICOLD 1989) представлены в таблицах в Приложении Б. (См. Таблицы в Приложении Б)

Итоговый фактор риска для Учкурганской плотины составляет - 32 балла (табл. 2.2), что классифицирует плотину в IV класс риска, являющийся самой высокой степенью риска.

**Таблица 2.2 Учкурганская Плотина- Фактор риска**

Объем водохранилища (млн. м <sup>3</sup> )		<u>Баллы</u>
	56.4	6
Высота плотины (м)	37	2
Требования по эвакуации в нижнем бьефе	1000	12
Потенциальный ущерб в нижнем бьефе	Высокий	12
	Всего	32

### 3 ОБЗОР ПРОЕКТА

---

#### 3.1 Гидрология

---

Учкурганский гидроузел расположен в нижнем течении р.Нарын. Учитывая, что гидроузел расположен в нижней части бассейна реки, тип питания реки снегово-ледниковый с наложением дождевого. Площадь бассейна реки до створа гидроузла 58200 км<sup>2</sup>.

Расчетный опорный пост - Учкурган . Площадь бассейна реки Нарын в створе гидропоста составляет  $F = 58400 \text{ км}^2$  , боковой приточности нет.

Естественный сток реки за многолетний период следующий :

- норма стока составляет 429 м<sup>3</sup>/сек;
- модуль стока  $M = 7.35 \text{ л/сек км}^2$  ;
- слой стока составляет 232 мм.
- 

В данное время сток искажен регулированием Токтогульского, Курпсайского, Ташкумырского, Шамалдысайского гидроузлами.

Паводковый период наблюдается в апреле-августе, когда приходит до 70% годового объема стока. Наблюденный максимальный расход равный 2970 м<sup>3</sup>/сек отмечен 20.VI. 1966 г. Принятый в проекте расход 0.1% обеспеченности составляет 3300 м<sup>3</sup>/сек. Если наблюдаемый расход принят как 1% обеспеченности, то расход 0.01% обеспеченности составит 4385 м<sup>3</sup>/сек, а 0.1% обеспеченности - 3570 м<sup>3</sup>/сек.

Пропускная способность Учкурганского гидроузла составляет 3300 м<sup>3</sup>/сек. По условиям пропускной способности русла можно сбрасывать 2400 м<sup>3</sup>/сек. Летний месячный минимальный расход воды составил 190 м<sup>3</sup>/сек. Зимний месячный минимальный расход воды составляет 100 м<sup>3</sup>/сек. Срочный наблюдаемый минимум - 0 м<sup>3</sup>/сек.

Сток взвешенных наносов для естественных условий составляет 250 кг/сек, а годовой сток наносов –7,9 млн.т. . При объемном весе равном 1.3 т / м<sup>3</sup> годовой сток составляет 6.07 млн. м<sup>3</sup>.

Объем суточного регулирования водохранилища составлял 30 млн. м<sup>3</sup>. На данный момент объем водохранилища на 70% заилен. Однако, строительство Токтогульского водохранилища и других гидроузлов резко сократило поступление наносов.

Среднегодовая величина взвешенных наносов на данном этапе не превышает

20 кг/сек, что дает наносов в количестве 0.63 млн. т. или 0.485 млн. м<sup>3</sup>.

Ввиду сокращения регулирующих объемов чаши значительная часть наносов в существующих условиях переносится в нижний бьеф.

Ниже плотины Токтогульской ГЭС в экстремальных случаях приращения расчетных расходов составляют:

- 0.01% обеспеченности с гарантийной поправкой –675 м<sup>3</sup>/сек;
  - 0.1% обеспеченности –470 м<sup>3</sup>/сек
  - 1% обеспеченности –376 м<sup>3</sup>/сек.
- 

### 3.2 Геология

---

Местность района гидроузла равнинная, слегка всхолмленная. Левый берег долины плавно опускается к реке, правый берег обрывист и изрезан оврагами и саями. Район гидроузла сложен 4-мя основными разновидностями грунтов: четвертичным мелкоземом - мощностью от 0,3 до 2 м, галечниками - мощностью до 5 м, конгломерато-галечниковой толщии достигающей до 30 м мощности (подстилающей галечниковые грунты в пределах всех сооружений гидроузла) и ниже залегающими мергелистыми глинами.

Сейсмичность района строительства 9 баллов.

---

### 3.3 Строительные материалы и их свойства

---

Учитывая, что земляная плотина отсыпана из гравелисто-галечникового грунта высокой плотности и основание из того же материала можно сделать вывод об отсутствии риска разжижения.

---

### 3.4 Противофильтрационные мероприятия

---

Для уменьшения противофильтрационного давления в основании ГЭС, расположенного на конгломерато - галечниковой толще, и в основании водосливной плотины выполнена цементационная завеса.

Для исключения фильтрации в земляной плотине выполнен двухслойный (на высокой части плотины) и однослойный железобетонный экран с доведением его до кровли конгломерата, а на других участках экраном и понуром из супеси с пригрузкой их гравелисто-галечниковым грунтом.

---

### 3.5 Режим работы водохранилища

---

Режим работы водохранилища направлен на выработку электроэнергии и поддержание горизонтов воды для водозаборов в БНК и Учкурганский каналы, согласно графика водопотребления.

Водохранилище имеет объем суточного регулирования в размере около 30 млн.м<sup>3</sup> при изменении напора от 35,7 м до 18,5 м ( в настоящее время этот объем заиллен на 70%).Согласно данным службы эксплуатации фактический среднемноголетний сброс составляет 12,8 млрд.м<sup>3</sup>, а фактический среднемноголетний приток-13,5 млрд м<sup>3</sup>.

---

### 3.6 Контрольно-измерительная аппаратура

---

Для контроля за состоянием сооружений установлена контрольно-измерительная аппаратура, предназначенная для наблюдений за фильтрационным режимом в теле и основании плотины, наблюдениями за осадкой и горизонтальными смещениями здания ГЭС и плотины, температурным режимом и напряжениями в арматуре, за уровнем верхнего и нижнего бьефа. Всего установлено для наблюдения:

- пьезометрическая сеть (скважины глубинного дренажа,напорные и безнапорные пьезометры, пьезодинамометры) - 135 шт.(действует -81);
  - за осадкой и горизонтальными смещениями( реперы,высотные марки,пункты триангуляции, пункты створа, пространственные щелемеры, пункты полигонометрии, марки земляной плотины) - 185 шт.( действует - 127);
  - за напряжением в арматуре (арматурные динамометры) - 24 шт.(действует 13);
  - за температурным режимом(терморезисторные термометры) - 29 шт. (действует-1);
  - за уровнем верхнего и нижнего бьефа (датчики горизонта воды) – 7 шт. (действует – 2 шт)..
- 

### 3.7 Гидроэнергетический потенциал

---

Учкурганская ГЭС обладает большим энергетическим потенциалом. Основной функцией вышеуказанной ГЭС является выработка электрической энергии для потребителей республики.

Здание ГЭС состоит из 4-х гидроагрегатов установленной мощностью 45 МВт. На ГЭС установлены 3 гидротурбины типа ПЛ-577-БВ и одна опытная двухперовая гидротурбина типа ПЛ-707 ВБ-500 непосредственно соединенная с гидрогенератором типа СВ-840/150 –52 . Главная схема электрических соединений станции построена по принципу укрупненных блоков. Два агрегата подключены к одному повышающему двухобмоточному трансформатору. Вырабатываемая электроэнергия по 3-м ВЛ-110кВ подается в энергосистему Кыргызской Республики.



## 4 СОСТОЯНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТИНЫ

---

### 4.1 Замечания по обследованию

---

Посещение Учкурганского водохранилища было осуществлено экспертами GIBB совместно с региональными специалистами 5 октября 1999 года.

При осмотре было обнаружено:

- заиливание чаши водохранилища составляет около 70%.
  - весь комплекс гидромеханического и электротехнического оборудования в целом находится в удовлетворительном состоянии.
  - Тревогу у обслуживающего персонала вызывает отказы в электрооборудовании (силовые кабели, коммутационная аппаратура) и регулирующей аппаратуре управления гидротурбинами. Требуется замена кабелей, ремонт коммутационной аппаратуры и капитальный ремонт или замена автоматически регулирующей аппаратуры управления гидротурбинами.
  - со слов специалистов службы эксплуатации три донных водосбросных отверстия заилены наносами, что привело к невозможности поднятия рабочих затворов.
- 

### 4.2 Оценка результатов выполняемого мониторинга

---

Инструментальные наблюдения за сооружениями Учкурганского водохранилища осуществляются ежегодно персоналом лаборатории натуральных исследований каскада Токтогульской ГЭС, согласно инструкциям по натурным измерениям, разработанными на Токтогульской ГЭС.

В ходе посещения Учкурганской ГЭС были изучены материалы, представленных ежегодных отчетов натуральных исследований, проводимых на водохранилище на основании чего можно отметить следующее:

- раскрытие швов не превышает 1-2 мм;
- противодействие на подошву здания ГЭС отсутствует;
- наблюдается повышение уровня грунтовых вод (предположительно вследствие размыва закоматированного ложа водохранилища поступающей осветленной воды после ввода Токтогульского водохранилища).
- происходит увеличение среднегодового фильтрационного расхода (1995г.- 35л/с, 1997г.-10 л/с, 1998г.-15,15л/сек);

Последний цикл геодезических наблюдений за осадкой и смещениями сооружений Учкурганской ГЭС был выполнен в 1995 году и показал следующее:

- осадка марок, установленных на основании здания ГЭС составила 1-2 мм,
- суммарная осадка марок плотины не превышает 31мм: по многим маркам со стороны левого берега наблюдается подъем (до 9мм), со стороны правого берега осадка 12мм;

- по сравнению с 1992 годом в 1995 году было отмечено увеличение смещения левобережной части плотины в сторону верхнего бьефа на 5,47-7,54мм;

По просьбе службы эксплуатации и в целях обеспечения контроля за состоянием гидротехнических сооружений необходимо выполнить следующие мероприятия;

- провести ревизию всей контрольно-измерительной аппаратуры;
  - установить геодезические марки – 18 шт.
  - установить щелемеры;
  - завершить расширение пьезометрической и дренажной сети–102шт
- автоматизировать процесс измерения фильтрационных напоров в основании здания ГЭС и расхода фильтрации – 40шт.
- 

### 4.3 Аварии на плотине

---

В 1995 году в 12 км от г. Учкургана произошло сильное землетрясение в 7 баллов. В ходе обследования бетонной плотины после землетрясения не было никаких замечаний со стороны экспертов. Наблюдалось лишь образование трещины в здании ГЭС. Это говорит о сейсмостойкости и прочностных характеристиках здания выполненного из армированного бетона.

Также на протяжении последних лет наблюдались многочисленные микроземлетрясения, последствия которых не сказались на бетонную плотину Учкурганского водохранилища.

---

### 4.4 Нормы и правила эксплуатации

---

Типовая инструкция по эксплуатации Учкурганской ГЭС разработаны на основании "Типовой инструкции по эксплуатации гидротехнических сооружений русловых (приплотинных) гидроэлектростанций" Издательство Москва 1979 г. "Союзтехэнерго" . Инструкция перерабатывается один раз в три года дирекцией Учкурганской ГЭС и утверждается главным инженером головного объединения - каскадом Токтогульских ГЭС.

---

### 4.5 Существующая система раннего оповещения и правила действий в аварийной обстановке

---

Система раннего оповещения об аварийной ситуации населения близлежащих районов имеется, но не отвечает международным нормам и правилам.

В экстремальных ситуациях (аварии) имеется громкоговорящая связь, автоматизированная телефонная связь с коммутатором, а также каналы внешней связи, с помощью которых происходит оповещение населения об аварийной ситуации в районах, расположенных ниже водохранилища.

## 5 ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ

---

### 5.1 Основные положения

---

Оценку надежности принято выполнять на основании следующих общих критериев:

- (1) **Безопасность конструкции**  
Плотина, ее основания и борта должны обладать адекватной устойчивостью, чтобы выдерживать не только нормальные расчетные нагрузки, но и экстремальные.
- (2) **Безопасность при паводках**  
Уровень воды в водохранилище не должен превышать критический уровень (максимальный уровень паводковых вод) при максимальном вероятном паводке. Механизмы, регулирующие затворы и блоки энергоснабжения должны оставаться в полном рабочем состоянии, при чем к ним всегда, в любое время, должен быть доступ.

В экстремальной (аварийной) ситуации на плотине должна быть возможность задействовать адекватные средства для быстрого снижения уровня воды в водохранилище.

- (3) **Безопасность при землетрясениях**  
Плотина должна быть в состоянии выдерживать колебания грунта, вызванные максимальным расчетным землетрясением (МРЗ). Выбор соответствующего значения МРЗ делается на основании на оценки последствий в случае аварии плотины.
- (4) **Контроль работы плотины**  
Должен быть предусмотрен соответствующий контроль, инспекции и мониторинг работы плотины, эти меры обеспечат своевременное обнаружение угрозы для безопасности плотины, которая может быть вызвана повреждением плотины, ее конструктивными дефектами или внешней угрозой ее безопасности, это позволит принять необходимые меры по борьбе с опасностью

Необходимо адекватно осуществлять планирование мероприятий на случай аварийной ситуации, иметь средства раннего оповещения и связи, чтобы в случае аварии обеспечить безопасность населения, живущего в нижнем бьефе плотины.

По оценке безопасности были сделаны следующие выводы, хотя для изучения состояния Учкурганской плотины было предоставлено крайне недостаточное количество необходимых материалов и отсутствовали отчеты по обследованию.

---

## 5.2 Безопасность конструкции

---

Плотина является не особенно высоким простым сооружением, и включает в себя бетонную секцию с машинным залом станции водоприемники, водослив, и водоприемник канала, расположенные в естественном русле реки, с длинной (приблизительно 3 км ) дамбой вдоль левого берега реки.

МК кратко ознакомились с проектными документами и чертежами, но у них не было возможности провести детальное изучение материалов или сделать копии чертежей.

Однако, можно сделать вывод, что конструкция представляет собой устойчивое сооружение, откосы дамбы – нормальные, и нет видимых признаков разрушения конструкции, которые могли бы вызвать опасения.

Кривая депрессии в плотине не определена (в связи с тем, что не функционируют пьезометры), но экран с верховой стороны дамбы должен быть дренирован в целях безопасности. Дренажный расход не измеряется.

Последний раз полное обследование было выполнено Ташкентским институтом Гидропроект в 1988 году, но ознакомиться с отчетом по этому обследованию не удалось. Плотина ежегодно обследуется Киргизэнерго, но опять же отчетов по этим обследованиям обнаружить не удалось. На чертежах видно, что участок плотины около 1 километра длиной, будучи пристроенным к гребню плотины, на 1 метр ниже чем вся остальная плотина (возможно изначально для обеспечения участка для перелива) и данная более низкая часть гребня четко проглядывается на месте. Следовательно плотина наиболее уязвима для перелива, а низ лежащая территория на данный момент является наиболее развитой. Во время визита на плотину была получена информация, что по стечению обстоятельств, 2 года назад уровень воды поднялся до отметки гребня плотины на полчаса или более, после того как не удалось открыть затворы шлюза.

---

## 5.3 Безопасность плотины при паводках

---

### 5.3.1 Введение

Водовыпускные сооружения Учкурганского водохранилища спроектированы на гидрограф с 0,1% обеспеченности и испытаны по гидрографу с обеспеченностью в 0.01%. Каскад из 4 плотин, с самой большой из них Токтогульской, был построен выше створа Учкурганской плотины. Водоотводные сооружения Токтогульского гидроузла спроектированы на гидрограф с 0,1% обеспеченности и испытаны по гидрографу с обеспеченностью в 0.01%. Расходы Токтогульской плотины совмещаются с расходами Левобережной Карасу и Правобережной Карасу. Расходы

Токтогульской плотины с обеспеченностью в 0.01% (различные комбинации водовыпускных сооружений) были совмещены с расходами 0.01% обеспеченности с водосборной площади (между Токтогульской и Учкурганской плотинами) для текущей оценки безопасности плотин во время экстремальных паводков. Так как объем паводка в Учкурганской плотине не значителен, при сравнении с объемом расчетного гидрографа паводка, не было никакой необходимости в трансформации, и пропускная способность водовыпускных сооружений оценивалась посредством сравнения пикового притока с максимальной пропускной способностью водовыпускных сооружений.

Пиковые значения при обеспеченности в 0.01% даны в таблице 5.3.1

МПУ Учкурганского водохранилища

Описание сценария	Qтокт	Боковой приток	Приток в Учкурган
Qтурбин+Qглуб+Qповерх	4140	675	4815
Qглуб+Qповерх	3520	675	4195
Qглуб+0.5*Qповерх Токтогул МПУ=904.3м	3100	675	3775

Максимальная пропускная способность водовыпускных сооружений 4260 куб.м/сек из которых:

- Оборудованный затвором поверхностный водосброс, Qмакс=1000 куб.м/сек
- 8 глубинных водовыпусков, Qмакс=1000 куб.м/сек
- Право и левосторонние ирригационные водовыпуски, Qмакс=110 куб.м/сек
- 4 турбины с общей пропускной способностью 760 куб.м/сек

### 5.3.2 Вероятность превышения расчетных гидрографов

Цель данного раздела рассмотреть достаточно консервативную методику, расчета гидрографов в соответствии со СНиП, и сравнение данных гидрографов с гидрографами полученных по методике ВМП.

Расчетные гидрографы определяются путем статистического анализа гидрометрических наблюдений. При этом определяется теоретическая кривая, построенная по трехпараметрическому распределению на основании многолетних данных максимальных годовых значений стока и максимальных расчетных показателей стока при различной обеспеченности. Принятая обеспеченность расчетных значений стока величиной в 0.01% подлежит поправке, которая не превышает 20% . Введение этой поправки приводит к увеличению значения обеспеченности до 0,005% что соответствует вероятности события один раз в 20000 лет.

Объем гидрографа также определяется посредством анализа рядов годовых максимумов. Синхронность всех наблюдаемых во времени пиков с объемами паводка даст в результате две вполне зависимые переменные (максимум расхода и объем паводка), при этом обеспеченность объединенного гидрографа одинакова обеспеченности пикового (максимального) расхода. Однако использованные при анализе максимальные расходы не обязательно совпадают с максимальными объемами. Другими словами, две переменные не полностью зависимы, поэтому обеспеченность проектного гидрографа ниже обеспеченности пика.

При практическом подборе кривых распределения очень часто усваивается не расчетный, а теоретический коэффициент асимметрии ( $C_s$ ). Затем этот коэффициент используется для подбора соответствующей кривой. Чем больше значение коэффициента, тем больше кривизна теоретической кривой, в результате чего получаются более высокие значения расхода при низких обеспеченностях. На практике полученная величина  $C_s$  не используется, но  $C_s$  равный  $kC_v$  часто принимается. Вместо этого часто принимается величина  $k$  полученная в результате длинного ряда наблюдений за аналогичными реками. Принятая величина обычно превышает расчетную величину  $C_s$ , в результате чего получаются более высокие значения расчетного пикового расхода при малой обеспеченности. увеличивает пик и объем от 10 до 15%. Эта используемая в практике методика вносит дополнительный консерватизм в определение расчетных значений расхода, что в свою очередь, приводит к некоторому завышению их расчетных значений. Для примера, изменение от  $C_s = 3C_v$  до  $C_s = 4C_v$  приводит к увеличению значений расходов и объемов от 10 до 15%.

Все эти три характеристики приводят к тому, что расчетный гидрограф стока имеет обеспеченность соответственно ниже, чем 0,01%, ( что соответствует одному событию один раз в 10 000 лет). Предполагается, что получившаяся обеспеченность расчетного гидрографа будет ближе к 0.001% (в 100 000 лет). Для более точного доказательства этого предположения необходимы дальнейшие исследования. Если их результаты подтвердят приведенное выше предположение, то можно будет сделать вывод о том, что консерватизм, имеющий место при расчетах, приводит к тому, что отводные сооружения плотин проектировались с расчетом на то, что катастрофические события могут происходить один раз в 100 000 лет, вместо одного раза в 10 000 лет, что, в общем, приближается к обеспеченности ВМП.

Гидрометеорологическая служба выдает прогнозы предполагаемого речного стока ранней весной, до начала сезона дождей. Прогноз основан на учете глубины залегания снежного покрова на водосборных бассейнах рек. В настоящее время разрабатывает методику расчета площади снежного покрова и его водного эквивалента на основании спутниковых данных. В случае экстренных прогнозов паводка, когда нормальный запрашиваемый начальный уровень водохранилища может оказаться ниже, чем уровень наполнения водохранилища увеличивается призма форсировки, что повышает безопасность плотины в годы с высокими паводками.

### 5.3.3 Факторы, снижающие безопасность плотины в период паводка

Известно несколько факторов, которые влияют на сработку Учкурганской плотины во время сильных паводков. Можно выделить следующие факторы:

1. Неточность в определении гидрографов экстремального паводка основана на статистических данных относительно короткого периода наблюдений ежегодных пиков и объемов.
2. Существование еще 3 плотин кроме Токтагульской, находящихся выше створа Учкурганской плотины. Данные плотины имеют больший объем чем Учкурганская плотина и если произойдет какая нибудь авария на этих плотинах то это незамедлительно скажется на состоянии Учкурганской плотины.

### 3. Недостаточная пропускная способность водовыпускных сооружений.

Максимальный возможный приток 0.01% обеспеченности паводка по методике ВМП превышает максимальную пропускную способность водовыпускных сооружений приблизительно на 600куб.м/сек. При неработающих турбинах максимальная пропускная способность составляет 3500куб.м/сек., что приблизительно на 1300куб.м/сек меньше чем максимальный возможный приток. Если Токтогульское водохранилище пропускает минимальный возможный расход 3100куб.м/сек ( оставаясь на или ниже отметки МПУ), тогда общий приток ожидается 3775куб.м/сек или на 275куб.м/сек больше чем максимальная пропускная способность водовыпускных сооружений.

Попуски с Токтогульского водохранилища влияют на величину пикового расхода по всему каскаду.

На данном этапе не известно, каковой является максимальная пропускная способность плотин между Токтогулем и Учкурганом, но как бы то ни было, инструкции по эксплуатации для Токтогуля устанавливают, что максимальный попуск не должен превышать 3300куб.м/сек вследствие ограниченной пропускной способности низлежащих плотин. В этом случае пропускная способность Учкургана должна быть увеличена до 475куб.м/сек

#### 5.3.4 Последствия заиления водохранилища

Водоохранилище на данный момент почти заполнено наносами и данное обстоятельство оказывает важное влияние на режим работы водохранилища и безопасность плотины в отношении паводковых явлений. Во первых, заполнение водохранилища наносами уменьшает резервный объем водохранилища который является важным фактором для обеспечения гарантии от непредвиденных рабочих сбросов в речной сток; во вторых наносные отложения непосредственно перед зданием ГЭС, как сообщается, мешают безопасной эксплуатации затворов шлюза.. Отчеты полученные в результате последующего визита на место отмечают, что по крайней мере 3 шлюзовых затвора, а возможно и больше фактически забиты и не могут открываться. Данная ситуация является серьезной и требует незамедлительных действий по освобождению данных затворов от наносов.

#### 5.3.5 Выводы и рекомендации

Можно сделать общий вывод что:

Расчетный гидрограф расхода имеет относительно низкую обеспеченность которая приближается к обеспеченности ВМП. Пропускной способности недостаточно для преодоления экстремального паводка без турбин. ВМП должен быть определен для всего каскада плотин на Сырдарье.

Соответствие пропускных способностей существующих сооружений должно подвергнуться оценке и расширена где это необходимо, для обеспечения безопасного прохождения ВМП по каскаду.

Режим отложений в водохранилище, особенно перед зданием ГЭС является серьезным основанием для беспокойства и нуждается в дальнейших исследованиях.

---

## 5.4 Условие аварийной сработки водохранилища

---

Аварийная сработка водохранилища может быть обеспечена при использовании затворов водослива и донного сброса (полный сбросной расход 2400 м<sup>3</sup>/сек при нормальном уровне воды в водохранилище) без использования турбин, хотя известно, что выпуск воды, превышающий 1200 м<sup>3</sup>/сек может привести к наводнению в нижнем бьефе.

В том случае, если аварийная сработка будет одобрена, риск для населения, проживающего в нижнем бьефе, может быть значительно смягчен (снижен)

Если незамедлительно будет внедрен план действий в аварийных случаях.

МК осведомлены о том, что на плотине имеется сирена тревоги, однако требуется уточнить степень осведомленности населения, проживающего в нижнем бьефе и служб гражданской обороны о действиях в случае тревоги.

---

## 5.5 Безопасность в отношении землетрясений

---

### 5.5.1 Проектные сейсмические критерии

Предполагается, что при проектировании гидроузла учитывались параметры сейсмичности и был выполнен анализ стабильности в соответствии с советскими нормами проектирования объектов для сейсмической зоны [2].

В соответствии с советскими нормами проектирования объектов для сейсмической зоны, рассчитывается проектный коэффициент сейсмичности ( $K_g$ ) для района строительства на основании шкалы интенсивности землетрясения (МСК) Коэффициенты рассчитываются на основании предположения что проектное землетрясение может происходить один раз в 500 лет. Необходимый минимальный фактор безопасности в условиях сейсмичности всегда должен быть больше единицы.

Однако современная мировая практика, основанная на рекомендациях, приведенных в Бюллетене ИКОЛД (ICOLD) 72 [1] подразумевает оценку безопасности плотины по двум репрезентативным расчетным землетрясениям, а именно:

"ОБЗ" -Оперативное базовое землетрясение

"МРЗ" -Максимальное расчетное землетрясение

Где:

- ОБЗ или "землетрясение, не приносящее ущерба" - это такое землетрясение, которое может произойти в среднем не более одного раза за время эксплуатации сооружения (или не чаще, чем один раз в 100 лет). Во время такого землетрясения сама плотина и ее вспомогательные сооружения остаются в рабочем состоянии, но некоторые ремонтные работы могут оказаться необходимыми. Необходимый минимальный фактор безопасности в расчете на такое землетрясение всегда должен быть больше единицы.



- МРЗ или "максимальное землетрясение, не приводящее к разрушению объекта" это такое землетрясение, когда происходят самые мощные подвижки грунта, которые плотина должна выдержать без разрушения. Плотины, которые попадают в "Группу риска IV", рекомендуется проектировать на период повторения МРЗ один раз в 30 000 лет [3]. Для такого землетрясения следует оценить смещение гребня плотины и сравнить его с допустимым превышением гребня.

Хотя безопасность плотины не оценивалась для ОБЗ и МРЗ, все же рекомендуется выполнить дополнительные инженерные работы (раздел 6.2.4) для того, чтобы оценить безопасность плотины в таких условиях.

Следует также проверить, в рамках оценки безопасности плотины, высоту сейсмической волны (сейши) в водохранилище, которая может развиваться в водохранилище во время сейсмического события, что требует повышения стандартного запаса без землетрясения.

### 5.5.2 Конструкция плотины

МК не имели возможности исследовать сейсмический проект плотины, но общее состояние плотины не вызывает опасений

Бетонный откос дамбы должен быть *полностью дренирован* и надо надеяться, что он построен из уплотненного гравелистого материала, который не подвергается разжижению или потере прочности при сейсмических воздействиях

### 5.5.3 Вспомогательные конструкции

Возможно, что высокие, массивные козловые краны будут более чувствительны к воздействию землетрясения, чем сама конструкция плотины. Любое повреждение, которое нарушит функционирование кранов будет иметь важное значение для оценки безопасности плотины, и оценка безопасности должна учитывать влияние сейсмического воздействия на эти узлы.

---

## 5.6 Другие вопросы безопасности

---

Для проведения более полной оценки безопасности, необходимо рассмотреть ряд вопросов, которые не были освещены ранее.

### 5.6.1 Безопасность в отношении доступности

Плотина может быть доступна с двух берегов реки и вероятность того, что в экстремальных ситуациях (например, паводки, землетрясение) берега будут отрезаны друг от друга невелика при условии, если дороги не размыты селями, не разрушены водовыпуски, и т.д.

### 5.6.2 Безопасность в отношении электроснабжения

Не возможно гарантировать на 100% обеспечение электроснабжением при любых обстоятельствах, поэтому рекомендуется иметь резервный генератор для управления краном в аварийной ситуации.

---

## 5.7 Анализ безопасности, выводы

---

### 5.7.1 Основные положения

МК считают следующие вопросы основными в отношении обеспечения безопасности Учкурганской плотины.

- 1) Безопасность плотины, при отсутствии поверхностного водосброса полностью зависит от надежного режима сработки. Гидромеханическое оборудование в настоящее время находится в рабочем состоянии. Однако, оно устаревает и для обеспечения 100% надежности его функционирования, необходимо проведение ремонта и обеспечение качественного технического обслуживания.
- 2) Режим отложений в водохранилище, до тех пор пока он препятствует безопасной работе затворов на водовыпуске, является делом значительной важности, особенно в плане некоторой неопределенности касающейся соответствия пропускной способности водовыпусков при прохождении паводков.
- 3) Уменьшение уровня гребня (около 1 м) основной части длинной левобережной дамбы делает данный отрезок наиболее уязвимым в отношении паводков.
- 4) Недостаток КИА означает невозможность отслеживать процессы происходящие в теле плотины в достаточной мере.
- 5) Отсутствие согласованного плана действий в аварийной ситуации и системы раннего оповещения в случае аварии по природным причинам (например экстремальный паводок), по вине человека, оборудования или конструктивных недостатков или же несанкционированных действий.. Необходимо руководство в помощь эксплуатационному персоналу, для распознавания опасных ситуаций на раннем этапе.

### 5.7.2 Заключение по вопросу безопасности

В результате проведенного обследования плотины и предоставленных данных, в результате дискуссий с инженерами, занимающимися эксплуатацией и контролем за плотинной, МК пришли к выводу, что Учкурганская плотина в настоящее время отвечает всем необходимым стандартам безопасности. Однако, чтобы плотина была постоянно в безопасном состоянии, необходима постоянная бдительность и необходим высокий уровень эксплуатации всех компонентов, в особенности гидромеханического оборудования.

Плотина подвергается опасности от паводка из-за того, что заиливание сильно уменьшило объем водохранилища. Для того чтобы избежать больших

колебаний уровня воды в водохранилище, быстрое изменение расходов проходящих через турбины и / или водосброс должно быть достигнуто в ответ на неожиданные изменения расходов в реке (или в чрезвычайной ситуации, в случае перелива через плотину).

Если перелив через дамбу вызовет ее разрушение (прорыв), будет большое наводнение, которое затопит важные индустриальные населенные территории, и для этого случая не имеется ни согласованного плана действий в аварийной обстановке, ни системы раннего оповещения.

## 6 РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, РАБОТЫ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

---

### 6.1 Общие положения

---

Обзор проекта плотины и анализ результатов проведенной инспекции плотины, а также беседы с руководством гидроузла позволили ИК сделать некоторые выводы относительно безопасности плотины. Эти выводы были рассмотрены в разделе 5. Сделанные выводы вместе с соображениями относительно требований необходимости организации управления аварийными ситуациями заложили основы для оценки потребности в дополнительных работах, исследованиях, строительных работах и материально-техническом обеспечении. Именно эти мероприятия необходимы для того, чтобы довести плотину до приемлемого и устойчивого стандарта безопасности. Однако следует сказать, что объем дальнейшей работы, будет уточнен по окончании когда всех исследований и работ, что позволит сделать более точные и более обоснованные выводы.

Более детальные технические условия и методология работы, на которые делается ссылка в данном разделе, приводятся в отчете, озаглавленном "Методология проекта приоритетных реабилитационных работ".

---

### 6.2 Дополнительные съемки, исследования и инспекции

---

#### 6.2.1 Общие положения

Для обеспечения основных данных, необходимых для проектирования описанных ниже работ и уточнения выводов по оценке безопасности, требуется дополнительная информация, которая не входит в рамки данного исследования. Перечень работ приведен ниже:

- Съемки,
- Исследования грунта и инспекции,
- Инженерные работы.

Кроме того рекомендуется создать "досье" плотины с момента ее конструкции, куда следует включить основные проектные чертежи и другую информацию, связанную с проектированием, строительством и эксплуатацией плотины. Данные, содержащиеся в таком "досье", должны постоянно обновляться. Те оригинальные чертежи, которые пришли в негодное состояние, должны быть восстановлены или предпочтительно сделаны заново с использованием компьютера. Это "досье" станет основным источником информации при выполнении инспекций или работ по дополнительным работам, которые могут быть организованы в будущем.

#### 6.2.2 Съемки

(1) Топографические съёмки.

Необходимо в ближайшие сроки провести новую батиметрическую съёмку чаши водохранилища для уточнения объёма заиливания водохранилища с целью его учета при регулировании.

(2) Съёмка чаши водохранилища

Рекомендуются следующие съёмки

- продольный профиль по гребню дамбы
- типовое поперечное сечение по дамбе в сравнении с проектным.

### 6.2.3 Исследования грунтов и инспекции

Рекомендуются следующие изыскания и съёмки:

(1) Восстановление пьезометров на дамбе потребует большого объёма бурения в насыпи. Во время проведения этих работ рекомендуется провести исследования грунтовых материалов насыпи и основания для уточнения их свойств и лабораторные исследования образцов грунта.

(2) Обследования

Для того, чтобы собрать информацию, на основании которой будут уточнены объёмы ремонтов и оборудования, рекомендуется провести детальное обследование с инвентаризацией дефектов, материалов и требуемых ремонтов, включая:

- ремонт верхового бетонного откоса дамбы (обследуется при низком уровне водохранилища)
- мероприятия по улучшению дренажа дамбы (обследуется на выявление фильтрации при высоком уровне водохранилища)
- ремонт креплений низового откоса дамбы и работы по поверхностному дренажу,
- электрические провода и освещение
- затворы и подъёмное оборудование
- металлоконструкции (лестницы и площадки)

### 6.2.4 Инженерные проработки

- (1) Обзор поступления максимальных паводков в водохранилище, учитывая их последствия в верхнем бьефе
- (2) Обзор первоочередных действий по управлению водохранилищем для обеспечения его безопасности.
- (3) Проект и затраты для повышения левого борта плотины для снижения риска перелива воды в уязвимых местах.
- (4) Изучить проект и стоимость наращивания левосторонней части плотины для уменьшения риска перелива в случае сильного паводкового явления.

---

### 6.3 Строительные работы

---

Предварительная оценка требуемых строительных работ сделана на основе оценки безопасности и имеющихся данных. Окончательные детали будут зависеть от результатов анализа, описанного выше.

#### 1) Плотина – контрольно-измерительная аппаратура.

Хотя насыпь находится, в общем, в хорошем состоянии . необходимо держать её под постоянным контролем. Необходимо восстановить оборудование для осуществления контроля. Предлагается следующее:

- установка новых труб пьезометров, т.к. существующие трубы- забиты
- установка поверхностны марки для измерения просадок и триангуляционные знаки для точного измерения вертикальных перемещений

#### 2) Плотина - гребень

Необходимо поднять гребень плотины на всем или части левого борта плотины.

#### 3) Отложения

Необходимо восстановить аккумулирующую емкость водохранилища и очистить затворы шлюзов.

#### 4) Гидромеханическое оборудование и электромеханическое оборудование

Безопасность плотины зависит от правильной эксплуатации электромеханического оборудования. Необходимый ремонт и модернизация должны быть проведены немедленно, и установлен резервный электрический генератор.

#### 5) Разное

Другие вопросы, требующие внимания. должны быть выявлены и уточнены в процессе детального обследования, как описано выше,

---

### 6.4 Оборудование и запасные детали к ним

---

Необходима предварительная оценка необходимых поставок, основанная на обследованиях МК и обсуждениях с начальниками эксплуатации состоит в следующем:

- (1) ...количество пьезометров.
- (2) ...оборудовать поверхностные контрольные марки
- (3) Обеспечить установку резервного генератора и проводки.

(4) Обеспечить оборудование для раннего оповещения и связи

---

## 6.5 План мероприятий срочного реагирования в экстремальных ситуациях

---

Принимая во внимание потенциально разрушительные последствия для населения, проживающего в нижнем бьефе плотины в случае аварии, которая может привести к сбросу больших объёмов воды из водохранилища, необходимо, чтобы для таких ситуаций имелся хорошо разработанный план, обеспеченный эффективной организацией его осуществления, а также средствами связи и системой тревожной сигнализации.

Необходимо подготовить детальный аварийный план и инструкции, где будут отражены действия и обязанности начальника эксплуатации, инженерного штата и местных (гражданских) органов.

---

## 6.6 Смета расходов

---

Меры безопасности, рассмотренные выше, отражены в Таблице 6.1 и отнесены к одному из уровней приоритетов (I,II,III).

Предлагаемые Уровни Приоритетов:

- I. высокой приоритетности, т.е. работа, которая должна быть выполнена немедленно
- II. средней приоритетности, т.е. работа, которая должна быть выполнена в течение 3 лет
- III. низкой приоритетности, т.е. необходимость проведения анализа

**Таблица 6.1 Учкурганская плотина – Безопасность плотины  
Приоритеты для Изучения, Проведения Работ, Обеспечения  
оборудованием**

Пункт	Изучения	Приоритет	Приоритет	Приоритет
		1	2	3
1. Съёмки (6.2.2)	<input type="checkbox"/>			
2. Изыскания и обследования (6.2.3.)	<input type="checkbox"/>			
3. Инженерные исследования (6.2.4)	<input type="checkbox"/>			
4. Строительные работы. (6.3) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольно-измерительная аппаратура</li> <li>• Поднятие гребня плотины на левом борту</li> <li>• восстановить аккумулирующую емкость водохранилища и очистить затворы шлюзов водохранилища</li> <li>• Реконструкция и модернизация гидромеханического оборудования и подъемных механизмов</li> <li>• Электрическое оборудование</li> <li>• Различные виды ремонта</li> </ul>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. Поставки (6.4) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Пьезометры и оборудование для контроля за деформациями</li> <li>• Резервный генератор</li> <li>• Оборудование раннего оповещения и связи</li> </ul>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Изучение планирования на случай аварии (6.5)	<input type="checkbox"/>			



--	--	--	--	--

## 7 ВЫВОДЫ

---

На основе полученных данных и после кратковременного обследования Плотины, МК пришли к выводу, что Учкурганская плотина находится в удовлетворительном состоянии и водохранилище может быть заполнено до нормального уровня 538.50 мБС. Однако, управление эксплуатации водохранилища должно, выделить вопрос безопасности плотины как приоритетный.

Следующая работа должна быть проделана в первую очередь:

- Восстановление пьезометров и введение системы мониторинга
- Обследование и проведение необходимого ремонта гидромеханического оборудования, электрической проводки, системы освещения, козлового крана и установка резервного генератора.
- Утверждение программы официальных обследований и составление отчетов по безопасности плотины.
- Подготовка полного аварийного плана.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

---

1. Бюллетень ICOLD 72, 1989
2. СНиП 11-7-81, Российские нормы по строительству в зоне сейсмичности.
3. Справочник инженера "Сейсмическая опасность для гидротехнических сооружений в Соединенном Королевстве", Building Research Establishment (BRE) UK, 1991

**Приложение А**  
**УЧКУРГАНСКАЯ ПЛОТИНА**  
**Перечень использованных материалов**

## **Учкурганская плотина**

### **Приложение А – список изученных данных**

1. Обзор проектирования
2. Июньская миссия Всемирного банка
3. Ирригация Узбекистана, 1975

## **Приложение Б**

### **Метод оценки риска**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Метод оценки риска

### – Метод оценки риска

Таблица Б.1 Факторы, на основании которых строится классификация				
Емкость ( $10^6 \text{ м}^3$ )	Классификационные факторы			
	Высота(м)	>120 (6)	120-1 (4)	1-0.1 (2)
Эвакуация населения (Количество человек)	>45 (6)	45-30 (4)	30-15 (2)	<15 (0)
Потенциальный ущерб на нижнем бьефе	>1000 (12)	1000-100 (8)	100-1 (4)	Не следует (0)
	Большой (12)	Средний (8)	Малый (4)	Отсутствует (0)

Таблица Б.2 Категория плотины	
Суммарный Классификационный фактор	Категория плотины
(0-6)	I
(7-18)	II
(19-30)	III
(31-36)	IV

Использованы рекомендации : Бюллетеня ICOLD 72

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**Контрольно-измерительная аппаратура**

**Отчет специалиста В.Н. Пулявина (V. N.PULYAVIN)**

**октябрь 1999**



## Состояние контрольно-измерительной аппаратуры и наблюдений за сооружениями Уч-Курганской ГЭС

В процессе выполнения контроля за безопасностью сооружений Уч-Курганской ГЭС должны осуществляться наблюдения за фильтрацией через бетон напорной грани и основание здания ГЭС, её береговые примыкания, осадкой и горизонтальными смещениями здания ГЭС и плотины, напряженным состоянием сооружений, а также за напряжениями в арматуре и температурным режимом.

Количество КИА как предусмотренной проектом, так и используемой для наблюдений в настоящее время, приведено в таблице ниже

Вид наблюдений	Наименование	Проектное кол-во	Фактич. установл кол-во	Действующее кол-во
Наблюдения за фильтрационным режимом	скважины глубинного дренажа	63	58	39
	напорные пьезометры	27	17	13
	безнапорные пьезометры	47	47	16
	пьезодинамометры	15	13	13
Наблюдения за осадкой и горизонтальными смещениями	реперы	4	4	4
	высотные марки	81	81	74
	пункты триангуляции	4	4	4
	пункты створа	5	5	5
	пространственные щелемеры	17	3	3
	пункты полигонометрии	6	6	6
	марки земляной плотины	46	46	31
Наблюдения за напряжениями в арматуре	арматурные динамометры	24	24	13
Наблюдения за температурным режимом	терморезисторные термометры	29	29	1

По мнению начальника гидротехнической службы АО "Кыргызэнерго" А.Г. Зырянова для выполнения контроля за безопасностью сооружений Уч-Курганской ГЭС на требуемом уровне необходимо дополнительно установить:

- \* геодезических марок - 18
- \* пунктов триангуляции - 3
- \* щелемеров - 14
- \* пьезометров и дренажных скважин - 102
- \* дистанционной КИА - 40 ед.

Ознакомление с отчетами по натурным наблюдениям, выполненным в 1995 и 1998гг., показало, что в отчетах приводятся следующие сведения:

- \* раскрытие швов в трёх измерительных точках;
- \* уровни воды в дренажных скважинах в основании здания ГЭС;
- \* противодействие в основании здания и расход фильтрации.

В отчете за 1998г. указывается:

- \* раскрытие швов не превышает 1-2мм;
- \* противодействие на подошву здания ГЭС отсутствует;
- \* наблюдается повышение уровня грунтовых вод (предположительно вследствие размыва закольцованного ложа водохранилища, вызванного осветлением после ввода Токтогульского водохранилища поступающей в водохранилище воды), при

отсутствии связи его с уровнем воды в бьефах;

\* происходит увеличение среднегодового фильтрационного расхода(1995г-35л/с, 1997г-10л/с, 1998г-15.15л/с);

Для наблюдений за фильтрационным режимом в основании здания ГЭС использовалось 11 пьезометров и 38 дренажных скважин. Наблюдения за фильтрационным режимом земляной плотины не ведутся из-за выхода из строя пьезометров.

Последний цикл геодезических наблюдений за осадкой и смещениями сооружений Уч-Курганской ГЭС был выполнен в 1995г. и показал следующее:

- \* осадка марок, установленных на основании здания ГЭС составила 1-2мм,
- \* суммарная осадка марок плотины не превышает 31мм: по многим маркам со стороны левого берега наблюдается подъём(до 9мм), со стороны правого берега-осадка 1-2мм;
- \* по сравнению с 1992г. в 1995г отмечено увеличение смещения левобережной части плотины в сторону верхнего бьефа на 5.47-7.54мм;
- \* относительно начала наблюдений, как свидетельствуют приведенные в отчете данные, гребень плотины сместился в сторону верхнего бьефа на 17-23мм..

При осмотре плотины были найдены поверхностные геодезические марки на верховом откосе и бетонном бордюре. Нет уверенности в том, что осадка бордюра соответствует по величине осадке плотины. Где установлены пункты триангуляции, используемые для измерения горизонтальных смещений ?

Таким образом, основываясь на представленных материалах, можно заключить, что имеющиеся на Уч-Курганской ГЭС средства КИА позволяют в определенной степени следить за фильтрационным режимом основания ГЭС, осадкой и смещениями здания и плотины. В тоже время следует отметить , в первую очередь, отсутствие наблюдений за фильтрационным режимом плотины, что свидетельствует о неудовлетворительном ведении контроля за безопасностью сооружений Уч-Курганской ГЭС.

Для осуществления натуральных наблюдений за состоянием сооружений ГЭС в необходимом объёме и обеспечения контроля за их безопасностью, необходимо выполнить:

Ревизию и техническое обслуживание КИА

Строительство геодезических марок - 22

Установку щелемеров - 14

Строительство пьезометров в здании ГЭС - 14

Строительство дренажных скважин - 24

6. Строительство пьезометров на земляной плотине 31

## ЧЕРТЕЖИ