

**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**

**КОПЕТДАГСКАЯ ПЛОТИНА  
ОТЧЕТ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

**МАРТ 2000г.**

*Совместно с*

**GIBB**  

---

**LAWGIBB Group Member** 

 **SMC**

**КОПЕТДАГСКАЯ ПЛОТИНА  
ОТЧЕТ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Глава</b>	<b>Наименование</b>	<b>Страница</b>
1	<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	1-1
	1.1 Описание Проекта	1-1
	1.2 Порядок оценки безопасности	1-2
	1.3 Обзор оценки безопасности	1-3
2	<b>ОПИСАНИЕ ПЛОТИНЫ</b>	2-1
	2.1 Местоположение, цели, дата строительства	2-1
	2.2 Описание плотины	2-1
	2.3 Оценка риска	2-4
3	<b>ОБЗОР ПРОЕКТА</b>	3-1
	3.1 Гидрология	3-1
	3.2 Геология	3-1
	3.3 Строительные материалы и их свойства	3-1
	3.4 Противофильтрационные мероприятия	3-2
	3.5 Режим работы водохранилища	3-2
	3.6 Контрольно-измерительная аппаратура	3-2
	3.7 Гидроэнергетический потенциал	3-3
4	<b>СОСТОЯНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТИНЫ</b>	4-1
	4.1 Замечания по обследованию	4-1
	4.2 Оценка результатов выполняемого мониторинга	4-1
	4.3 Аварии на плотине	4-1
	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	<b>ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ</b>	5-1
	5.1 Основные положения	5-1
	5.2 Безопасность конструкции	5-2
	5.2.1 Плотина	5-2
	5.2.2 Водобросные сооружения	5-2
	5.3 Безопасность плотины при паводках	5-3
	5.4 Условие аварийной сработки водохранилища	5-3
	5.5 Безопасность в отношении землетрясений	5-3
	5.5.1 Критерии в условиях сейсмичности	5-3
	5.5.2 Разжижение насыпи и грунтов основания	5-4
	5.5.3 Вспомогательные работы	5-5
	5.6 Другие вопросы безопасности	5-5
	5.6.1 Безопасность подъезда к плотине	5-5
	5.6.2 Надежность электроснабжения	5-5
	5.7 Анализ безопасности, выводы	5-5
	5.7.1 Основные проблемы	5-5
	5.7.2 Заключение по оценке безопасности	5-6
6	<b>РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, РАБОТЫ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>	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 Изыскания	6-1
	6.2.3 Исследования грунтов и обследования	6-2
	6.2.4 Дополнительные инженерные исследования	6-2
	6.3 Строительные работы	6-3
	6.4 Оборудование и запасные детали к ним	6-4
	6.5 План мероприятий срочного реагирования в экстремальных ситуациях	6-4
	6.6 Приоритет работы	6-4
7	<b>ВЫВОДЫ</b>	7-1
	<b>ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА</b>	7-2
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А - Перечень использованных материалов</b>	
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Оценка риска</b>	

## **ЧЕРТЕЖИ**

- 1. Генеральный план**
- 2. План компоновки объектов Копетдагского водохранилища**
- 3. Продольный и поперечный профиль плотины**
- 4. Продольный разрез по оси водовыпуска**
- 5. Карта литологического состава грунтов основания**

## 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 валовый 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 С редой» (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 Плотины и Управление Водохранилищами (включает «а», «b» и «с»)
- Оценка безопасности Сарезского озера (включает «d»)

Блок «Безопасность Плотины 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 Международным Консультантам 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. Дубоносов – 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.

## 2 ОПИСАНИЕ ПЛОТИНЫ

---

### 2.1 Местоположение, цели, дата строительства

---

Копетдагское русловое водохранилище расположено на 837-850 км. Каракумского канала в Ашхабадском велояте Туркменистана в 6 км северо-западнее поселка Геок-Тепе. (Схема 1).

Подъезд к плотине водохранилища возможен по асфальтированной дороге слева по шоссе Ашхабад- Туркменбаши.

Первая очередь закончена в 1976, строительство второй очереди закончено в 1994 году. Проект разработан институтом "Туркменгипроводхоз".

---

### 2.2 Описание плотины

---

В состав комплекса сооружений водохранилища входят (Схема 2):

1. Водовпускное сооружение
2. Подводящий канал
3. Плотина
4. Водовыпускное сооружение

Водовпускное сооружение на 837 км. Каракумского канала представляет собой 2-х очковый трубчатый шлюз-регулятор, совмещенный с быстротокком, оканчивающийся водобойным колодцем с рисбермой крепленной ряжевными клетками и загруженной камнем. Регулятор оборудован 2 плоскими затворами 3,5 x 3,0 м с винтовыми подъемниками 20 ЭВ оснащенного ручным приводом и двумя шандорами с козловым краном.

Подводящий земляной канал длиной 9,5 км с 5-ю железобетонными сопрягающими сооружениями с общим перепадом уровня от водовпускного сооружения до горизонта на уровне НПУ 50,0 метров.

Плотина намывная, пересекает Каракумский канал на 850 км, распластанного профиля с верховым откосом  $m = 1:20$ ;  $m=1:-35$  с гравийным креплением толщиной 80 см. (Схема 3). В районе водовыпускного сооружения на длине 200м, верховой откос 1:4, выполнено железобетонное крепление толщиной 40 см. Низовой откос 1:4 у основания имеет наклонный дренаж.

Водовыпускное сооружение расположено в теле плотины и представляет собой 3-х очковую трубу с башней выдвинутой на верховой откос (Схема 4).. За башней в трубе режим работы безнапорный. Труба имеет 7 секций по 12 м и заканчивается раструбным гасителем, переходящим в рисберму гибкого крепления из ряжевых клеток заполненных камнем. Водовыпускное сооружение оборудовано шестью плоскими затворами размером 5x5 в том числе: 3-х рабочих и 3-х аварийных, управляемых гидropодъемниками грузоподъемностью 160 тн. Кроме того, имеются 3 ремонтных затвора 5x5, управляемых козловым краном.

Основные размеры различных компонентов плотины и водохранилища приведены в таблице 2.1

**Таблица 2.1 Водохранилище Копетдаг, основные параметры.**

**Водохранилище:**

Полный объем при НПУ	550,0 млн.м <sup>3</sup>
Полезный объем при НПУ	525,0 млн.м <sup>3</sup>
Мертвый объем при УМО	25,0 млн.м <sup>3</sup>
Отметка НПУ	151,20 м.Б.С
Отметка ГМО	134,17 м.Б.С
Максимальная расчетная высота волны	2,8 м
Площадь зеркала при НПУ	47,5 км <sup>2</sup>
Высота призмы сработки	15,6 м.
Отметка нижнего бьефа	134,75 м.Б.С

**Впускное сооружение**

Тип	Трубчатый регулятор
Максимальный расход	79 м <sup>3</sup> /сек
Отметка порога сооружения	185,71 м.Б.С
Количество труб	2 шт.
Размер труб	3,5 x 3 м
Подъемное устройство	20 ЭВ – 2 шт., козловой кран
Тип затворов	Плоский, сварной – 4 шт.
В том числе: рабочие 3,5x3 м.	2 шт.
ремонтные 3,5x3 м	2 шт.

**Подводящий канал**

Тип	земляной
Сопрягающие сооружения – 5 шт	Железобетонные
Максимальный расход	79 м <sup>3</sup> /с.

**Плотина**

Тип плотины	земляная, намывная
Отметка гребня плотины	154,00 м.Б.С
Наибольшая высота плотины	24 м
Длина по гребню	15,4 км
Ширина по гребню	8 м
Ширина проезжей части	6 м
Ширина по основанию	600 м
Превышение гребня над НПУ	2,8 м
Заложение верхового откоса	1:20-35
Заложение низового откоса	1:4

**Водовыпускное сооружение**

Тип	Трубчатый, безнапорный
Максимальный проектный расход выпуска	148 м <sup>3</sup> /сек
Максимальный фактический расход выпуска	65 м <sup>3</sup> /сек

Отметка порога сооружения	131.50 м.Б.С
Количество труб	3 шт.
Размер труб	5х5 м.
Подъемные устройства	ГП- 160т.с, козловой кран
Тип затворов размеров 5х5	Плоский, глубинный – 9 шт.
В том числе: рабочие, аварийные, ремонтные	по 3 шт.

## 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 Б1 и Б2 в Приложении Б.

Итоговый фактор риска для Копетдагской плотины составляет 20 баллов (Таблица 2.2), что классифицирует плотину в III класс риска, являющийся второй самой высокой степенью риска.

**Таблица 2.2 Копетдагская плотина – Фактор риска**

		<b>Баллы</b>
Объем водохранилища (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	550	6
Высота плотины (м)	25	2
Эвакуационная потребность	1000-100	8
Потенциальный ущерб	низкий	4
	<b>Всего</b>	<b>20</b>

### 3 ОБЗОР ПРОЕКТА

---

#### 3.1 Гидрология

---

Наполнение водохранилища производится из Каракумского канала водозабором из Амударьи, с максимальным Головным расходом 500 м<sup>3</sup>/сек, с средне-годовым стоком 13.8 млрд. м<sup>3</sup>, регулирование стока объемом 1.72 млрд. м<sup>3</sup> каскадом из четырех водохранилищ, в том числе и Копетдагским, что позволило срезать пик забираемых в голове канала максимальных расходов с 741,0 м<sup>3</sup>/сек до 610 м<sup>3</sup>/сек.

Максимальный среднемесячный проектный расход, поступающий в водохранилище, равен 79 м<sup>3</sup>/сек, а максимальная выдача из водохранилища - 65 м<sup>3</sup>/сек. Среднегодовые объемы поступления в водохранилище 2897 млрд м<sup>3</sup>, выдача из водохранилища 2748 млрд м<sup>3</sup>.

---

#### 3.2 Геология

---

В геологическом отношении предгорная равнина в районе водохранилища сложена четвертичными пролювиальными отложениями, мощностью 30-40 м, представлены песчаными, супесчано-суглинистыми грунтами. Литологический состав толщи от 0 до 10 м представлен в основном связными и полусвязными грунтами (Схема 5).

Естественный отток грунтовых вод осуществляется в северо-западном направлении в пустыню Каракум.

Особые условия района водохранилища - сейсмичность 9 баллов.

---

#### 3.3 Строительные материалы и их свойства

---

При строительстве комплекса сооружений широко применялись местные строительные материалы (мытый песок, гравий, щебень, бутовый камень).

Тело плотины намито гидромеханизированным способом из супеси и суглинков с карьеров, расположенных в нижнем бьефе плотины.

Разжижение водонасыщенных грунтов в теле плотины происходит в результате гидродинамических процессов под воздействием сейсмических ускорений. Этот вид сейсмических деформаций наблюдается в мелкозернистых сыпучих материалах и в зависимости от интенсивности может привести к частичной или полной потере устойчивости всего сооружения. Намывные грунты, уложенные в теле плотины, однородны по плотности.

В 1997г. Копетдагская плотина испытала землетрясение силой около 4-5 баллов. В результате землетрясения на гребне плотины с ПК 11+80 по ПК 13+50 образовались продольные трещины шириной раскрытия до 8 см и глубиной до 2 м. Гребень плотины осадки не дал, низовой откос и водовыпуск сохранили устойчивость. На указанном участке произошло разуплотнение грунта в пределах 10-15% от начального уплотнения (плотность =  $1.7 \text{ т/м}^3 > 1.5-1.45-1.38 \text{ т/м}^3$ ), обнаруженного при обследовании. По данным исследований, сейсмическая нагрузка увеличивается от подошвы плотины по ее гребню в 1.5-2 раза.

Депрессионная кривая, по сведениям службы эксплуатации, располагается ниже проектной.

---

### 3.4 Противофильтрационные мероприятия

---

На всех гидротехнических сооружениях забиты шпунтовые линии.

---

### 3.5 Режим работы водохранилища

---

Наполнение и сработка водохранилища осуществляется в соответствии с диспетчерским графиком, который увязан с графиком транспорта воды по всей системе "Каракумский канал". График наполнения и сработки водохранилища составляется в соответствии с требованиями "Правил эксплуатации Копетдагского водохранилища", которые исключают возможность создания условий, угрожающих устойчивости сооружений комплекса. "Правила...." регламентируют предельно допустимую интенсивность сработки и наполнения водохранилища равного 10 см. Работа сооружений в чрезвычайных условиях, запрещает наполнение чаши выше отметки НПУ=151.2 м. Изменение режима работы водохранилища, предусмотренного "Правилами...." возможны по распоряжению лица, ответственного за эксплуатацию водохранилища, с последующим уведомлением вышестоящей организации и местных органов власти.

---

### 3.6 Контрольно-измерительная аппаратура

---

Комплекс сооружений водохранилища оборудован КИА:

- гидрометрические рейки (наблюдения за уровнем вод в верхнем и нижнем бьефе впускного, выпускного сооружений и чаше водохранилища) - 4 шт;
- пьезометры (наблюдения за положением депрессионной кривой, составом фильтрационных вод) 54 шт;
- гидрометрическая вертушка ГР-21 (для измерения расходов воды по впускному и выпускному сооружениям) - 1 шт;
- нивелир Н-10 (для контроля высотного положения объектов и их составляющих, комплекса) - 1 шт;
- фундаментальный репер - 2 шт

### **3.7 Гидроэнергетический потенциал**

---

Гидроэнергетический потенциал отсутствует.



## 4 СОСТОЯНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТИНЫ

---

### 4.1 Замечания по обследованию

---

Посещение Копетдагского водохранилища было осуществлено 18 октября 1999 года консультантами GIBB совместно с региональными специалистами. На момент обследования уровень воды находился на отметке 143,58 м, объем составлял 239,21 млн м<sup>3</sup>.

При осмотре обнаружено:

- Узел сооружений не имеет надежной, современной связи как между объектами узла (водовпускное и водовыпускное сооружения), так и Центральным диспетчерским пунктом управления Каракумского канала.
- Чаша водохранилища, водовпускное и водовыпускное сооружения не имеют оборудования непрерывных замеров уровней воды, расходов и оттока поступления.
- Плотина не оборудована освещением.
- Питание оборудования осуществляется по временной линии от ПС 110/35/6кВА. Длина линии около 5 км.
- Резервное питание имеется - дизель генератор мощностью 35 кВА, но он установлен на башне водовыпуска под открытым небом и его работоспособность вызывает сомнение.
- На плотине отсутствует надлежащий запас запасных частей и материалов для проведения штатных ремонтов.
- Управлением оборудования занимается сотрудник некомпетентный в вопросах его эксплуатации, что может повлечь возникновение на сооружении аварийной ситуации.
- Из 54 пьезометров пьезометрической сети, в рабочем состоянии 41.

### 4.2 Оценка результатов выполняемого мониторинга

---

Оценка результатов выполняемого мониторинга (наблюдения за уровнями вод, расходами объемами наполнения и сработки, положением депрессионной кривой, состоянием верхнего и нижнего бьефов сооружений и плотины) осуществляется в соответствии с требованиями "Правил эксплуатации системы Каракумского канала" и "Правилами эксплуатации Копетдагского водохранилища", а также приказами, распоряжениями, протоколами и др.) Документы мониторинга и его оценок имеются, однако получить копию не представилось возможным.

### 4.3 Аварии на плотине

---

За время эксплуатации водохранилища аварий не было.

---

#### **4.4 Нормы и правила эксплуатации**

---

"Правила эксплуатации Копетдагского водохранилища" составлены на основании "Норм и правил эксплуатации Каракумского канала", разработанных институтом "Туркменгипроводхоз" в 1983 г. и "Основами технической эксплуатации Каракумского канала в современных условиях" (1997год).  
Выполнение указанных документов обязательно для эксплуатационных организаций и ведомств, независимо от их ведомственной принадлежности.

---

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

---

Комплекс сооружений Копетдагского водохранилища имеет морально и физически устаревшую связь с Центральным диспетчерским пунктом Управления системой Каракумского канала, а связь между объектами комплекса отсутствует.

Действия эксплуатационного персонала в аварийной обстановке определены должностными инструкциями, утвержденными начальником водохозяйственного управления.

## 5 ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ

---

### 5.1 Основные положения

---

Оценку надежности принято выполнять на основании следующих общих критериев:

- (1) **Безопасность конструкции**  
Плотина, ее основание и примыкания 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 паводке расчетной вероятности. 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 все 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 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, что позволит принять необходимые меры по борьбе с опасностью

Необходимо соответствующим образом 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.

В результате рассмотрения проекта и устройства Копетдагской плотины, оценки ее состояния, гидрологических и геологических условий, были сделаны следующие выводы в отношении безопасности плотины.

---

## 5.2 Безопасность конструкции

---

### 5.2.1 Плотина

Эта плотина намывного типа успешно эксплуатируется с момента пуска ее в эксплуатацию первой очереди в 1975 и второй очереди в 1994 году.

По информации, полученной от эксплуатационного персонала, что регулярно выполняется мониторинг и обследования плотины.

Замеры кривой депрессии на плечах плотины выполняются с помощью пьезометров (41 работающий из 54), сама кривая находится в расчетных пределах.

После некоторых первоначальных проблем с фильтрацией и ремонтных работ, фильтрационные расходы пришли к минимальному уровню, хотя и не измеряются. Неизвестно выполняются ли замеры просадок.

Важно, что достаточное количество контрольно-измерительной аппаратуры установлено и находится в рабочем состоянии, что позволяет поддерживать правильный режим эксплуатации плотины. Для большой намывной плотины это будет включать в себя измерение порового давления, фильтрации и горизонтальных и вертикальных деформаций. Система контрольно-измерительной аппаратуры должна быть установлена, чтобы позволить выполнять необходимые измерения.

Антиволновой парапет на гребне плотины незакончен, что повышает уязвимость плотины во время сильного ветра, в плане воздействия волн на плотину.

Оба откоса плотины находятся в хорошем состоянии.

### 5.2.2 Водосбросные сооружения

Водосбросные сооружения обладают большей пропускной способностью по сравнению с обычным притоком в водохранилище и наверняка имеют потенциал для преодоления возникших непредвиденных ситуаций.

Однако, несмотря на это, потенциальный паводковый приток с местной водосборной площади неизвестен по своему возможному объему, а также Кайракумский канал горизонт воды которого выше чем водохранилище, создает возможность опорожнения канала в водохранилище. В этих обстоятельствах, одновременный отказ оборудования водовпуска и водовыпуска может привести к переливу через гребень плотины.

Поверхностный осмотр водосбросных сооружений показал что они находятся в удовлетворительном состоянии; персонал не докладывал о каких-либо серьезных проблемах с затворами и другим оборудованием. В настоящее время для управления оборудованием используется временный источник питания и является очевидным необходимость завершения работ по проводке.

---

### 5.3 Безопасность плотины при паводках

---

Копетдагское наливное водохранилище, расположено на Каракумском канале с водосборной площадью примерно  $950\text{км}^2$  (Секизаб Крик). Максимальная пропускная способность водовпускного канала  $79\text{м}^3/\text{с}$ . Водовыпуск из водохранилища управляется 3 затворами с общей пропускной способностью  $79\text{м}^3/\text{с}$ . Сток из местной водосборной площади не брался в расчет при проектировании плотины.

При ВМП вполне возможно что сток из местной водосборной площади может заполнить водохранилище и произойдет перелив через гребень плотины. Как стало ясно из беседы с главным инженером Каракумского канала, в этом случае они наверняка выкопают аварийный водосброс в восточной части плотины с последующим сбросом всей воды в пустыню Кызылкум.

Можно сделать вывод что Копетдагская плотина обладает высоким гидрологическим риском. В случае разрушения плотины последствия выразятся в отсутствии подачи воды для поселений находящихся вдоль канала и для ирригационных нужд. Соответственно рекомендуется предпринять гидрологические изыскания и определить входные гидрографы для различных обеспеченностей, включая ВМП и принять соответствующее решение по уменьшению или даже устранению гидрологического риска.

---

### 5.4 Условие аварийной сработки водохранилища

---

Сработка уровня воды в водохранилище может быть осуществлена при помощи водосброса. Максимальная пропускная способность водосброса при нормальном подпорном уровне около  $142\text{ м}^3/\text{с}$ , давая возможность выполнить максимальную скорость сработки равную  $0,25\text{ м/сут}$ . Это не высокая скорость но должно быть достаточная, чтобы снять значительную часть нагрузки на плотину в случае опасности.

---

### 5.5 Безопасность в отношении землетрясений

---

#### 5.5.1 Критерии в условиях сейсмичности

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 III", рекомендуется проектировать на период повторения МРЗ один раз в 10 000 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 Разжижение насыпи и грунтов основания

Сообщается, что в 1997 году было землетрясение силой в 7 баллов с эпицентром в 40 км к югу от плотины, которое привело к появлению продольных вертикальных трещин в креплении верхового откоса плотины. Эти трещины на тот момент были выше уровня воды, и выше НПУ, и как было сказано они были на глубину до 2 м, и до 0,08 м шириной в своей верхней части. Был выполнен ремонт этих трещин путем рытья траншей и обратной засыпки с послойным уплотнением.

Не имеется других подробностей в отношении этого случая, но эти трещины говорят о возможном процессе оползания, возможно связанную с потерей прочности водонасыщенных грунтов ниже уровня воды из-за разжижения. Если информация будет дополнена, включая оценку максимума ускорения грунтов, это обеспечило бы необходимой информацией для повторного анализа сейсмической устойчивости плотины. Этот случай подтверждает, что тело

плотины построенное из водонасыщенных, низкой плотности грунтов, построенное способом намыва, уязвимо от воздействия землетрясений.

### 5.5.3 Вспомогательные работы

Возможно, что козловой кран водовыпуска также уязвим от воздействия землетрясений. Любое повреждение, которое повлечет нарушение работы этого крана в управлении затворами водовыпуска будет иметь важное значение для безопасности плотины, и оценка влияния землетрясений в этом случае должна быть сделана на основе возможного воздействия землетрясения на это оборудование.

---

## 5.6 Другие вопросы безопасности

---

Для ряда других вопросов безопасности необходимы дальнейшие исследования, как части более расширенной оценки безопасности, кроме тех, которые было возможно исследовать в настоящей работе, в том числе:

### 5.6.1 Безопасность подъезда к плотине

Подъезд к плотине возможен с обеих сторон реки и вероятность, что в чрезвычайной ситуации (в т.ч. наводнение, землетрясение) прервется сообщение с обеими сторонами невелика, если только эти дороги не смоят, водопропускные сооружения не разрушатся и т.д.

### 5.6.2 Надежность электроснабжения

Вряд ли имеется гарантия 100% бесперебойности электроснабжения и для управления козловым краном рекомендуется установка резервного генератора для работы в аварийной ситуации.

---

## 5.7 Анализ безопасности, выводы

---

### 5.7.1 Основные проблемы

На основе краткого обследования МК не обнаружили сколько-нибудь серьезных проблем в отношении безопасности Копетдагской плотины. Однако, эта плотина выполнена методом намыва, и уязвима с точки зрения устойчивости из-за потери прочности водонасыщенных грунтов низкой плотности тела плотины от воздействия землетрясений.

Имеется определенные недостатки в работе мониторинговой аппаратуры, некоторые пьезометры вышли из строя хотя имеющиеся могут обеспечить получение информации о удовлетворительном положении кривой депрессии.

Подводящий канал имеет общий перепад в горизонтах 50м. на 5 сопрягающих сооружениях, находящихся на расстоянии 10км. между головным водовпускным сооружением и водохранилищем. Существует возможность переполнения водохранилища в случае отказа затворов водовыпуска при дальнейшем

поступлении воды. Время необходимое для наполнения водохранилища до отметки намного выше НПУ требует рассмотрения и риск перелива через гребень плотины весьма незначителен но не может быть исключен.

### **5.7.2 Заключение по оценке безопасности**

Ввиду отсутствия физико-механических параметров грунтов статический расчет устойчивости не был выполнен, но откосы нормальные и соответствуют использованным строительным материалам.

Кроме как риска повреждений от землетрясений (что потребует в дальнейшем подтвердить или опровергнуть), Копетдагская плотина, как представляется соответствует критериям безопасности.

Ввиду того, что водохранилище заполняется из Каракумского канала и не имеет независимой водосборной площади, опасность от паводка не имеет большого значения, хотя возможно, что из-за неправильной работы водопропускных сооружений возможно переполнение водохранилища, которое может привести в крайнем случае к переливу через плотину.



## 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

Чтобы обеспечить необходимой информацией для выполнения проектных работ описанных ниже и для определения оценки безопасности, необходима дополнительная информация, которая находится вне обзора настоящего исследования.

Ниже описаны эти работы:

- Полевые изыскания
- Исследования грунтов и обследования
- Инженерные исследования

#### 6.2.2 Изыскания

(1) Топоизыскания

Рекомендуются следующие топоизыскания :

- Продольный профиль по гребню плотины;
- Съемка типовых поперечных сечений плотины для сверки с исполнительной съемкой

### 6.2.3 Исследования грунтов и обследования

Рекомендуются следующие изыскания и исследования:

(1) Переустройство пьезометров в теле плотины потребует бурения большого количества скважин. Рекомендуется при производстве этих работ должны быть проведены испытания на месте для того чтобы проверить свойства материалов тела плотины и ее основания, а также провести лабораторные испытания.

(2) Обследования

Для обеспечения информацией, на основе которой будет выполнена детальная оценка необходимого оборудования и ремонтных работ, рекомендуется детальное обследование плотины и должны быть составлены инвентарные описи дефектов, необходимых материалов и ремонтных работ, в том числе по позициям:

- Ремонтные работы по креплению верхового откоса плотины (обследование выполнить, когда в водохранилище будут низкие горизонты воды);
- Улучшение работы дренажа плотины (обследование выполнить когда в водохранилище будут высокие горизонты воды);
- Ремонтные работы по креплению низового откоса плотины и открытого дренажа;
- Внутренняя поверхность водосбросной трубы выше и ниже затворов;
- Электрическая проводка и т.д., освещение;
- Затворы, и гидромеханическое подъемное оборудование;
- Работы по металлоконструкциям (лестницы в башне затворов и лестничные площадки)

### 6.2.4 Дополнительные инженерные исследования

Рекомендуются дополнительные инженерные / гидрологические исследования:

- 1) Обзор эксплуатационных процедур водохранилища с использованием пересчитанных расходов паводка, расчетов по заилению и запаса над уровнем воды от волнового воздействия, определенного на основе обновленной информации о ветре.
- 2) Обзор сейсмичности района плотины, определить максимальные ускорения грунта для землетрясения за период эксплуатации (ОБЗ) и для максимального расчетного землетрясения (МРЗ).
- 3) Оценка чувствительности материалов тела плотины к разжижению при сейсмических толчках. Обзор статической и сейсмической устойчивости на основе исследованных на месте свойств материалов, и определить деформации, когда фактор безопасности от воздействия сейсмических толчков меньше единицы.
- 4) Гидрологические исследования водосборной площади русла Секиз-Яб.

---

## 6.3 Строительные работы

---

На основе имеющейся информации и оценки безопасности выполнена предварительная оценка необходимых строительных работ. Окончательные детали будут зависеть от исследований указанных выше.

### 1) Контрольно-измерительная аппаратура плотины

Хотя плотина внешне выглядит в хорошем состоянии, но так как это главная плотина, это требует детального мониторинга этой плотины. Где необходимо, на плотине должна быть заменена мониторинговая контрольно-измерительная аппаратура. Предлагается следующее

- Установить новые трубки пьезометров там, где заилены существующие
- Установить дополнительные электрические (дистанционные) пьезометры в критических точках;
- Установить сеть поверхностных деформационных марок и триангуляционных знаков для выполнения точных измерений горизонтальных и вертикальных измерений.
- Обеспечить измерение фильтрационных расходов.

### 2) Гребень плотины

Достроить стенку вдоль гребня плотины.

### 3) Гидромеханическое оборудование

Безопасность плотины в большой степени зависит от нормальной работы гидромеханического оборудования. Любой необходимый ремонт, любые необходимые замены должны быть выполнены незамедлительно, и должно быть обеспечено наличие резервного электрического генератора. Электрическое оборудование хотя не влияет непосредственно на безопасность, оно должно быть доукомплектовано, в особенности электрическое освещение.

### 4) Водосброс

Запроектировать и построить новый водосброс, если в результате гидрологических исследований это будет признано необходимым

### 5) Разное

Другие дефекты, обнаруженные в результате детального обследования должны быть также исправлены.

---

## 6.4 Оборудование и запасные детали к ним

---

Ниже приводится предварительная оценка необходимого материально-технического снабжения, основанная на обследовании «Консультантами» и обсуждениях с местным управляющим персоналом:

- (1) Пьезометры - в настоящее время все установленные пьезометры трубчатого типа, однако необходимо установить дополнительно некоторое количество электрического (дистанционного) типа в критических точках.
  - (2) Триангуляционные знаки и визирные марки измеряющие поверхностные перемещения и оборудование для измерения деформаций.
  - (3) Обеспечить резервным генератором и связанным с этим помещением электропроводкой.
  - (4) Для проведения исследований обеспечить обслуживающий персонал транспортными средствами.
  - (5) Обеспечить системой связи и мониторинга между водовпускным сооружением и водовыпусками плотины и другими сооружениями на канале.
- 

## 6.5 План мероприятий срочного реагирования в экстремальных ситуациях

---

Плотина образует большое водохранилище и может создаться аварийная ситуация в результате попуска большого объема накопленной воды. Нижерасположенная территория имеет большие, однако, последствия для населения этих мест могут быть не особенно серьезными. Тем не менее необходимо иметь хорошо продуманный план в соответствии с такой ситуацией, поддержанный местными властями, связью и системой тревоги. На основании моделирования разрушения плотины и рассмотрения трансформации волны вниз по течению необходимо подготовить карты затопления с выделением зон повышенной опасности, указанием времени добега волны и длительностью затопления. Подсчет ущерба от возможного паводка и возможных человеческих жертв, должны быть определены на основе работы проделанной выше.

Детальный план действий в аварийной ситуации и инструкция должны быть подготовлены с указанием процедур, какие необходимо выполнить, обязанностей управляющего персонала, региональных инженеров и местных властей.

---

## 6.6 Смета расходов

---

В таблице 6.1 перечислены мероприятия по обеспечению безопасности и распределенные по трем приоритетным уровням (очередности) (I, II, III).

Предлагаемые приоритетные уровни:

- I - Приоритет первого (высшего) уровня; работы, которые должны быть выполнены немедленно
- II - Приоритет второго (среднего) уровня; работы, которые нужно выполнить в течение трех лет
- III - Приоритет третьего (низшего) уровня; объекты, для которых выделена потребность в проведении работ, должны находиться под постоянным наблюдением.

**Таблица 6.1: Копетдагская плотина – Безопасность плотины  
Приоритеты на выполнение исследовательских работ и  
материально-техническое снабжение**

Вид работ	Исследования и т.п.	Строительные работы материально-техническое снабжение		
		Приоритет I	Приоритет II	Приоритет III
1. Изыскания (6.2.2)	<input type="checkbox"/>			
2. Исследования 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>• Крепление верхового откоса</li> <li>• Контрольно-измерительная аппаратура</li> <li>• Гидромеханическое оборудование</li> <li>• Новый водосброс</li> <li>• Ремонтные работы общего характера</li> </ul>		<input type="checkbox"/>     <input type="checkbox"/>     <input type="checkbox"/>     <input type="checkbox"/>     <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>     <input type="checkbox"/>	
5. Материально-техническое оснащение (6.4) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Пьезометры и оборудование для мониторинга деформаций</li> <li>• Резервный генератор</li> <li>• Транспортные средства</li> <li>• Оборудование для системы раннего оповещения и связи</li> </ul>		<input type="checkbox"/>    <input type="checkbox"/>   <input type="checkbox"/>   <input type="checkbox"/>		
6. Проработка плана действий в аварийной ситуации (6.5)	<input type="checkbox"/>			


## 7 ВЫВОДЫ

---

На основании полученной информации и краткого обследования Копетдагской плотины международные консультанты пришли к выводу, что в основном Копетдагская плотина находится в удовлетворительном состоянии. Выявлены потребности в ремонтных работах, но следующим основным позициям, которым должен быть отдан первостепенный приоритет:

- (a) Восстановление пьезометров и установка всесторонней системы мониторинга за деформациями, и после этого проведение регулярного мониторинга порового давления, деформаций и фильтрации;
- (b) Обеспечение автотранспортом для проведения регулярных проверок состояния плотины и ежедневных наблюдений за КИА
- (c) Установка надежной системы раннего оповещения для предупреждения населения на нижерасположенных землях в случае возникновения аварийной ситуации, с поддержкой органами власти и системой связи.
- (d) Установка телекоммуникационной системы между плотиной и водозаборным сооружением, постоянное электрического питания и обеспечение наличия резервного генератора.



## 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
4. Л. Ванг "Районирование лессовых площадей в Китае по принципу сейсмической геотехнической угрозы, 1999 Technical committee for earthquake. Geotechnical Engineers, ISSMGE

**Приложение А**  
**КОПЕТДАГСКАЯ ПЛОТИНА**  
**Перечень использованных материалов**

## **Копетдагская плотина**

### **Приложение А – Перечень использованной литературы**

1. Миссия Мирового Банка Развития, 1997

## **Приложение Б**

### **Метод оценки риска**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Метод оценки риска

### – Метод оценки риска

Таблица В.1 Факторы, на основании которых строится классификация				
Емкость (10 <sup>6</sup> м <sup>3</sup> )	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 В.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

## ЧЕРТЕЖИ