

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Экология и природопользование
Кафедра –Геозкология и геохимия

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Природно-техногенные риски в районе озера Сарез (Республика Таджикистан)

УДК 502.175:556.55(575.3)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Бобокбаев Шамирбек Рисулович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГЭГХ	Осипова Нина Александровна	Кандидат химических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова Ольга Сергеевна			

По разделу «Эколого-экономический ущерб»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибульников Маргарита Радиевна	Кандидат географических наук доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГЭГХ ТПУ	Языков Егор Григорьевич	Доктор геолого- минералогических наук		

Томск – 2017 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

№	Результаты обучения
1	2
P1	Применять естественно научные, математические, гуманитарные, экономические, инженерные и технические решения для прикладных инженерных проблем и междисциплинарных задач соответствующие профилю подготовки.
P2	Проводить и планировать экспериментальные и аналитические экспериментальные исследования с использованием новейших техники и достижений науки, уметь оценивать результаты и делать выводы, получение в неопределенных и сложных условиях, правовые основы в область интеллектуальной собственности.
P3	Проявлять профессиональную о переводах открытиях и знаниях с учетом отечественного и зарубежного опыта; при разработке методов и новых идей использовать индивидуальный подход для решения инженерных задач, модернизация и усовершенствования экологических проблем.
P4	внедрять, обслуживать и эксплуатировать современные машины и механизмы для реализации технологических процессов, выполнять требования по защите окружающей среды, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда.
P5	Выбрать и быстро ориентироваться в многофакторных ситуациях оптимальные решения, владеть средствами и методами математического моделирование технологических объектов и процессов.
P6	Индивидуально, работать эффективно в качестве руководителя и члена команды, умение формировать задание и оперативно решить всех поставленных задач, нести ответственность за результаты работы.
P7	Учиться самостоятельно и непрерывно повышать квалификацию в период профессиональной деятельности, владеть активно иностранным языком на уровне, позволяющей работать в интернациональной среде разработать документацию и защищать результаты инженерной деятельности.

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Экология и природопользование
Кафедра –Геоэкология и геохимия

УТВЕРЖДАЮ: Зав. кафедрой

(Подпись)

(Дата) Язиков Е. Г.
(Ф.И.О.)

**Задание на выполнение выпускной
квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Бобокбаеву Шамирбеку Рисуловичу

Тема работы:

Природно-техногенные риски в районе озера Сарез (Республика Таджикистан)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	10.03.2017 № 1556/с
Срок сдачи студентом выполненной работы:	29.05.2017

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы научно-исследовательской работы, производственной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Введение 1. Геоэкологическая оценка состояния природной среды в пределах Сарезского озера 2. Обзор ранее проведенных исследований. прогнозирование развития оползневой и сейсмической ситуации 3. Результаты и обсуждение. Изучение динамики уровня воды в озере и параметров фильтрации 4. Расчет устойчивости ниши отрыва Усойского завала по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения. 5. Насосная станция для снижения уровня Сарезского озера 6. Социальная ответственность 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8. Заключение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Таблица 21 2. Рисунок 25

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Социальная ответственность»	Кырмакова Ольга Сергеевна
«Эколого-экономический ущерб»	Цибульников Маргарита Радиевна
«Обзор англоязычной литературы», выполненный на английском языке	Матвеев Ирина Алексеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Геоэкологическая оценка состояния природной среды в пределах Сарезского озера (Geoeological assessment of the state of the natural environment within the Sarez Lake)	

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по
линейному графику**

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГЭГХ	Осипова Нина Александровна	Кандидат химических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Бобокбаев Шамирбек Рискулович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
 профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Институт природных ресурсов
 Направление: Экология и природопользование
 Кафедра: Геоэкология и Геохимия
 Период выполнения: осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация
Природно-техногенные риски в районе озера Сарез (Республика Таджикистан)
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

Календарный рейтинг-план
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:		
--	--	--

Дата текущего контроля	Название раздела / вид работы (исследования)	Процент выполнения
26.09.2016	Введение	5
16.10.2016	Геоэкологическая оценка состояния природной среды в пределах Сарезского озера	10
27.11.2016	Обзор ранее проведенных исследований. Прогнозирование развития оползневой и сейсмической ситуации	20
16.02.2017	Результаты и обсуждение. Изучение динамики уровня воды в озере и параметров фильтрации	30
12.04.2017	Расчет устойчивости ниши отрыва Усойского завала по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения	5
12.004.2017	Насосная станция для снижения уровня Сарезского озера	5
12.05.2017	Раздел «Социальная ответственность»	5
12.05.2017	Раздел «Эколого-экономический ущерб»	5
25.04.2017	Заключение	3
12.05.2017	Реферат	2
12.05.2017	Написание пояснительной записки	3
12.05.2017	Подготовка доклада	5
12.05.2017	Оформление презентации	2
	Итого	100

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Бобокбаеву Шамирбеку Рискулович

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Геоэкология и геохимия
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона)	Рабочим местом является переход водопровода через гребень Усойского завала в южной части западной части озера. Работа осуществляется путем установки трубы, плавучей насосной станции.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	Работа по строительству перехода непосредственно связана с дополнительным воздействием целой группы вредных факторов, что существенно снижает производительность труда. К таким факторам можно отнести: Превышение уровней шума; Отклонение показателей климата на открытом воздухе; Тяжесть и напряженность физического труда; Вибрация
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	На объекте строительства подводного перехода методом наклонно- направленного установление труб, могут возникнуть опасные ситуации для рабочего персонала, к ним относятся: 1.Электрический ток; 2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные); 3.Электрическая дуга и металлические искры при сварке; 4. Пожароопасность. Примечание: Пожароопасность описана в 3.1 как ЧС
2. Экологическая безопасность:	При строительстве подводного перехода будет оказываться негативное воздействие, в основном, на состояние земельных ресурсов и атмосферного воздуха. 1.Охрана земельных ресурсов и растительного мира 2. Охрана атмосферного воздуха

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	В районе деятельности возможно возникновение следующих видов чрезвычайных ситуаций различного характера. Одним из основных таких ситуаций является – пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭБЖ	Кырмакова Ольга Сергеевна	Ассистент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Бобокбаев Шамирбек Рискулович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Бобокбаеву Шамирбеку Рискуловичу

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет предполагаемого эколого-экономического ущерба, который может быть причинен территории в результате прорыва дамбы Усойский завал на Сарезском озере
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	1. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства утвержденной приказом Минприроды России от 13 апреля 2009 г. N 87 2. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (далее - Методика), утверждена приказом Минприроды России от 08.07.2010 N 238

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование научного исследования	Структура работ в рамках научного исследования Определение трудоемкости выполнения работ
2. Формирование бюджета научного исследования	1. Расчет нанесенного эколого-экономического ущерба инфраструктуры 2. Расчет нанесенного эколого-экономического ущерба водным объектом 3. Расчет нанесенного эколого-экономического ущерба почвам

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта схема риска при прорыве Сарезского озера

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПР	Цибулькикова Маргарита Радиевна	Кандидат географических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Бобокбаев Шамирбек Рискулович		

Реферат

Данная выпускная квалификационная работа содержит 126 страниц, 25 рисунков, 21 таблиц, 74 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: Сарезское озеро, Усойский завал, риск, прорыв, устойчивость, насосная станция, фильтрация.

Объектом исследования является Сарезское озеро и связанные с ним природно-техногенные риски

Цель работы:

- сбор и анализ данных мониторинговых исследований за наблюдением озера Сарез.
- прогнозирование развития оползневой и сейсмической ситуации;
- расчет устойчивости склона ниши отрыва Усойского завала;
- обоснование комплекса мероприятий, снижающих риск прорыва озера Сарез.

В результате исследования:

Исследованы уровень Сарезского озера, устойчивость ниши отрыва Усойского завала и режим фильтрационных путей. Для снижения и смягчения ущерба от возможного прорыва Сарезского озера было предложено установить несколько плавучих насосных станции для снижения уровня озера Сарез.

Основные результаты исследования обсуждались на международной научно-практической конференции студентов «Творчество юных – шаг в успешное будущее» (г. Томск, 1016), на научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академик М.А. Усова «Проблема геологии и освоения недр» (ТПУ, 2016 - 1017 г.г).

Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

ГБАО – Горно-Бадахшанская Автономная Область;

ООН – организация объединённых наций;

НПО – неправительственная организация;

США – соединенный штат Америки;

МДССБ – международной декады снижения стихийных бедствий;

СНГ – содружества независимых государств;

ПРООН – программы развития организации объединенных наций;

МФСА –Международный Фонд Спасение Арала;

ПУГ – пикового ускорения грунта;

ВСЕГИНГОЕ – всероссийский научно-исследовательский геологический институт гидрогеологии и инженерной геологии;

СНиП – строительные нормы и правила;

ОВПФ – опасные и вредные производственные факторы;

ППБ – правила пожарной безопасности;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

ОВПФ – Определение вредных производственных факторов.

Оглавление

Введение.....	14
1 Геоэкологическая оценка состояния природной среды в пределах Сарезского озера.....	16
1.1 Физико-географическая характеристика бассейна озера Сарез.....	16
1.2 Морфометрия и морфология Сарезского озера.....	21
1.3 Геологическое и тектоническое строение бассейна озера Сарез. Сейсмические условия.....	24
1.3.1 Геолого-тектоническое строение.....	24
1.3.2 Сейсмические условия в районе Сарезского озера.....	26
1.4 Особенность гидрометеорологического режима Сарезского озера и основные направления развития гидрометеорологического мониторинга.....	31
2 Обзор ранее проведенных исследований. Прогнозирование развития оползневой и сейсмической ситуации в районе Сарезского озера.....	38
2.1 Современные исследования стихийных бедствий, геодезические и геофизические исследования региона Сарезского озера.....	41
2.2 Особенности гидрометеорологического режима Сарезского озера и основные направления развития гидрометеорологического мониторинга.....	45
3 Результаты и обсуждение. Изучение динамики уровня воды в озере и параметров фильтрации	47
3.1 Наблюдение за уровнем озера.....	47
3.2 Исследование параметров фильтрации.....	49
4 Расчет устойчивости ниши отрыва Усойского завала по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения.....	54

5.	Обустройство насосных станций для снижения уровня Сарезского озера.....	66
5.1	Выбор основного оборудования насосной станции.....	66
5.2	Определение основных размеров и разработка конструкции насосной станции.....	68
6.	Социальная ответственность.....	70
6.1	Профессиональная и социальная безопасность.....	70
6.1.1	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	71
6.1.2	Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	74
6.2	Экологическая безопасность.....	77
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	78
6.4	Законодательное регулирование проектных решений.....	81
7	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	84
7.1	Определение эколого-экономического ущерба в случае прорыва озера Сарез.....	84
7.2	Определение ущерба водному объекту от загрязняющих веществ в случае прорыва дамбы Сарезского озера.....	90
7.3	Исчисления размера вреда, причиненного почвам, в случае прорыва Сарезского озера.....	93
	Заключение.....	96
	Список литературы.....	98
	Приложение А.....	104

Введение

Актуальность. В настоящее время комплексное изучение опасных природно-техногенных явлений является актуальной и насущной задачей в связи с увеличением общего числа природно-техногенных аварий и катастроф и роста ущерба от них. Более ранние исследования в области охраны природы были направлены в первую очередь на охрану от непосредственного уничтожения ценных видов животных, растений на определенной территории, создавая для этого особо охраняемые участки.

В основном работы велись за контролем качества компонентов среды обитания (воздуха, воды, почв и т.д.), а живые компоненты, которые являются основным естественным звеном процессам очистки самовосстановления природной среды обитания, оказались в стороне.

Сарезское озеро сформировалось в 1911 году, когда массивный, спровоцированный землетрясением обвал объемом приблизительно в 2 км³ полностью перегородил долину реки Мургаб – приток в верховьях Пянджа (Амударьи) в восточной части Таджикистана (ГБАО). Завал был назван по имени кишлака Усой, погребенного под обвалом. Усойский завал высотой в 650 метров является крупнейшим на земле среди всех естественных и искусственных плотин.

Сарезское озеро - одно из крупнейших опасных водоемов, прорыв которого нанесет громадный ущерб, по среднему и нижнему течению Амударьи с населением более 5 млн. чел.

Сарезское озеро оставалось непроточным три года. В 1914 году сквозь Усойский завал пробились родники, вымывшие в нем пустоты. Естественная фильтрация выровняла уровень притока и оттока воды, но поколебала устойчивость природной плотины.

Поскольку завал не является инженерной конструкцией, предназначенной для сдерживания больших объемов воды, почти сразу после его возникновения появились опасения о вероятном разрушении завала и

формировании селевого потока, который нанесет огромный ущерб не только расположенной ниже Бартангской долине, но и долине реки Пяндж (Амударья). Площадь затопления при этом будет включать территорию Таджикистана, Афганистана, Узбекистана и Туркменистана.

Сарез - крупнейшей высокогорный водоемом в мире. Но именно полноводность является фактором риска прорыва плотины, ограждающей озеро

В задачи исследований входит:

- описание опасного природного явления, связанного с прорывом, и природно-ресурсного потенциала на территории Сарезского озера;
- геоэкологическое исследование состояния озера, Усойского завала, режима фильтрации для снижения и смягчения ущерба от прорыва Сарезского озера;
- оценки условий обеспечения безопасности от схода оползней завала, бортов, для прогноза развития опасности Сарезского озера, для управления безопасностью с различными режимами чрезвычайных ситуаций, с методологией на принципе «от будущего к настоящему» с механизмом прогнозирования и предупреждения:

Исходными материалами послужили данные, собранные в процессе прохождения производственной практики в Управлении эксплуатации системы Усойского завала и озера Сарез при Комитете по чрезвычайным ситуациям Республики Таджикистан.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю, доценту кафедры ГЭГХ, к.х.н Осиповой Нине Александровне за большое внимание, ценные советы и огромную помощь при выполнении работы; профессору каф. ГЭГХ ТПУ, доктору геолого-минералогических наук Л.П. Рихванову, заведующему кафедрой ГЭГХ профессору, доктору геолого-минералогических наук Е.Г. Язикову. аспиранту кафедры ГЭГХ Т.С. Шаховой за внимание и помощь в выполнении работы.

1. Геоэкологическая оценка состояния природной среды в пределах Сарезского озера

1.1 Физико-географическая характеристика бассейна озера Сарез

Озеро образовалось 18 февраля 1911 года в результате 9-ти бального землетрясения, ставшего причиной грандиозного обвала, перегородившего долину р. Мургаб [25].

Гидрологический режим возникшего водоема до настоящего времени не стабилизировался. Уровень озера продолжает постепенно повышаться, меняются фильтрационные характеристики плотины, в придонных слоях водоема увеличивается минерализация воды. В районе озера существует реальная угроза возникновения новых крупных оползней, обвалов [32].

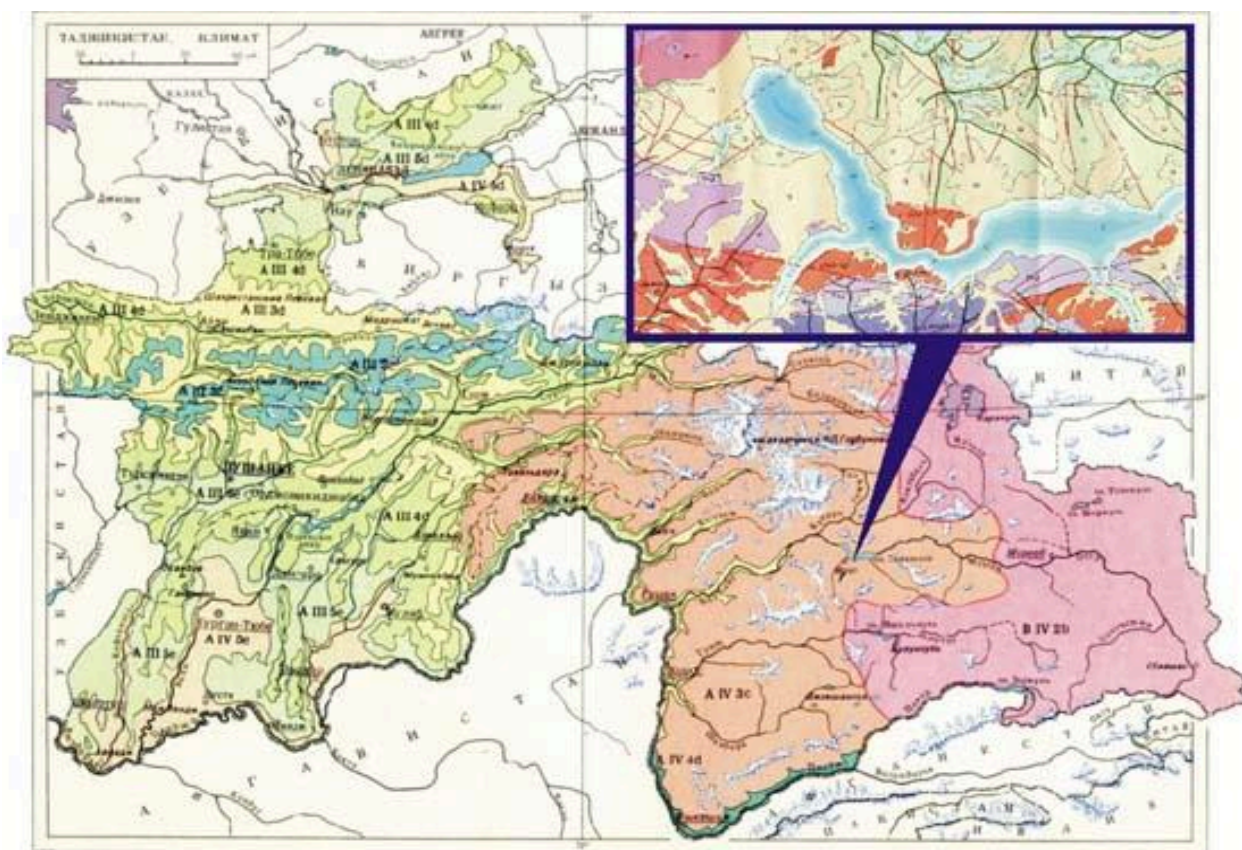


Рис. 1.1 – Сарезское озеро на карте республики Таджикистан

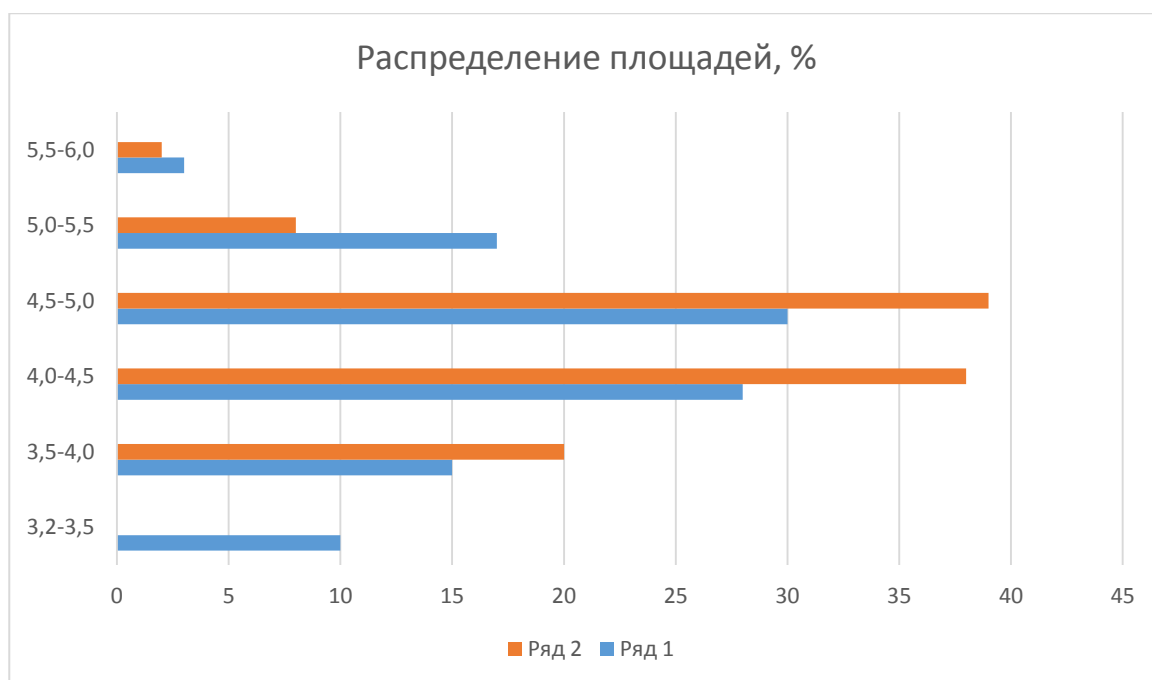
Рельеф. Сарезское озеро, одно из крупнейших завальных озер Таджикистана и всей Средней Азии, расположено в центре горной системы Памира в бассейне р. Мургаб. Водосборный бассейн площадью 18344 км² занимает юго-восточную область Памира (37°15' - 38°30' с.ш. и 72°35' - 75°10'

в.д.) с абсолютными высотами 3700-6200 м. Большая часть бассейна (62,5%) относится к восточно-памирской физико-географической зоне. Главные водораздельные хребты: Сарыкольский, Ваханский с юго-восточными хребтами, Северо-Аличурский и Музкольский. Средние высоты этих хребтов соответственно 4930, 5060, 5030 и 5300 м над уровнем моря. Часть бассейна, непосредственно примыкающая к озеру, относится к западно-памирской физико-географической зоне. В этой области бассейн имеет практически широтное простираие между Музкольским и Северо-Аличурским хребтами (средняя высота 5150 м).

Превышение хребтов над дном долин составляет 800-1500 м. Основные формы рельефа бассейна связаны с ледниковой аккумуляцией четвертичного: оледенения и рельефообразующей деятельностью криогенных зон. Почти повсеместно распространена вечная мерзлота. В бессточных понижениях располагаются солоноватые озера [43].

По мере продвижения к западу, с переходом в западно-памирскую зону долина р. Мургаб постепенно сужается, в рельефе начинают преобладать водно-эрозионные формы, возрастает амплитуда эрозионных врезов. Склоны долины становятся круче, одновременно увеличиваются абсолютные высоты хребтов. Превышения гребней над дном долины достигают 1500-2000 м. Основная площадь бассейна располагается на высотах 3660-4500 м [54].

Распределение площадей между высотными зонами Восточного и Западного Памира в пределах бассейна Сарезского озера представлено на рисунке 1.2.



Ряд 1. – Западный Памир; Ряд 2 – Восточный Памир

Рис. 1.2 – Распределение площадей между высотными зонами Восточного и Западного Памира в пределах бассейна Сарезского озера

Климат. Термический режим определяется режимом свободной атмосферы и радиационным режимом подстилающих поверхностей. Бассейну р. Мургаб свойственны черты резко континентального климата с высоким контрастом годовых и суточных амплитуд температуры воздуха. Средние годовые температуры воздуха в бассейне колеблются в пределах от -5° до -7°C . В гляциальной области бассейна р. Мургаб минимум температуры воздуха может наблюдаться ниже -40°C , а максимум - превышать $+25^{\circ}\text{C}$. Амплитуда суточных колебаний в летний период достигает $12-18^{\circ}\text{C}$.

Глобальное потепление климата, проявляется и на Памире. Так, по результатам обработки данных метеорологической станции Мургаб выявлен положительный годовой тренд летних температур в $0,002^{\circ}\text{C}$ [4].

Распределение атмосферных осадков в бассейне Сарезского озера крайне неравномерное. Восточный Памир характеризуется малым количеством атмосферных осадков (70-120 мм/год), выпадающих преимущественно в летний период. Западный Памир характеризуется

увеличением атмосферных осадков (до 300 мм/год) и сдвижкой максимума атмосферных осадков на холодный период.

Для обеих зон характерно возрастание градиентов осадков с высотой местности [52].

Многолетний режим атмосферных осадков подвержен циклическим колебаниям, не всегда синхронным на Восточном и Западном Памире (представлен на рисунке 1.3).

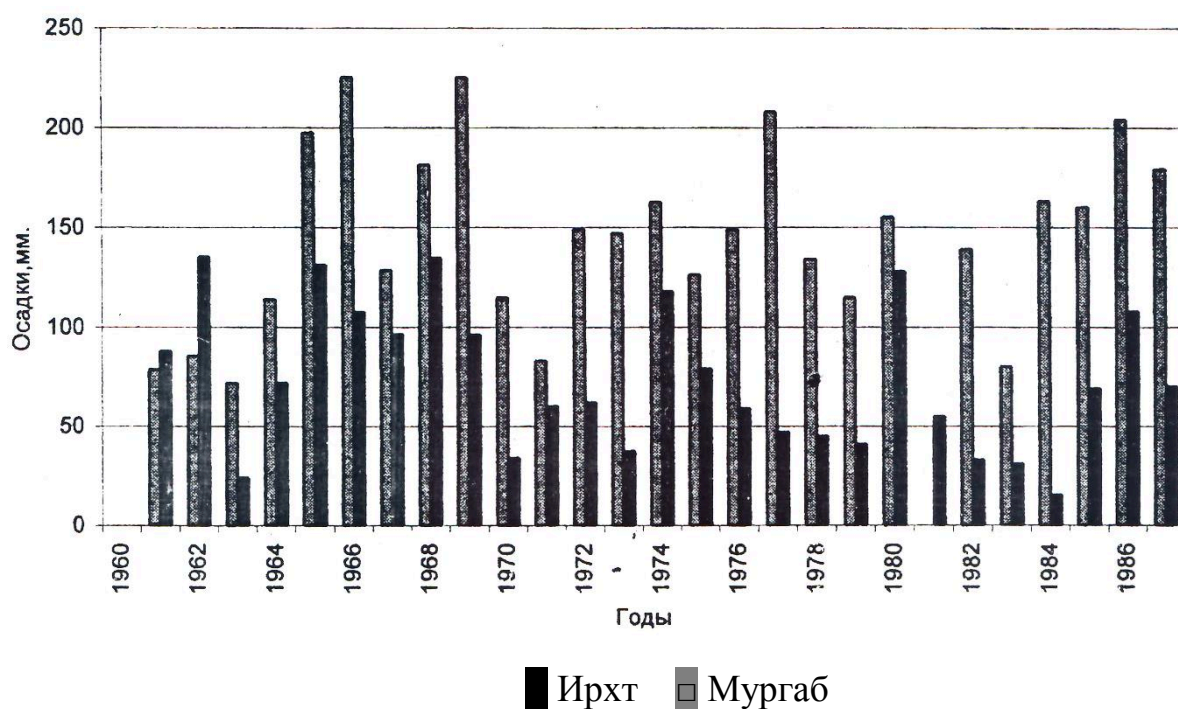


Рис. 1.3 – Многолетний режим атмосферных осадков [5]

Гидрография. Климатические особенности Восточного и Западного Памира проявляются и в строении гидрографической сети бассейна. Основными элементами гидрографической сети являются реки, озера и ледники. В то же время в формировании гидрографической сети верхнего и среднего течения р. Мургаб с его выравненным рельефом и климатом высокогорных пустынь большая роль принадлежит также родникам и заболоченным пойменным участкам [6].

Ледники. По состоянию на 1980 год в бассейне Сарезского озера располагалось 942 ледника общей площадью 450 км² с объемом заключенных в них вод 19,8 км³. Средняя высота границы бассейна р. Мургаб определена в

5080 м. Современное оледенение бассейна представлено в основном ледниками малых форм. Средний ледник имеет площадь 0,48 км² и средневзвешенную отметку нижней границы ледника 4740 м по количеству и по занимаемой ими площади преобладают ледники долинного типа. Основная площадь оледенения приходится на западную часть озерного бассейна. В соответствии с основными центрами оледенения, в бассейне Сарезского озера выделено 8 зон, отличающихся по закономерностям формирования ледникового стока. В бассейне всего 8 ледников, площадью более 5 км², которые приурочены к верховьям левых притоков Сарезского озера входит Лянгар, Каттамарджанай, Аджилга. Высота фирновой границы в этом районе проходит на отметках 5050 м, а нижняя граница ледников опускается до отметок 3940 м. Наибольшая площадь ледников приурочена к высотам 5000-5200 м [7].

Оледенение территории Памиро-Алая, на которой расположено озеро Сарез, сокращается с начала XX века. Количественным подтверждением этому служит сопоставление каталога ледников, составленного по материалам аэрофотосъемок 1957 года, и данных об оледенении, полученных по материалам космических снимков с пилотируемых орбитальных станций за 1980 год [48].

По данным А.С. Щетинникова, суммарное оледенение Гиссаро-Алая за 1957-1980 годы уменьшилось с 2183,5 до 1841,9 км² или на 15%. Оледенение Памира сократилось на 10% - с 7361 до 6588 км², при этом оледенение бассейна р. Мургаб уменьшилось на 17,8% [35].

Сведения о режиме ледников прилегающих бассейнов, на которых проводились многолетние наблюдения, позволяют констатировать, что процесс сокращения оледенения в регионе продолжается и в настоящее время.

Это обстоятельство требует проведения новой оценки оледенения в бассейне Сарезского озера и организации мониторинга за его изменениями,

что особенно важно для бассейна, более 50% стока которого формируется за счет таяния ледников [8].

Реки. Главная река бассейна - Мургаб вытекает из Чакмоктинкульских озер, расположенных на территории Афганистана. Длина русловой сети основной реки и боковых притоков составляет 4888 км (при площади водосбора 12166 км²). При переходе от Восточного Памира к Западному удельная протяженность русловой сети постепенно возрастает. Длина русловой сети участка г. Мургаб - пос. Барчадив оценивается в 10743 км при площади водосбора 6200 км². Кроме р. Мургаб, в Сарезское озеро впадает 16 постоянно действующих водотоков и более 20 временных саев. Модуль стока рек бассейна увеличивается с востока на запад от 1,62 л/с км² в бассейне р. Аксу до 2,67 л/с-км² для рек, стекающих непосредственно в озеро. По классификации В.Л. Шульца, реки бассейна Сарезского озера относятся к рекам ледниково-снегового типа питания [50].

Плотность наблюдательной гидрологической сети составляет 1 пост на 4000 км², что ниже среднего показателя для горных районов бассейна Аральского моря [9].

Малые озера. В бассейне Сарезского озера на карты нанесено 30 озер общей площадью 11 км² (без Сареза), расположенных в основном на правых притоках, непосредственно впадающих в озеро. Вторая крупная группа озер приурочена к верховьям р. Оксу (так называют верхнее течение р. Мургаб до впадения р. Акбайтал-Южный).

Большинство озер расположены на высотах 4200-5000 м. Специализированные обследования этих озер на предмет оценки устойчивости их плотин и прорыва не проводились. Неустойчивость плотин, даже отдельных из них, может явиться причиной дополнительной дестабилизации гидрометеорологической ситуации в бассейне, что требует организации специальных наблюдений [10].

1.2 Морфометрия и морфология Сарезского озера

Котловина Сарезского озера в общих чертах повторяет затопленную долину р. Мургаб. Согласно результатам промеров, выполненных гидрометеослужбой Таджикистана, длина озера при отметке уровня в 3263 м составляет 55,8 км, средняя ширина 1,44 км, площадь водной поверхности 79,64 км², объем 16,07 км³. Область наибольших глубин приурочена к приравальной части акватории и максимальная из измеренных, по данным Г.А. Керносова, на момент промеров 499,6 м. Площадь озера с глубинами свыше 400 м составляет 5 км² [43].

Зависимости объема Сарезского озера от уровня воды представлен на рисунке 1.4.

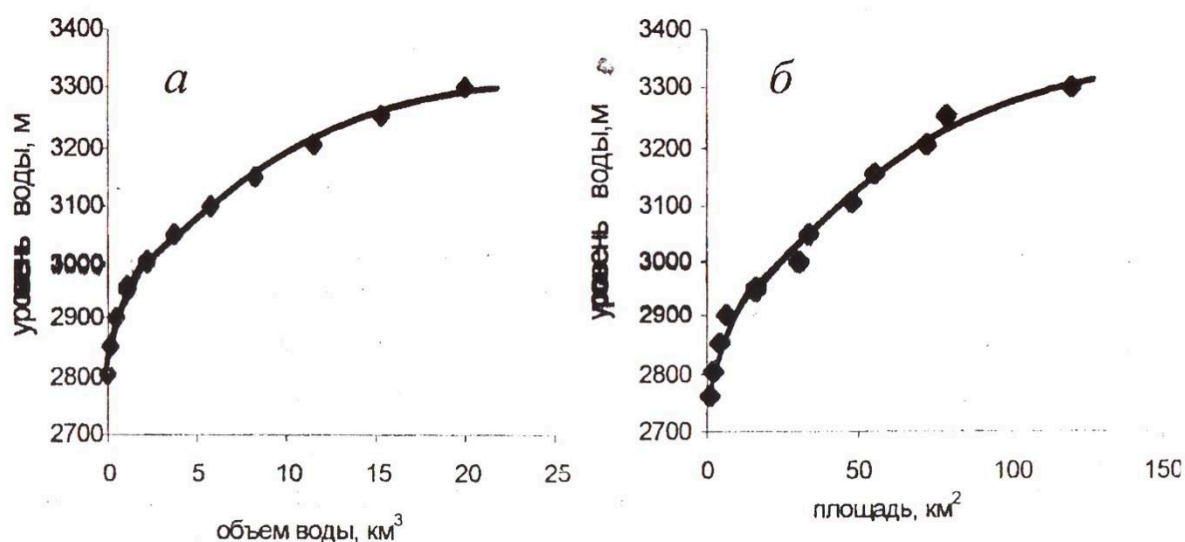


Рис. 1.4 – Зависимости объема; (а) и площади (б) Сарезского озера от уровня воды [11]

Глубины более 200 м располагаются ниже впадения притока Ваттасаиф. Площадь озера с глубинами до 100 м оценивается в 58,4 км².

Характерной особенностью котловины является наличие подводной насыпи, высотой свыше 100 м и длиной 1400 м, перегородившей долину р. Мургаб на 10 км выше основной плотины.

Продольный профиль реки Бартанг в районе Сарезского озера представлен на рисунке 1.5.

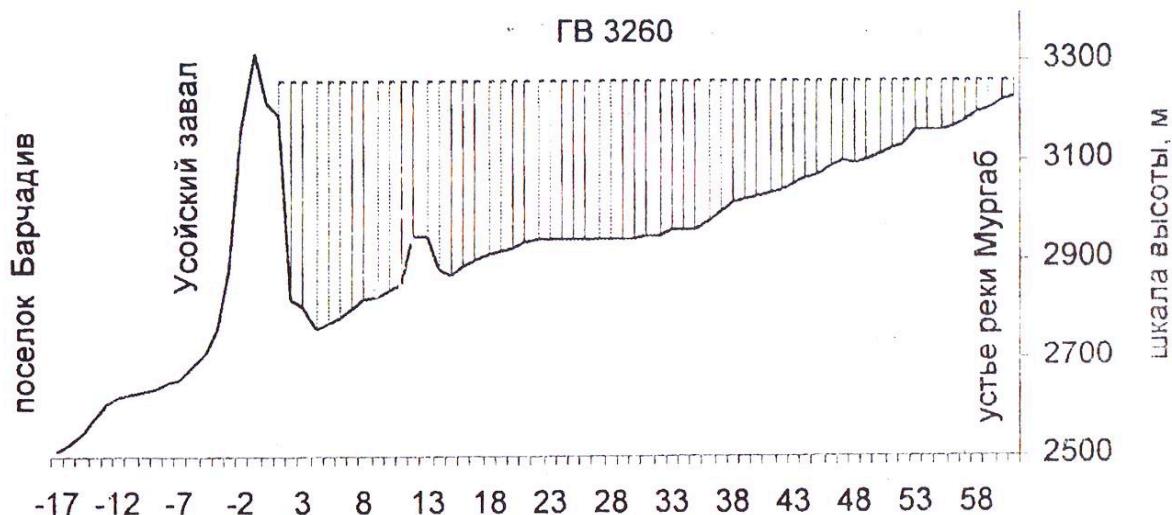


Рис. 1.5 – Продольный профиль реки Бартанг в районе Сарезского озера [11]

Подводная гряда влияет на внутренний водообмен и формирование некоторых черт гидрохимического режима озера. Заиление, переформирование берегов, обрушение склонов приводят к изменениям микроформ котловины озера. Большое влияние на устойчивость склонов к обрушению оказывают частые землетрясения в этом районе [7].

С момента последних промеров озера прошло 20 лет, поэтому целесообразно провести уточняющие работы привлечением современных топографических данных и материалов космо-фотосъемок. Серьезное внимание, на наш взгляд, необходимо уделить детализации подводного рельефа в районах возможного формирования крупных оползней, а также определению объемов конусов выноса селевых водотоков, особенно в при плотинной зоне.

Морфометрические характеристики Сарезского озера представлено в таблице 1.1.

Таблица.1.1– Морфометрические характеристики Сарезского озера.

Элементы	Величины
Длина озера	60 км
Абсолютное высота над уровнем моря	3263 м

Продолжение Таблицы – 1.1

Элементы	Величины
Длина озера	60 км
Абсолютное высота над уровнем моря	3263 м
Максимальное ширина озера	3,3 м
Средняя ширина	1,4 м
Максимальное глуби	499,6 м
Средняя глубина	201,8 м
Периметр берегов озера	161,9 км
Площадь поверхности озера	70,64 км ²
Величина притока	47,1 м ³ /сек = 1487 км ³ /год
Величина стока	47,7 м ³ /сек = 1505 км ³ /год
Начало фильтрации	1914 года
Достижение максимального уровня	2015 год 3266,91м
Испарение с поверхности озера	2,1 м ³ /сек = 67,6 км ³ /год
Максимальное увеличение уровня	20см/ год;
Максимальный объем воды	16,874км ³

1.3 Геологические и тектоническое строение бассейна озера Сарез.

Сейсмические условия

1.3.1 Геолого-тектоническое строение

Сарезское озеро расположено в центральной части Памира между тектонически сближенными территориями Центрального и Юго-Восточного Памира. Северный его берег на всем протяжении составляет Музкольский хребет, принадлежащий Центральному Памиру, южный берег в пределах большей его части образует Северо-Аличурский или Базардаринский хребет, принадлежащий Юго-Восточному Памиру. Под водами озера скрыта узкая прерывистая полоса Рушан-Пшартского Памира. Все три территории разграничены крупнейшими разломами, прослеживающийся в субширотном направлении с выпуклостью на север через весь Памир. Каждая из территорий имеет своеобразное строение, резко отличное от соседней. Этим и определяется особенность геологического и тектонического строения бассейна Сарезского озера [4].

Музкольский хребет в пределах Сарезского озера сложен в основном интенсивно дислоцированной и прорванной гранитами темноцветной толщей песчано-сланцево- алевролитовых пород (2000 м) условно каменноугольного

возраста. В привода-раздельной части хребта толща резко несогласно перекрыта маломощными (200-300 м) карбонатными отложениями перм-триасового возраста. [2].

Севера Аличурский (Базардаринский) хребет более пестрый по строению. Нижняя часть его стратиграфической колонки составляет темноцветная песчано-сланцево-алевролитовая толща (2000 м) пород каменноугольно-раннепермского возраста. Выше согласно залегает маломощная (150-200 м) карбонатно-кремнистая серия пород позднепермской-триасового возраста, согласно перекрытая темноцветной песчано-сланцево-алевролитовой толщей (1000-1500 м) пород поздне триасового возраста. Все три серии пород конформно смяты в сложные изоклиналильные складки. На их размытой поверхности резко несогласно залегают преимущественно карбонатные отложения раннесреднеюрского возраста (800-1000 м), прорванные крупными массивами гранитов [1].

К сожалению, очень важные сведения для понимания особенностей геологического и тектонического строения бассейна Сарезского озера, заключенные в узкой прерывистой полосе Рушан-Пшартского Памира, скрыты под водами озера и не доступны для исследования и анализа. Но их можно получить при изучении восточного присарезья: урочища Чат-тукой и Пшартского хребта. Главной особенностью восточного присарезья и в целом всей территории Рушан-Пшартского Памира является обилие в ее разрезе наряду с мощными терригенными и карбонатно-кремнистыми отложениями основных вулканитов, совершенно отсутствующих в рядом расположенных территориях Центрального и Юго-Восточного Памира. Это свидетельствует о высокой проницаемости ее территории в период осадконакопления и последующей эрогенной истории, что следует из обилия в ее пределах не только основных вулканитов, но и гранитоидных массивов, как правило, узколинейных, субширотного простирания [44].

Исключительно важное значение в геологическом строении бассейна Сарезского озера играют разломы. Здесь сходятся, собираясь в единый пучок, крупнейшие разломы Памира. С запада сюда подходят разломы, ограничивающие с северо-запада и юго-востока Рушанский хребет - это, соответственно, Рушанский и Штамский разломы. С востока подходят разломы, ограничивающие с юга и севера Пшартский хребет - это, соответственно, Северомургабский и Северопшартский разломы. Именно крупные пограничные разломы и оперяющие их более мелкие нарушения, пересекающие всю Сарезскую и присарезскую территории на отдельные крупные и мелкие пластины, блоки и линзы, ослабили связи их между собой и сделали возможным отрыв и оползень некоторых из них под действием землетрясений, особенно сильных. Результатом такого землетрясения в феврале 1911 года как раз и явился грандиозный оползень обособленной разломом скалы, перегородившей нацело долину реки Мургаб в районе селения Усой и давшей начало формированию Сарезского озера [7].

1.3.2 Сейсмические условия в района Сарезского озера

В [37] содержатся данные по распределение частотности землетрясений и макросейсмические данные четырех сильнейших землетрясений, зарегистрированных в этом регионе (Сарезское 1911 г., Памиро-Каракульское 1963 г., Маркансуйское 1974 г. и Хорогское 1988 г.).

По характеру залегания оползневых блоков и степени их деформированности, по литологическому составу и состоянию пород, слагающих блоки и валы, а также в зависимости от активности развития экзогенных процессов, которые могли бы воздействовать на устойчивость перекрытия, массив Усойского оползня по устойчивости к размыву и прорыву подразделен на районы.

Район основного оползневого массива представляет самую возвышенную и слабораздробленную часть оползня (блоки основного оползневого смещения), сложенную плотными песчаниками и сланцами

сарезской свиты. Поверхность массива возвышается над озером на 120-250 м. Эта часть оползня отнесена к району с максимальной устойчивостью пород к размыву.

Центральный пониженный район прилегает к бухте Соединения. Это самая низкая часть оползня (48.5-66.2 м), сложенная сильно раздробленными глыбами и блоками. Это район наиболее вероятного перелива и частичного разрушения оползня с поверхности.

Северный и прибортовой район, сложенный обломочными породами последующих обвально-оползневых генераций, расположен на высоком коренном цоколе оползневого ложа. Этот район возвышается наиболее высоко и относится к устойчивым.

Район тыловой депрессии заполнен рыхлыми породами последующих обрушений и селевыми выносами, Здесь расположен каньон, и район рассматривается как малоустойчивый к размыву.

Район блоков обратного смещения занимает тыловую часть основного оползневого массива и сложен крупными глыбами (20-30 м³) в блоками (200-300 м³) скальных пород, что придает ему повышенную сопротивляемость размыву.

Сарезское землетрясение 1911 года имело эпицентр в Бартанго-Пшартском глубинном разломе, расположенном на границе двух разных геологических формаций. Сейсмичность вокруг Сарезского озера управляется Бартанго-Пшатрским и Каракуль-Сарезским разломами, которые могут генерировать землетрясения с $M > 7.5$.

Памир является одним из регионов высокогорного Гималайского горообразующего пояса, который представлен не только сложной геологической структурой, но и чрезвычайно высокой сейсмической активностью, неотектоникой и многочисленными активными оползнями.

Основные разломы региона характеризуются, как показано на Рис. 1.6, простирающимися с востока на запад сдвигами породы, наряду с основными горизонтальными смещениями, расположенными по сторонам.

Эта система разломов свидетельствует об интенсивной горизонтальной компрессии, вызванной столкновением Евразийской и Индийской плит. Это обосновывает высокую сейсмичность.

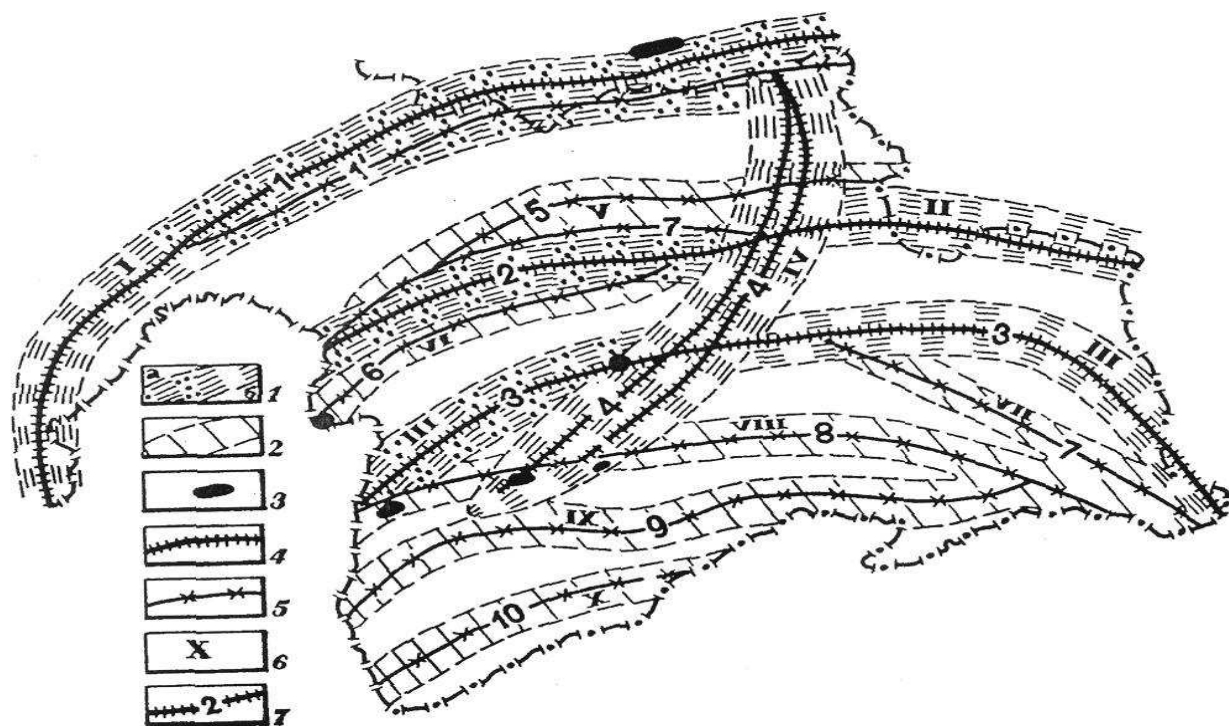


Рис. 1.6 – Схема Сейсмических зон Памира согласно геологическим данным [16].

1-2 – сейсмогенные зоны; 1 – категория 1; а, б – участки зоны с (а) значительными и (б) незначительными. Тектоническими подвижками в сейсмогенных разломах; Категория II; 3. Сейсмическая гравитационная формация; 4-5 – разломы категории один (4) и категории два (5); 6-7 – число сейсмогенных зон (6) и разломов (7)

Землетрясение охватило обширную область Памира и север Афганистана. В районе кишлака Усой в результате землетрясения с высоты около 4500 м над уровнем моря в долину реки Мургаб рухнул грандиозный оползень-обвал объемом более 2 млрд. м², который перекрыл долину реки и уничтожил кишлак Усой. Образовалась гигантская плотина, названная Усойским завалом, и озеро, названное Сарезским по имени затопленного крупного кишлака [24].

Проблема Сарезского озера - это оценка устойчивости Усойского перекрытия и, как следствие, возможности прорыва этой плотины водами озера. Наибольшее влияние на изменение гидродинамических условий, в частности, возникновение большой волны, способной перехлестнуть плотину Сарезского озера, могут оказать оползне-обвальные процессы, особенно активно развитые по правому берегу. Основным фактором, способным вызвать возникновение крупных оползней и обвалов, может явиться сильное землетрясение. Поэтому оценка сейсмической опасности района Сарезского озера является одним из основных вопросов в решении проблемы безопасности Сарезского озера [5].

Основные геологические структуры бассейна Сарезского озера выражены в виде антиклинорий и синклинорий. Наиболее крупной структурой является Музкольский (Сарезский) антиклинорий, ось которого прослеживается вблизи водораздела Музкольского хребта.

Новейшая структура Музкольского водоводного поднятия разбита серией крутопадающих разрывов субширотного и субмеридионального простирания. Неоструктурными новообразованиями являются также поперечные трансформированные новейшие структуры, выраженные в районе озера Зулумарт-Кызылдангским поперечным поднятием.

Пересечение субширотных и субмеридиональных разломов района Сарезского озера - весьма важная черта его новейшей структурной обстановки, определяющая раздробленность земной коры и, вероятно, значительную контрастность, и общий высокий уровень поля тектонических напряжений, с чем связана его высокая сейсмичность.

Возможно, очень высокая сейсмичность участка связана и с тем, что с юго-запада к нему подходит Гиндукушская зона подкоровых землетрясений. О высокой сейсмичности района Сарезского озера также свидетельствуют многочисленные следы древних землетрясений (сейсмодислокации), зафиксированные по его бортам.

Наличие сейсмодислокаций говорит о том, что землетрясения высокой балльности в районе Сарезского озера происходили в течение всего четвертичного периода. На основе выделения наиболее важных тектонических нарушений по комплексным геолого-географическим и сейсмологическим данным для территории Таджикистана были определены основные сейсмогенерирующие зоны, которые располагаются вдоль линий конкретных разломов и соизмеримы с размерами очагов сильных землетрясений [2].

Район Сарезского озера расположен в месте пересечения двух крупных сейсмогенерирующих зон: Бартанг-Пшартской и Сарезско-Зулумартской. О современном протекании процесса возникновения землетрясений дает некоторое представление схема эпицентров землетрясений с $M > 3$, зарегистрированных сейсмологической службой Таджикистана за период с 1955 по 1990 гг. Помимо коровых землетрясений, происходящих, как правило, на глубинах до 70 км, четко выделяется Памиро-Гиндукушская зона глубокофокусных землетрясений с глубиной очагов до 300 км. Основная масса землетрясений на территории Памира происходит именно в этой зоне [23].

Таким образом, можно констатировать. Район Сарезского озера является сейсмически опасным с вероятностью возникновения сильного землетрясения $M > 7$ с периодом повторяемости в 80-130 лет. В случае возникновения сильного землетрясения вероятно возникновение крупных обвалов и оползней с правого борта Сарезского озера, могущих привести к изменению гидродинамического баланса озера и нарушению, вследствие этого, целостности Усойского перекрытия. С целью дальнейшего уточнения сейсмической опасности района Сарезского озера необходимо провести целый комплекс мероприятий сейсмологического плана. Первым и самым важным звеном в этом является оценка вероятности появления сейсмических воздействий определенной силы на заданной площади в течение заданного интервала времени.

Исследования в этой области базируются на комплексном изучении структуры земной коры и всей литосферы, современной геодинамики, сейсмотектоники, региональной сейсмичности [3].

1.4 Особенность гидрометеорологического режима Сарезского озера и основные направления развития гидрометеорологического мониторинга

Реки Памира характеризуются различным гидрологическим режимом, который, главным образом, зависит от температуры. Зимой расход снижается, а паводки происходят в весеннее время и в начале лета, когда тает снег [35].

Из-за огромной поверхности Сарезского озера, летом трансформация паводка оказывает серьезное воздействие на гидрологический режим. Так, соотношение между самым низким и самым высоким средним расходом реки Мургаб в районе гидропоста «Мургаб» составляет 6.5, тогда как в районе гидропоста в Барчадиве, расположенного в низовьях Сарезского озера, оно составляет всего 1,4. Режим реки Мургаб непосредственно не связан с таянием снега; скорее, он связан с уровнем Сарезского озера [27].

Преимущества этого факта таковы:

- зимой Сарезское озеро обеспечивает постоянный сток в Бартангскую долину, которая не страдает от нехватки воды;
- летом Сарезское озеро снижает уровень паводков и сводит к минимуму негативные последствия в низовьях долины;
- иначе население расположенной внизу долины подвергалось бы гораздо более сильным наводнениям в последние 90 лет.

Оценка гидрологических условий Сарезского озера основана на данных гидрологических постов Шуджанд, Барчадив, Ирхт и Мургаб подставленные на (Рис. 1.7 и таблице 1.2).

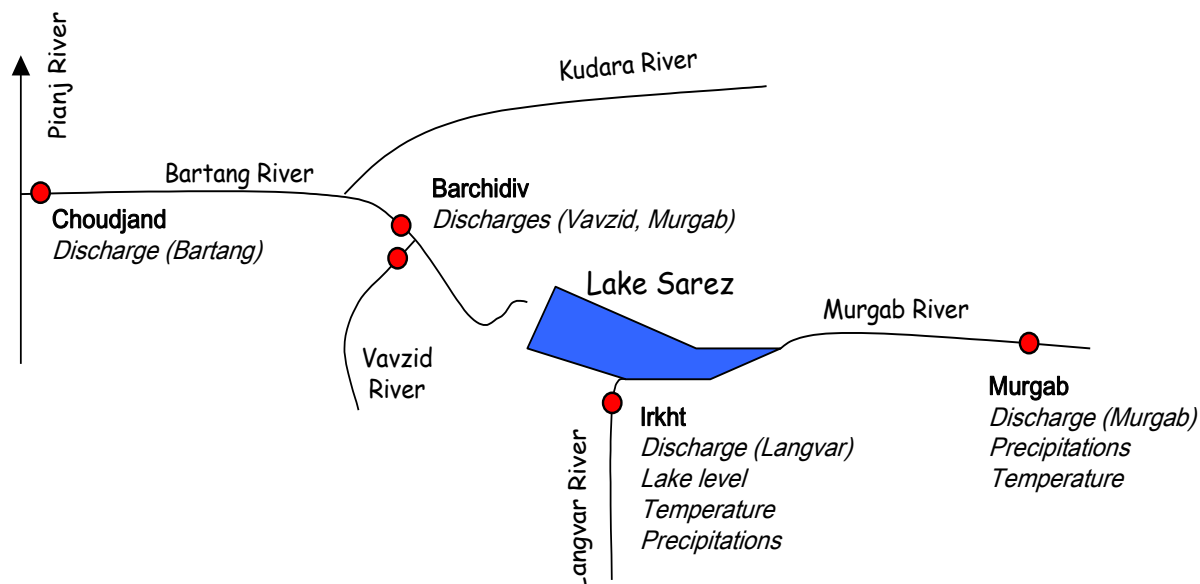


Рис. 1.7 – Расположение гидропостов и метеорологических станции
[7]

Таблица 1.2 – Характеристики гидропостов в районе Сарезского озера

Станция	Река	Расположение	Данные
Шуджанд	Бартанг	Верхний приток реки Пяндж - ~ 2000 м	Ежемесячные, 1940 – 1994
Барчадив	Мургаб	Нижний приток реки Вавзид – 2500 м	Ежедневные, 1940 - 1994
	Вавзид	Верхний приток реки Мургаб – 2500 м	Ежедневные, 1960 - 1992
Ирхт	Лангвар	Прямо перед Сарезским озером 3275 м	Ежедневные, 1941 - 1992
Мургаб	Мургаб	180 км выше Сарезского озера– 3600 м	Ежедневные, 1938 - 1992

В таблице приведены средние величины, а также первый и последний дециль для каждого поста:

Таблица 1.3 – Средний расход измеряемых рек (м³/сек)

Станция	Река	Первый дециль	Средний	Последний дециль
Шуджанд	Бартанг	63	132,4	300
Барчадив	Мургаб	40,5	46,5	55,0
	Вавзид	0,3	1,2	3,6
Ирхт	Лангвар	1,0	3,8	10,9
Мургаб	Мургаб	6,5	16,1	43,3

Децили рассчитаны на основе ежедневных данных, кроме реки Бартанг в Шуджанде. использованы месячные данные

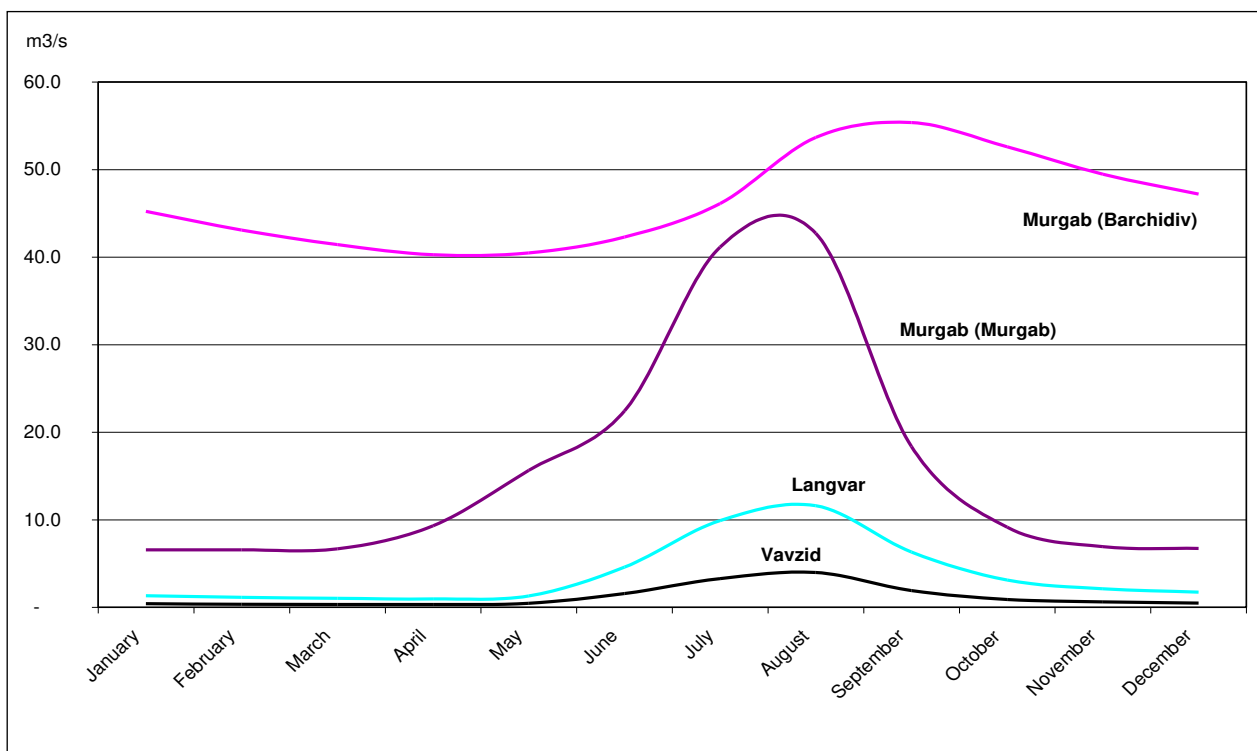


Рис. 1.8 – Среднемесячный расход рек Вавзид, Лангвар и Мургаб (м³/сек)

Рис. 1.8 отражает средний гидрологический график этих рек, типичный для рек, питающихся, в основном, за счет таяния снегов, с высоким уровнем расхода весной и летом, и низким зимой. Однако к концу лета Мургаб снижает свой уровень за счет задержки воды Сарезским озером [20].

Поверхностный приток. Многолетний средний поверхностный приток в Сарезское озеро оценивается в 1,48 км³. Основной объем поверхностных вод, формирующихся на территории Восточного Памира, учитывается гидрометрическим постом Мургаб, расположенным в 80 км выше впадения в озеро [37].

Реки бассейна Сарезского озера относятся к ледниково- снеговому типу питания. Максимальный месячный сток р. Мургаб приходится на июль-август и составляет 24,5% годового стока. Режим стока и его внутригодовое распределение значительно варьируют в зависимости от водности лет [23].

Экспедиционные наблюдения 1982-1986 годов зафиксировали прохождение серии селей на малых водосборах бассейна Сарезского озера, с наибольшей частотой в при плотинной области. Следует отметить, что селевая деятельность активно проявляется на Западном Памире, и это необходимо учитывать при разработке системы наблюдения за стоком рек.

Сток с площади 5590 км², на которой формируется более 35 рек, до настоящего времени определялся только расчетным путем и для средних условий 1950-1985 годов составил 28 м³ /с [42].

Ежедневные расходы воды за годы р. Лянгар-устье и Бартанг представлены на рисунке 1.9 – 1.10.

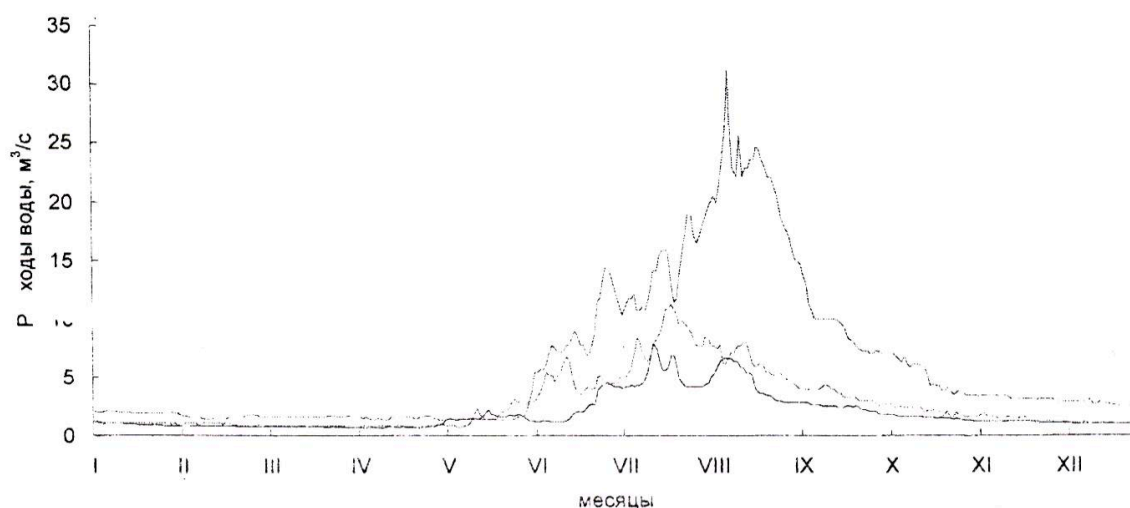


Рис. 1.9 – Ежедневные расходы воды р. Лянгар-устье за годы различной водности 1981 (маловодный), 1965 (средний), 1984 (многоводный)

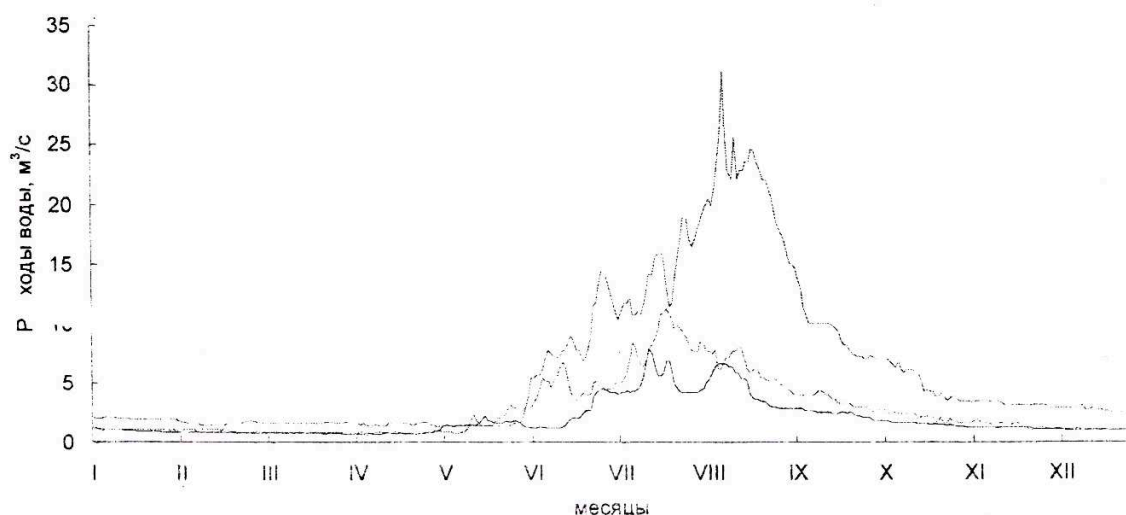


Рис.1.10 – Ежедневные расходы воды р. Бартанг (Мургаб) за годы различной водности 1972, 1979 (средний), 1984 (многоводный) [5]

Мутность рек бассейна и сток взвешенных наносов в Сарезское озеро изучены недостаточно. Размеры взвешенных частиц при прохождении селевых паводков на малых саях, впадающих в озеро, значительно превосходят эти величины и могут явиться причиной формирования плотностных потоков в озере [67].

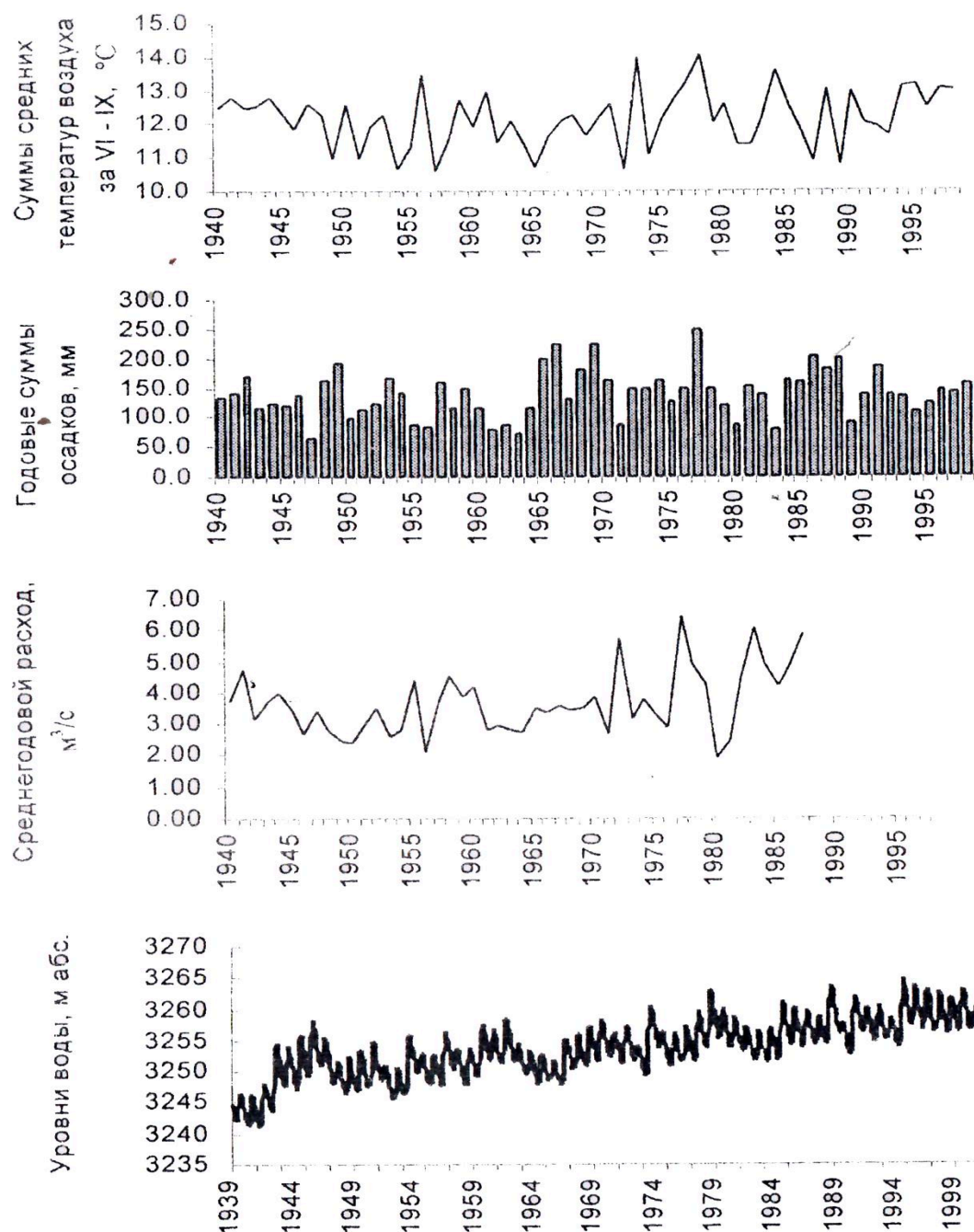


Рис. 1.11 – Многолетние изменения гидрометеорологических характеристик бассейна Сарезского озера (на примере р. Мургаб) [11]

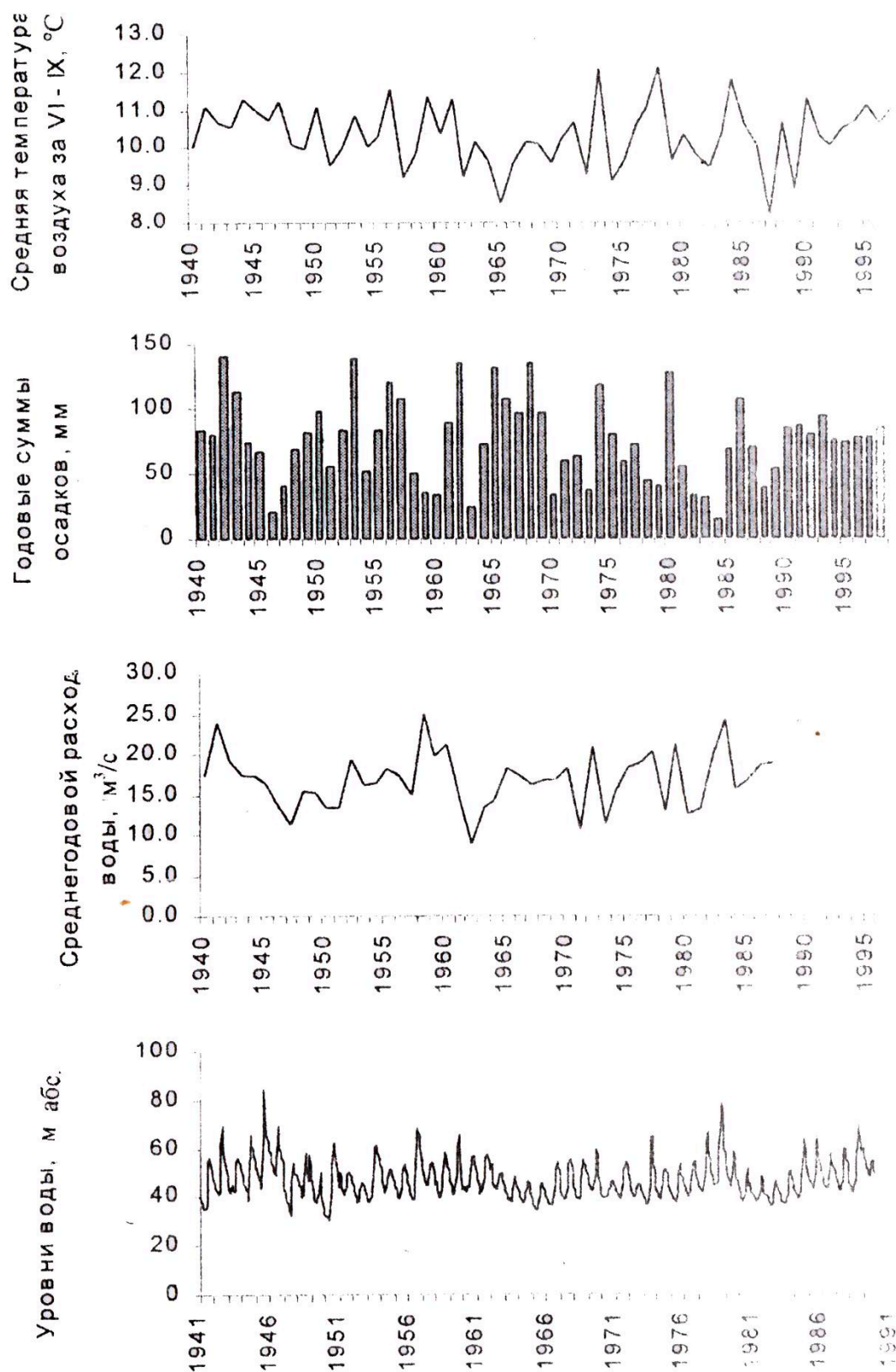


Рис. 1.12 – Многолетние изменения гидрометеорологических характеристик бассейна Сарезского озера (на примере р. Лянгар-устье) [11]

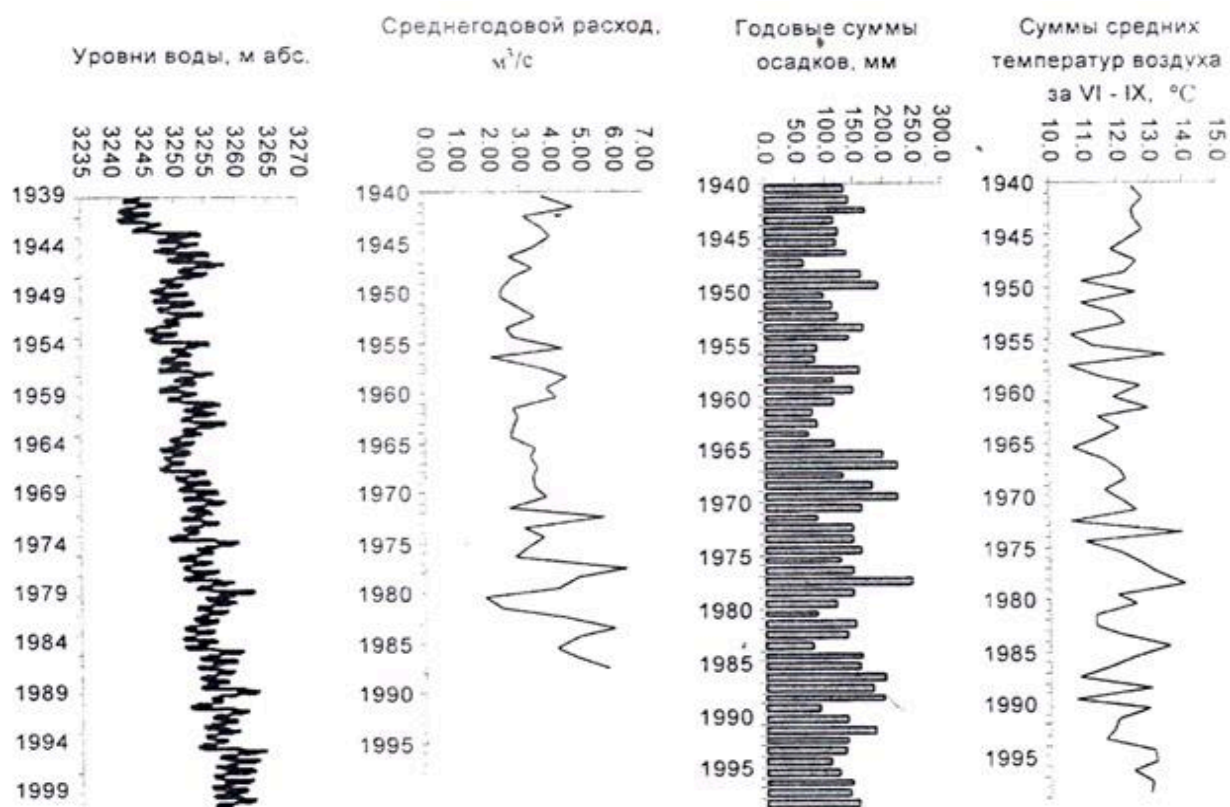


Рис. 1.13 – Многолетние изменения гидрометеорологических характеристик бассейна Сарезского озера с 1940 до 1999 г. (на примере р. Мургаб) [11]

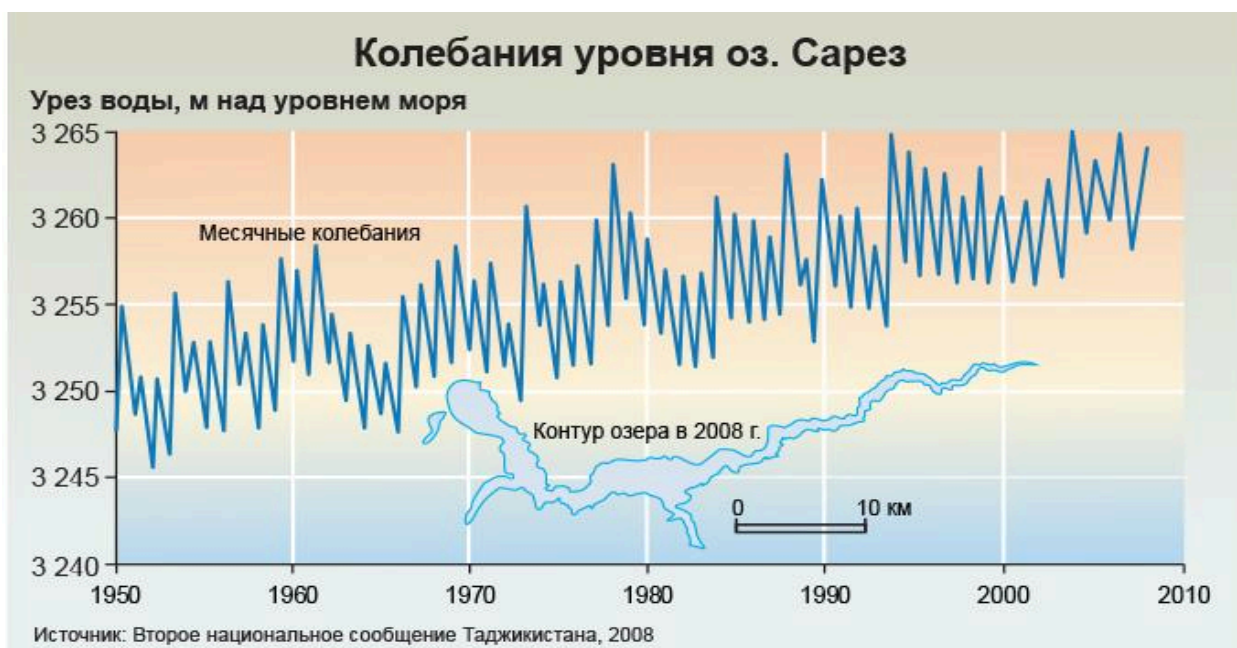


Рис. 1.14 – Многолетние изменения гидрометеорологических характеристик бассейна Сарезского озера с 1950 до 2010г. (на примере р. Мургаб) [5]

2. Обзор ранее проведенных исследований. Прогнозирование развития оползневой и сейсмической ситуации в районе Сарезского озера

Практически сразу после стихийного бедствия, научные круги России подняли дискуссию о стабильности нового завала и о вероятности катастрофического прорыва растущего озера. Следует отметить, что прогнозы – как благоприятные, так и устрашающие – делались не только учеными и экспертами, но и людьми, имеющими небольшое представление об этой проблеме. Появление такого рода завалов не является уникальным; подобные плотины уже длительное время существуют и в других местах. Это озеро Яшир-Куль на Памире, озеро Искандер-Куль в Центральном Таджикистане и ряд других [65].

Дальнейшие исследования, проведенные в 1985-1987 годах, были, главным образом, посвящены структурной разработке Правобережного массива и детальному изучению склонов Сарезского озера. В 1986 году там пробурили скважину глубиной в 243 м, что позволило получить больше данных о вероятной глубине поверхности скольжения, но ни к каким конкретным выводам ученые не пришли. Тем не менее, на основании проведенного исследования можно было определить структуру правобережного оползня и его основные части, а также пересчитать вероятный объем.

Была разработана система раннего оповещения, которая должна была предупредить Москву и Душанбе о прорыве озера. Однако безопасность населения, проживающего в расположенной в низовьях озера долине, почти не была принята во внимание.

Программы, направленные на снижение риска прорыва Сарезского озера, были представлены вниманию международных организаций в сфере развития, а также представителям Центрально-Азиатских республик на региональной конференции, созванной в Душанбе в конце 1997 года Международной Организацией по Миграции. Вторая конференция,

организованная НПО «ФОКУС» в Вашингтоне (ОК) летом 1998 года, в которой принимали участие западные ученые и представители Агентства по международному развитию США (ЮСАИД), Геологической Службы США и Всемирного Банка, пришла к выводу, что по многим аспектам проблемы информации недостаточно. Участники конференции рекомендовали провести обследование завала, озера и Бартангской долины. Это обследование, проведенное летом 1998 года, показало, что Усойский завал не обнаруживает признаков неустойчивости. Были разработаны рекомендации по созданию программы мониторинга и системы раннего оповещения в населенных пунктах, расположенных в непосредственной близости от завала. В начале 1999 года, Всемирный Банк начал предварительное планирование, направленное на реализацию этих рекомендаций [36].

В то же время потенциальный риск прорыва Сарезского озера и Усойского завала были доведены до сведения Секретариата Международной Декады Снижения Стихийных бедствий (МДССБ) в ходе ежегодного совещания Межгосударственного Совета по чрезвычайным ситуациям Содружества Независимых Государств (СНГ) [55]. В 1998 году Правительство Таджикистана также подняло эту проблему в ходе визита заместителя Генерального Секретаря ООН по гуманитарным вопросам. В результате последующих дискуссий, Секретарит МДССБ организовал повторную оценочную миссию летом 1999 года[46]. Миссия проводилась при поддержке Офиса США по оказанию помощи при стихийных бедствиях Агентства по международному развитию США (ЮСАИД), Всемирного Банка и Программы Развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) [39].

В состав миссии, направленной на обеспечение всестороннего обзора Сарезской проблемы и развитие Бартангской долины, входили известные международные и национальные эксперты, представляющие различные научные сферы: геологи, специалисты по плотинам, дорожные инженеры, экологи и социологи. Окончательные результаты представлены в отчете, опубликованном в 2000 году Международной Стратегией ООН по снижению

стихийных бедствий (ОСНА/ISDR/2000/61). Они послужили научной основой реализации будущего «Проекта по снижению риска прорыва Сарезского озера» (ПРСПСО) [73].

Члены миссии ООН пришли к выводу, что вероятность крупного прорыва Сарезского озера в ближайшем будущем является маловероятной. Однако, в случае наводнения его последствия для близлежащих долин окажутся катастрофическими. Независимо от вероятного прорыва, миссия пришла к выводу, что практически все населенные пункты в этой горной местности подвержены другим стихийным угрозам, таким как землетрясения, оползни и наводнения.

В период 1999-2000 г. неправительственная организация «ФОКУС Гуманитарная Помощь» (США) и Управление «Усой», при финансовой поддержке Европейского Союза, осуществили ряд мер (обеспечивших радиосвязь между населенными пунктами в опасной зоне), направленных на готовность населения Бартангской долины к стихийным бедствиям. Часть этих мер вошла в Проект по снижению риска прорыва Сарезского озера [68].

Для проекта «Водные ресурсы Аральского моря и экологическое управление» в рамках Компонента «С» в первую очередь, консультантов попросили оказать содействие Правительству Таджикистана в оценке состояния озера в точки зрения безопасности и создания системы мониторинга, а также определить приоритетные меры, направленные на достижение устойчивого уровня безопасности. Однако после создания Агентства по Сарезскому озеру в Республике Таджикистан и по мере развития Проекта по снижению риска прорыва Сарезского озера, их попросили изменить направление исследований и принять участие в подготовке Проекта по снижению риска прорыва Сарезского озера посредством сбора и анализа исходной информации [27].

Команда ГИББ посетила Сарезское озеро в мае 2000 года. Вслед за этим состоялся семинар, на котором был представлен Отчет по оценке безопасности. Этот отчет содержал обзор ранее собранных имеющихся

данных, описание ситуации Сарезского озера, включая гидрологические, сейсмические и геоморфологические аспекты вероятного механизма обрушения завала, анализ риска и мер по смягчению последствий и идеи, относящиеся к коммерческой эксплуатации региона.

Исследование ГИББ оценило годовую вероятность катастрофического обрушения Усойского завала в пределах 0.005 – 0.01, а потенциальное число жертв в отсутствие системы раннего оповещения приблизительно в 1 миллион человек, что намного превышает приемлемый риск стихийных бедствий (смотрите анализ риска проекта по снижению риска прорыва Сарезского озера в разделе 6). Считается, что уровень озера должен контролироваться тщательно сконструированным выходным отверстием, тогда как фильтрация через завал должна контролироваться экраном верхней грани завала. Рекомендации, сделанные в результате исследования, включают полный сбор данных Сарезским агентством и публикацию Сарезского Ежегодника, а также создание базы данных космических снимков (оптические, мультиспектральные и радарные) [66].

Помимо Отчета по оценке безопасности, в ходе исследования МФСА были подготовлены следующие вспомогательные отчеты:

- сейсмического режима в районе Сарезского озера;
- достоверного режима фильтрационного потока через Усойский завал;
- данные мониторинговых исследований, данные режимных наблюдений за сейсмическим состоянием, за развитием оползневых явлений, геофизические параметры в динамике

2.1. Современные исследования стихийных бедствий, геодезические и геофизические исследования региона Сарезского озера

В отчете [65] представлены результаты геофизических исследований; изучения фильтрации через завал; исследования структуры Усойского завала; симуляции оползневых процессов; структура правобережного оползня.

Таджикистан расположен в одном из самых сейсмически активных регионов мира. Крупные землетрясения в этом регионе подтверждаются историческими хрониками и технической документацией, начиная со времени инструментальной регистрации событий. Данные о землетрясениях в Таджикистане датируются, начиная с 848 г. н. э. и заканчивая 1995 г [7].

Отчеты, подготовленные экспертами из Таджикистана, дают полезную информацию об общей тектонике региона и предоставляют записи землетрясений, зарегистрированных аппаратурой между 1911 и 1995 годом в Таджикистане [29].

Землетрясения классифицируются согласно своим энергетическим классам – K – определяемым в соответствии с методологией Раутян [62]. Классы варьируются от $K=1$ до $K=20$. Корреляция между K и магнитудой землетрясения (M) вычисляется по $M = (K-4)$

Поверхностные и глубокие землетрясения на Памире в 1895-1991 гг. представлены на рисунках 2.1 –2.2.

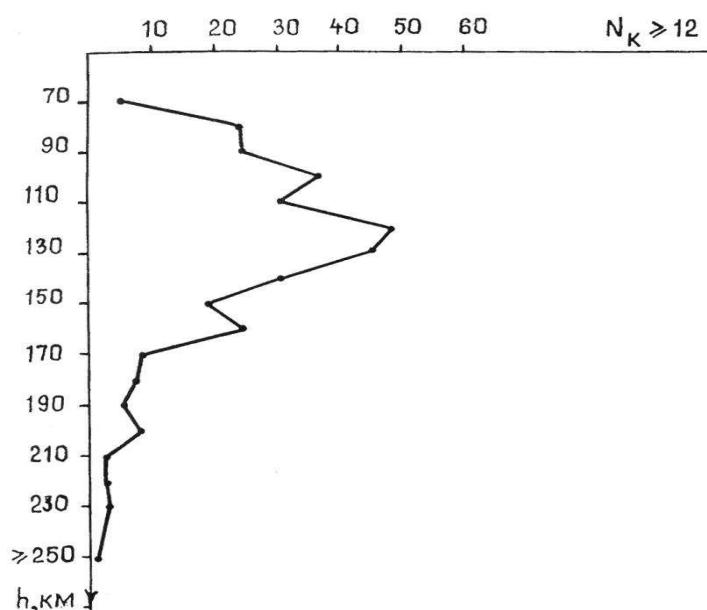


Рис. 2.1 – Распределение глубоких землетрясений в соответствии с глубиной ($K>12$) в Памирской литосфере, 1895-1991 [12]

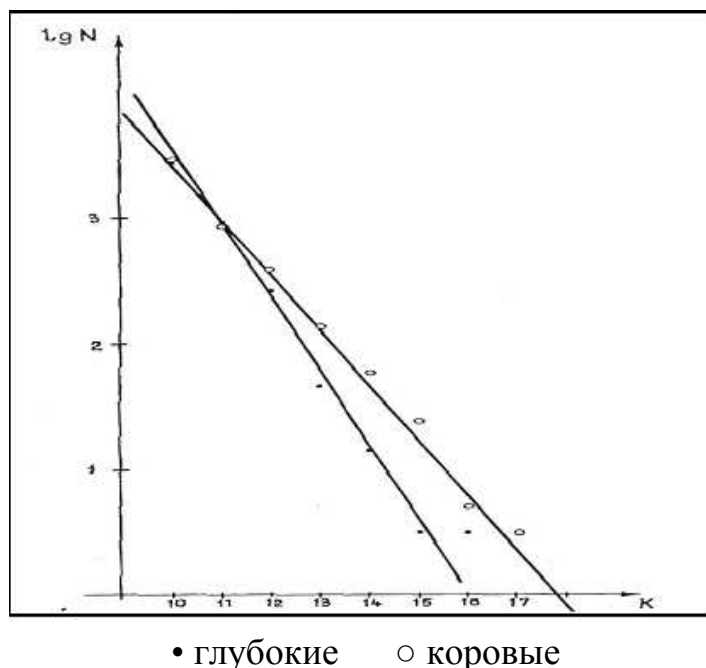


Рис. 2.2 – Поверхностные и глубокие землетрясения на Памире в 1895-1991 гг. [12]

Сейсмичность Памира определяется поверхностными ($h < 70$ км) и глубокими ($h = 70 - 300$ км) землетрясениями. Самые глубокие землетрясения имеют глубину фокуса > 100 км (Рис. 2.1). Максимальный класс глубоких землетрясений равен 1, максимальный класс поверхностных землетрясений - 17. Землетрясения класса $K=17$ ($M=7.2$) повторяются раз в 40 лет, а землетрясения класса $K=18$ ($M=7.7$) – раз в 120 лет [69].

Институт сейсмологии Таджикистана определил основные сейсмотектонические зоны для Таджикистана, используя геологические, геофизические и сейсмологические данные. Эти зоны расположены вдоль конкретных разломов и связаны с эпицентрами землетрясений, зарегистрированных в прошлом. Район Сарезского озера находится на пересечении крупнейших сейсмотектонических зон Бартанга (зона 17) и Сареза- Каракуля (зона 18).

Оценка вероятной сейсмической угрозы требует подразделения этих сейсмотектонических зон на участки. Общая магнитуда Гуттенберга-Рихтера – распределение частотности - была получены при магнитуде > 3 . Максимально достоверная $M_{\max}$ была зафиксирована путем добавления 0.5 к

самой большой зафиксированной в истории магнитуде. Последний принцип был принят с учетом того, что зоны 13 и 18, которые вносят наибольший вклад в сейсмичность участка, уже подвергались землетрясениям с $M=7.3$ и 7.4 соответственно [74].

Были использованы следующие параметры затухания из других частей мира:

$$(SH) \quad A = 5000e^{0.8M} (R + 40)^{-2}$$

$$(ER) \quad A = 2000e^{0.8M} R^{-2}$$

$$(OL) \quad A = 64.726e^{0.921M} R^{-1.39}$$

где A означает средний пик ускорения основания (PGA) в см/сек^2 , M – магнитуда, а R – фокусное расстояние, км.

Общая модель зонального источника использовалась в PSHA. Нижняя таблица суммирует максимальные исторические магнитуды, $M_{\max}$, глубину фокуса и среднее расстояние от участка в заданных зонах [72].

Основные параметры PSHA (Propability Seismic Hazard Analysis) представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные параметры вероятностного анализа сейсмической опасности

Сейсмическая зона	Число зарегистрированных землетрясений	Параметры магнитуды – частоты		Максимально зарегистрированная магнитуда M	Максимальная магнитуда $M_{\max}$	Средняя глубина фокуса h (км)	Среднее расстояние от участка Δ (км)
		a	b				
4	15	2	038	5	5.5	11	161
7	64	385	0653	6.1	6.6	12	139
13	184	385	052	7.3	7.8	9	117
15	41	24	04	5.9	6.4	33	78
16	71	4	06	6.1	6.6	110	53
17	66	4	06	5.4	5.9	110	79
18	109	4	054	7.4	7.9	96	60
21	66	4	06	6	6.5	100	92
22	30	32	051	6.3	6.8	72	120

Как поверхностные, так и глубокие землетрясения имеют одинаковую частоту повторяемости (сходную с величинами «а» и «б»). Фокусное расстояние (R) глубоких землетрясений в зонах 16,17, 18, 19, 21 и 22 весьма

схоже с фокусными расстояниями поверхностных землетрясений в зонах 4, 7, 13 и 15, расположенных на удалении от участка, низкие ускорения получены для землетрясений с периодом повторяемости 40 лет [73].

2.2 Особенности гидрометеорологического режима Сарезского озера и основные направления развития гидрометеорологического мониторинга

Регулярное проведение гидрометеорологического мониторинга за состоянием водного баланса Сарезского озера является неотъемлемой частью программы наблюдений за состоянием этого объекта и позволяет отслеживать следующие показатели:

- водный баланс Сарезского озера за 1940-1969 гг.;
- химический состав и описание селей на реке Усой-Дарья;
- географическая ситуация, гидрография бассейна, климат, замерзание Сарезского озера, химический состав воды, заиливание Сарезского озера, термальный режим;
- морфометрические характеристики и прогноз изменений уровня озера;

На основе этих данных разрабатывается программа будущих гидрометеорологических работ.

Результаты за гидрометеорологическим наблюдением бассейна представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Гидрометеорологическое наблюдение бассейна

Гидрометеорологическая станция (ГМС)		Тип станции	Координаты		Высота м н.у.м.	Период наблюдений, годы
			с. ш.	в. д.		
Метеорологические наблюдения						
Мургаб	ГМС-1	38 ⁰ 10	73 ⁰ 55	3590	1894-действует	

Продолжение Таблицы 2.2

Гидрометеорологическая станция (ГМС)		Тип станции	Координаты		Высота м н.у.м.	Период наблюдений, годы
			с. ш.	в. д.		
Метеорологические наблюдения						
Мургаб	ГМС-1	38 ⁰ 10	73 ⁰ 55	3590	1894-действует	
Ирхт	ГМС-1	38 ⁰ 10	72 ⁰ 40	3290	1938- действует	
Шаймак	ГМС-1	37 ⁰ 12	74 ⁰ 48	3840	1958	
Акбайтал	ГМС-1	38 ⁰ 32	73 ⁰ 37	4600		
Тахтамышбек	ГМС-1	38 ⁰ 04	74 ⁰ 22			
Гидрометеорологические наблюдения						
р. Ирхт-озерный пост	ОГП-1	38 ⁰ 10	72 ⁰ 39	3260	1938-действует	
р. Бартанг-Токтомушбек	ГМС-1	38 ⁰ 04	74 ⁰ 22		1965	
р. Бартанг-Мургаб	ГМС-1	38 ⁰ 10	73 ⁰ 55	3384	1913-действует	
р. Западный Пшарт	Г-1	38 ⁰ 18	73 ⁰ 10	3250	1980-закрыт	
р. Лянгар-устье	Г-1	38 ⁰ 09	72 ⁰ 34	3274	1938-1999	
р. Вовзит-Барчадив	Г-1	38 ⁰ 18	72 ⁰ 26	2520	1959-действует	
р. Бартанг-Барчадив	Г-1	38 ⁰ 18	72 ⁰ 27	2511	1938-действует	
Наблюдение за качеством воды						
р. Бартанг-Мургаб	Г-1	38 ⁰ 10	73 ⁰ 55	3558		
Сарезское озеро	ОГП-1	38 ⁰ 11	72 ⁰ 40	3260		
Лянгар-устье	Г-1	38 ⁰ 09	72 ⁰ 34	3274		

3. Результаты и обсуждение. Изучение динамики уровня воды в озере и параметров фильтрации

3.1 Наблюдения за уровнем озера

К началу 1938 года общий подъем уровня превысил 480 м. В 1946 г. исследования показали, что длина озера составляла 61 км, глубина 505 м, в настоящее время длина озера составляет 75 км, глубина 505 м с объёмом воды 17 км³. При максимальной высоте завала 567 метров с объёмом завала 2 кубических км³ [57].

Согласно расчетам высота волны в озере при обрушении берегов может меняться от 20 до 150 м, в зависимости от объема и места схода оползней. В меняющихся условиях морфологическая модель Сарезского озера должна быть обеспечена информацией во всех возможных сценариях изменения режима водоема, при организации очередных промеров озера. Необходимы детальные топогеодезические работы, включающие промеры подводной и надводной части котловины, обеспечивающие получение координат объемов и площадей Сарезского озера по крайней мере до отметок, при которых будет происходить перелив через гребень завала.

Согласно расчетам высота волны в озере при обрушении берегов может превысить 150 м, в зависимости от объема и места схода оползней. В меняющихся условиях морфологическая модель Сарезского озера должна быть обеспечена информацией во всех возможных сценариях изменения режима водоема, при организации очередных промеров озера. Необходимы детальные топогеодезические работы, включающие промеры подводной и надводной части котловины, обеспечивающие получение координат объемов и площадей Сарезского озера по крайней мере до отметок, при которых будет происходить перелив через гребень [42].

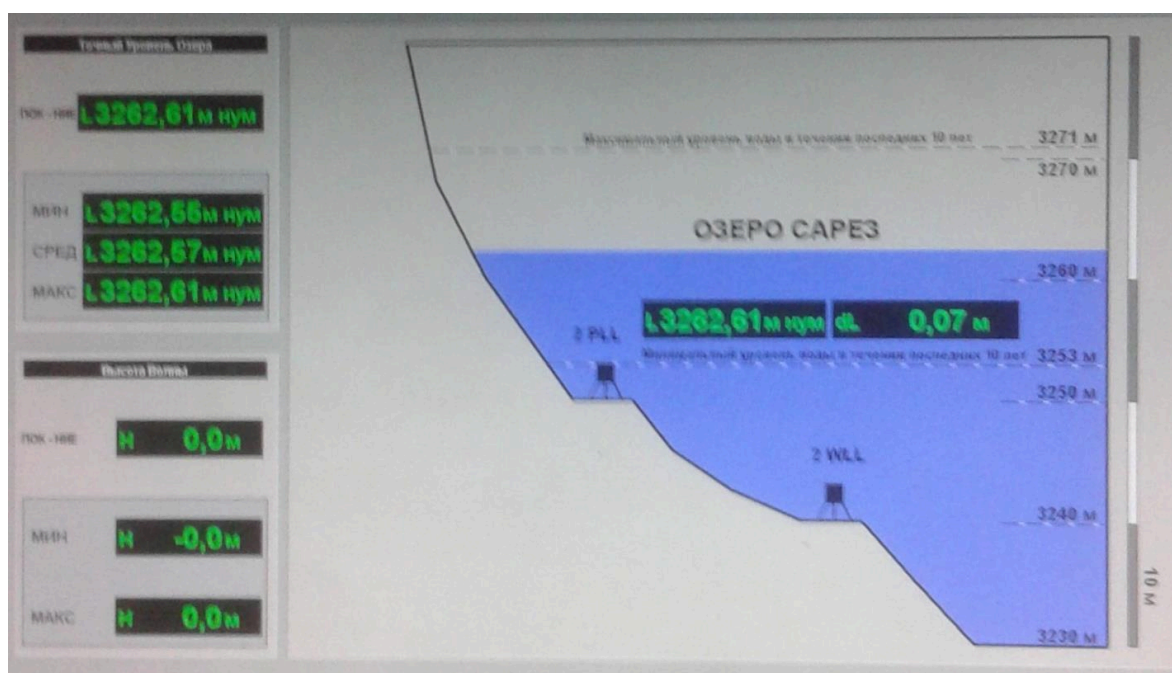


Рис. 3.1 – Система наблюдение уровня озера

Уровень озера всегда находится под наблюдением спутниковой системой, система передачи автоматически подает сигнал при повышении или снижении уровня озера.

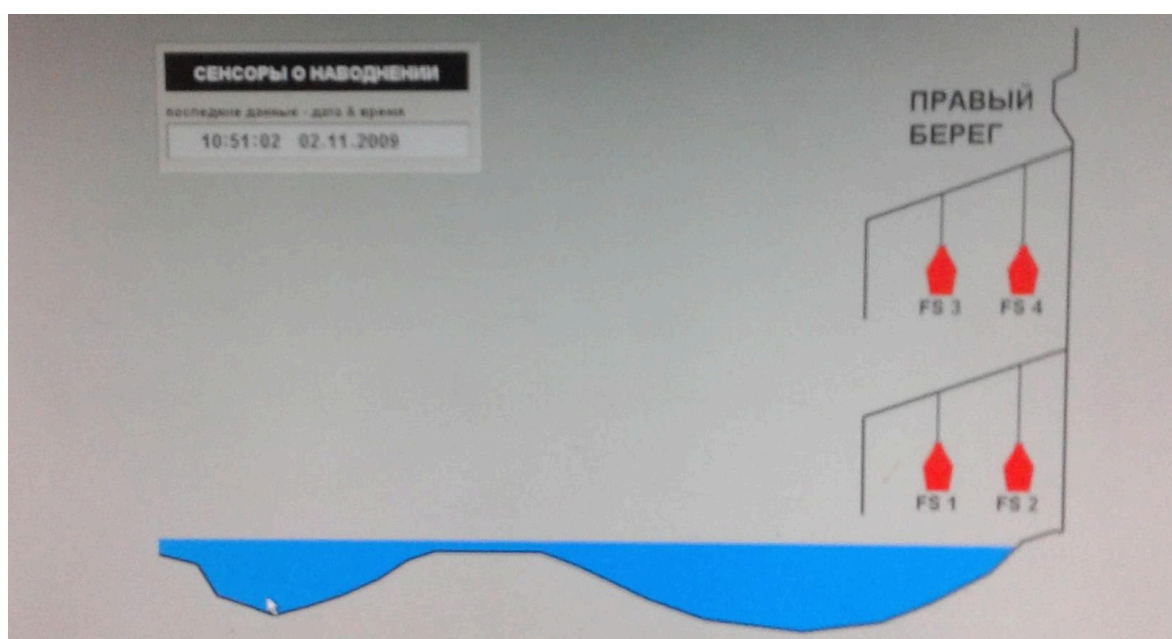


Рис. 3.2 – Система оповещение уровень реки

В 24 населенных пунктов по течению русла также установлена система оповещения при повышении уровня реки в руслах.

3.2 Исследование параметров фильтрации

Фильтрация воды сквозь тело плотины является важнейшей гидрологической характеристикой, влияющей на режим Сарезского озера и устойчивость Усойского завала. Угрозу разрушения плотины несут:

- неконтролируемые процессы сосредоточенной фильтрации;
- перелив через гребень завала (может возникнуть в результате обрушения склонов и образования волны);
- величина и режим фильтрации влияют на интенсивность эрозионных процессов в каньоне.

Первые родники на теле завала появились в апреле 1914 года - на третий год после образования озера. К 1915 году расход родников уже составлял 2 м³/с. По мере подъема уровня воды в озере наблюдался рост числа родников [8].

С середины 20-х годов XX века фильтрация через завал практически составляла 44 м³/с. Проведённые исследования показали, что основная область интенсивной фильтрации приурочена, главным образом, к трем зонам, смещенным к правому борту плотины, охватывает поверхностный слой до глубины 150 м, скорость фильтрации в различных фильтрационных путях составляет 1,5-4,0 м/с.

Многолетние изменения месячных гидрометеорологических характеристик бассейна Сарезского озера (на примере р. Мургаб) представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Многолетние изменения месячных гидрометеорологических характеристик бассейна Сарезского озера (на примере р. Мургаб)

День, месяц и год	Уровень вод озеро м, над уровень моря	Расход реки Мургаб за Усойским завалом м ³ /с
01.01.2012	3260,85	50,4
01.02.2012	3259,97	48,4
01.03.2012	3259,21	43
01.04.2012	3258,54	43
01.05.2012	3258,1	40

Продолжение Таблицы 3.1

День, месяц и год	Уровень вод озеро м, над уровень моря	Расход реки Мургаб за Усойским завалом м ³ /с
01.06.2012	3257,75	38
01.07.2012	3259,16	44,8
01.08.2012	3263,01	50
01.09.2012	3265,58	62
01.10.2012	3266,02	65,6
01.11.2012	3265,17	56,5
01.12.2012	3264,15	56,5
01.01.2013	3263,08	51
01.02.2013	3262,12	49
01.03.2013	3261,34	47
01.04.2013	3260,59	44
01.05.2013	3259,93	43
01.06.2013	3259,28	40,5
01.07.2013	3260,32	40,6
01.08.2013	3262,27	43,5
01.09.2013	3265,27	49,5
01.10.2013	3265,18	57,5
01.11.2013	3264,41	55
01.12.2013	3263,46	51
01.01.2014	3262,44	49,3
01.02.2014	3261,51	47,73
01.03.2014	3260,76	46,03
01.04.2014	3260,03	43,23
01.05.2014	3259,38	42,83
01.06.2014	3258,75	40,33
01.07.2014	3258,69	39,83
01.08.2014	3260,61	43,43
01.09.2014	3262,29	47,33
01.10.2014	3262,32	50,63
01.11.2014	3261,68	48,93
01.12.2014	3260,87	45,43
01.01.2015	3259,95	45,43
01.02.2015	3259,17	45,43
01.03.2015	3258,61	45,43
01.04.2015	3257,99	40,03
01.05.2015	3257,41	39,03
01.06.2015	3256,99	39,03
01.07.2015	3257,05	39,03
01.08.2015	3261,29	43,83
01.09.2015	3265,3	50,03
01.10.2015	3264,99	57,53
01.11.2015	3264,04	57,53
01.12.2015	3263,13	55,03
01.01.2016	3262,31	64,33

Продолжение Таблицы 3.1

День, месяц и год	Уровень вод озеро м, над уровень моря	Расход реки Мургаб за Усойским завалом м ³ /с
01.02.2016	3260,97	59,03
01.03.2016	3260,01	57,53
01.04.2016	3259,01	57,53
01.05.2016	3258,16	56,83
01.06.2016	3258,06	56,83
01.07.2016	3259,6	55,03
01.08.2016	3261,94	55,03
01.09.2016	3263,34	55,03

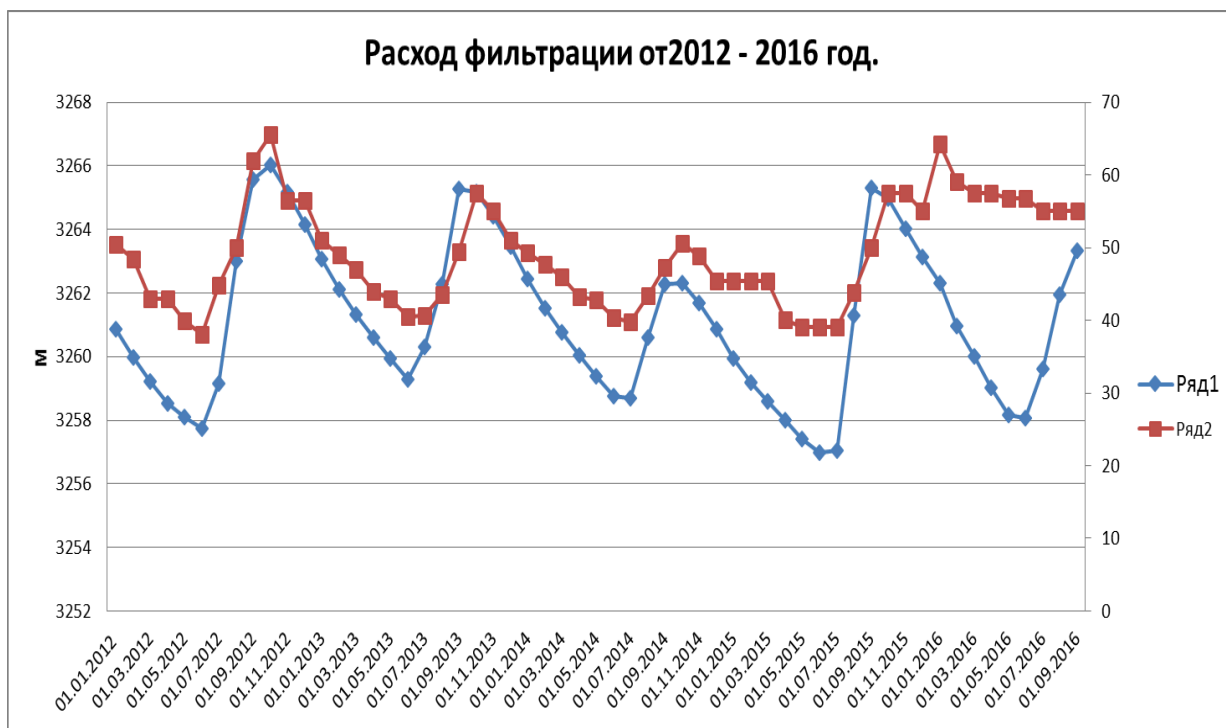
С середины 20-х годов XX века фильтрация через завал составляла 44, м³/с.

Однако, вплоть до настоящего времени, зависимость фильтрации от гидрометеорологических факторов не постоянна, зависит, главным образом, от сезонности и климатических факторов

Прямых инструментальных режимных наблюдений за фильтрацией и режимом расходов на плотине не проводится.

Основная область интенсивной фильтрации приурочена, главным образом, к трем зонам, смещенным к правому борту плотины, охватывает поверхностный слой до глубины 150 м. скорость фильтрации в различных фильтрационных путях составляет 1,5-4,0 м/с. С XXI века фильтрация через завал практически составляла 50-60 м³/с.

Ниже приведены гидрометеорологические характеристики бассейна Сарезского озера.



1- Расход реки Мургаб м³/с. 2- Уровень воды в озере, м

Рис. 3.3 – График гидрометеорологических характеристик бассейна Сарезского озера (на примере р. Мургаб)

Таблица 3.2 – Многолетние изменения годовых гидрометеорологических характеристик бассейна Сарезского озера (на примере р. Мургаб)

День, месяц и год	Уровень вод озеро м, над уровень моря	Расход реки Мургаб за Усойским завалом м ³ /с
01.01.2012	3260,85	50,4
01.01.2013	3263,08	51
01.01.2014	3262,44	49,3
01.01.2015	3259,95	45,43
01.01.2016	3262,31	64,33

Исходя из многолетних гидрометеорологических характеристик, можно сказать, что уровень озера с каждым годом увеличивается. С 2012 по 2016 год уровень озера стабилизируется на одной отметке, это говорит о том, что фильтрация через тело завала увеличивается независимо от уровня озера.



Рис. 3.4 – Гидрометеорологические характеристики бассейна Сарезского озера (на примере р. Мургаб)

Исходя из много летних гидрометеорологических характеристик можно сказать что уровень озера с каждым годом увеличивается. С 2012 по 2016 год уровень озера стабилизируется на одной отметке и это говорит о том, что фильтрация через тело завала увеличивается зависимо от уровня озера.

4. Расчет устойчивости ниши отрыва Усойского завала по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения

Сарез отложение, состоящее из отдельных вкраплений углеродного сланца и песчаников объемом от нескольких десятков сантиметров до нескольких десятков метров. Это зона занимает центральную и левобережную часть завала и представляет собой результаты первой волны обвала.

Триасовые отложения объемом от нескольких сантиметров до нескольких метров вкраплены в матрицу песчанистого алевроита. Соотношение скальных пород к мелкозернистому материалу не известно. Это зона занимает поверхность крайне крайне правого примыкания завала и представляет собой результаты последней волны обвала [64].

На аллювиальной террасе правой стороны нижнего течения против завала образовалось каньон глубиной в 25 метро. В каньоне выходит около 45 родников, составлявшей видимой часть сброса Сарезского озера через завал (зоны фильтрации заметны в верхней части склона платины с правой стороны). Эти родники формируют реку Мургаб, которая вливается в Бартанг через 20 километров ниже по течению.

Таджикистан расположена в одном из самых сейсмических активных регионов мира. Крупные землетрясения, производившие в этом регионе, зарегистрированы как в исторических, так и в технических документах с самого начала применения приборных устройств. Помимо изменения структурного и гидрогеологического баланса плотины, землетрясение может спровоцировать обвал особо неустойчивых участков Усойской плотины.

Все исследователи давали свою оценку устойчивости Усойского завала и возможности прорыва озера. Г.А. Шпилько (1914), И. А. Преображенский (1915), В. И. Рацек (1946, 1960) и др. считали, что каменная плотина достаточно прочна и прорыв озера через завал невозможен. Д. Д. Букинич (1913), В. А. Афанасьев (1938), В. В. Акулов (1946) придерживались противоположного мнения. Более того, геолог Акулов в 1946 г. сделал

прогноз возможного прорыва озера через 22 года на основе анализа динамики движения головы каньона (оврага), промытого фильтрационными потоками на тыльной стороне завала. В августе 1925 г. этот каньон обнаружил военный топограф В. С. Колесников, выполнявший съемку. В "голове" оврага на поверхность вырывался мощный поток с расходом воды, близким к расходу Мургаба при впадении в озеро. За период 1914-1956 гг. голова оврага продвинулась к гребню завала на 2.4 км, при этом скорость продвижения упала с 900 м/год в 1914-1915 гг. до 4 м/год в 1939-1956 гг.

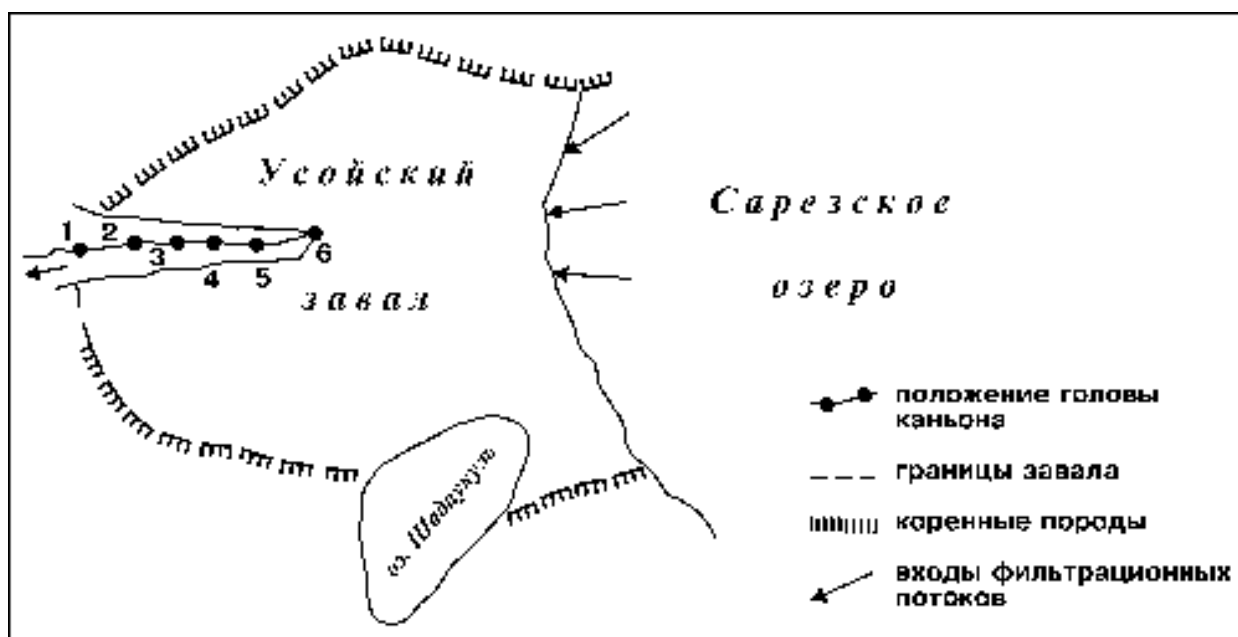


Рис.4.1 – Схема Усойского завала

Цифрами отмечено положение головы каньона в разные годы: 1 - 1914 г., 2 - 1915 г., 3 - 1928 г., 4 - 1939 г., 5 - 1956 г., 6 - 1994 г.

Усойский завал представляет собой крайне однородное тело, возникшее в результате сильной и почти мгновенной потери стабильности, вызванной землетрясением, и обусловленной существующим завалом (подобное явление можно назвать, скорее, *обрушением*, а не *оползнем*, поскольку последний обычно происходит медленно и развивается постепенно: его последняя фаза предваряется прогрессирующим возрастанием скорости).

Анализ подтверждает, что обрушение Усойского завала было вызвано главным образом тектоническими условиями. Более того, признано, что обрушение произошло в ходе нескольких последовательных этапов (скорее всего, следовавших один за другим). В настоящее время здесь время от времени происходят в основном незначительные камнепады и сели. Усойский завал составлен из двух основных типов материала:

- Сарезская формация, включающая углесодержащие сланцы и песчаники и некоторое количество фрагментов размерами от десятков метров до десятков сантиметров. Эта зона занимает поверхность центральной и левой части завала и представляет собой первые волны обрушения.

- Триасовый материал с фрагментами от нескольких метров до нескольких сантиметров, вкрапленных в матрицу песчаного ила. Соотношение фрагментов породы к мелкозернистому материалу неизвестно. Эта зона занимает поверхность крайней правой (северной) части перекрытия завала и представляет собой последнюю волну обрушения [63].

Внутренний состав Усойского завала неизвестен. Согласно поверхностным наблюдениям, можно ожидать крупных и неровных вариаций гранулометрического анализа; размеры элементов могут варьироваться от песчаного ила до фрагментов в несколько кубометров. Были проведены геофизические исследования, но их толкование вызывает сомнения ввиду уже отмеченной сложности внутренней структуры и отсутствия калибровки при глубинных исследованиях.

Стабильность завала относительно скольжения в целом можно проверить путем простых расчетов. Она гарантирована надежным фактором безопасности 9 см. Отчет ООН, 2000 и Поверхность морфологии завала, однако, показывает наличие подвижек, которые вполне могут сохранять свою активность. Во многих отчетах упоминается просадка в 75 метров. Происхождение этих подвижек неизвестно и может быть вызвано уплотнением (в результате землетрясения), таянием залегающей ледяной массы или разжижением гипса (весьма маловероятно) [62].

Геологические условия левой и правой сторон перекрытия завала довольно хорошо известны, главным образом потому что основные породы хорошо видны. Эти породы в основном состоят из угленосных детритов и слегка изменчивых осадочных пород, таких как песчаник (кварцевые породы) и сланцы.

На правой стороне перекрытия угленосные пласты чередуются с пермо-триасовыми пластами, составленными из доломитов, кварца, гипса (и ангидрита) и, возможно, так называемыми вакуолярными ангидритами. Эти пермо-триасовые породы появляются в связи с зоной разлома правого перекрытия (уклон от 60 до 80° к ЮВ). Эта система разломов в сочетании со второй (восточной) зоной смещения на 50° к СЗ, прямо связана с Усойским завалом, который является результатом обрушения клина, ограниченного этими двумя поверхностями. Стратиграфические породы в основном имеют уклон в $30-45^\circ$ к СЗ, но демонстрируют выраженные локальные вариации (внутреннюю складчатость и последствия уже упомянутых разломов).

На левой стороне перекрытия основание сложено из таких же типов пород, также относящихся к угленосной Сарезской формации. Тектонические условия здесь менее сложные, чем на противоположной стороне перекрытия. Это обусловлено отсутствием тектонических разломов и, значит, наличием обычного уклона основания (20° к ЮЗ) [61].

Расчет устойчивости земляного откоса выполнен с использованием программы «Программа расчета устойчивости земляных откосов по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения» (версия 5.01), разработанной для расчета земляных откосов произвольной конфигурации.

Коэффициент запаса устойчивости откоса определяется по следующим трем методам расчета:

1. Метод Г. Крея
2. Метод К. Терцаги.
3. Метод "Весового давления".

Нормативные коэффициенты запаса устойчивости K_z установлены соответствующими СНиП и находятся в пределах от 1.05 до 1.1 для особых сочетаний нагрузок и от 1.1 до 1.3 для основных сочетаний нагрузок. [42].

Метод Г. Крея

Метод Г. Крея (или Метод горизонтальных сил взаимодействия) достаточно точен, и рекомендован межведомственной комиссией Госстроя СССР для расчетов устойчивости откосов из неоднородных грунтов.

Определение коэффициента запаса устойчивости K_z – точное, находится подбором, так как K_z выражен в формуле неявно. Подбор K_z производится с такой степенью точности, чтобы разница в соседних определениях K_z не превышала 0.1% [41].

Метод К. Терцаги

Метод К. Терцаги (или Метод наклонных сил взаимодействия, параллельных подошве отсека) нашел широкое применение на практике благодаря своей простоте, однако при расчетах пологих откосов с заложением больше 2.5 он приводит к занижению величины K_z , то есть дает значение "в запас" [40].

Метод "Весового давления"

Метод предложен Р.Р. Чугаевым, основан на формальном совпадении результатов расчета по нему с результатами, полученными по методу Тейлора при заложениях откосов больше 2.5. При расчетах неоднородных откосов, когда в основании залегают грунты с более низкими прочностными свойствами, чем грунты откоса, метод приводит к занижению коэффициента запаса устойчивости [59].

В программе задаются характеристики грунтов, вводятся координаты поверхности откоса, кривой депрессии и границ грунтов. Также можно задать область центров и радиусы поверхностей скольжения вручную, ввести необходимое для расчета количество центров поверхностей скольжения и радиусов и определить наиболее опасную поверхность в ручном или автоматизированном режиме расчета.

В программе возможен расчет откоса с учетом действия сейсмических сил и внешней перегрузки на него.

Авторами предусмотрена как программная комплексная проверка исходных данных, так и визуальная, с помощью графической схемы Вашего откоса, области центров и радиусов скольжения [50].

Исходя из данной информации был праведен расчет устойчивости земляного откоса по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения.

3 → B

4500
4250
4000

$T_3 i s$

$d p Q_{III}$

$p Q_{IV}$

$d p Q_{IV}$

$(P_{kb} - T_3 k)^n$

$T_3 i s$

10 → C

4750
4500
4250
4000
3750
3500

$C s z^3$

$d p Q_{III}$

$d p Q_{IV}$

$d s Q_{III-IV}$

$C a p e z$

$C s z^4$

3 → B

4750
4500
4250
4100
3750
3500

$C s z^3$

$d p Q_{IV}$

$d s Q_{III-IV}$

$T_3 i s$	1	$(P_{kb} - T_3 k)^n$	2	$C s z^3$	3	$C s z^4$	4	$p Q_{IV}$	5	$d p Q_{IV}$	6
$d p Q_{III}$	7	$d s Q_{III-IV}$	8		9		10		11		12
	13		14		15						16

Рис. 4.2 – Схемы обводнения многоярусных (а - средняя часть долины Березовая) и квазиоднородных склонов (б - правый борт Сарезского озера)

восточнее устья р. Зеленая, в — восточный борт эрозионного вреза правого притока р. Мургаб напротив плато Айлок) [9]

Комплексы пород: 1 - песчаниково-сланцевый: сланцы с линзами и прослоями песчаников; 2 - известняково-алевролитовый: красные и зеленые алевролиты кремнистые известняки с прослоями песчаников, сланцев: конгломератов; 3 - песчаниковый: полимиктовые песчаники с прослоями песчаников, сланцев, конгломератов; 4 – песчаниково-алевролитовый: алевролиты, песчаники, прослои сланцев; 5 - пролювиальный: щебень, дресва, реже глыбы с рыхлыми суглинками; 6:7 – оползневой: массивы, блоки, глыбы, щебень с рыхлыми суглинками; 8 - осыпной: отломы, щебень, дресва с рыхлым заполнителем; 9 - разрывные нарушения (преимущественно сбросы и сдвиги); 10 - палеосейсмодислокации; 11 - действующие и сезонно действующие родники; 12 - смещенные массивы 13 - Пути направления движения подземных вод; 14 - Реконструкция склона до смещения познечетвертичного Айлокского оползня-обвала; 15 - реконструкция склона до познечетвертичного - голоценового эрозионного вреза; 16 - геологические границы.

В данной схеме представлено обводнения многоярусных (а - средняя часть долины Березовая) и квазиоднородных склонов (б - правый борт Сарезского озера восточнее устья р. Зеленая, в — восточный борт эрозионного вреза правого притока р. Мургаб напротив плато Айлок). Для определения ниши отрыва Усойского завала используя данную схему представленной обводнения квазиоднородный склона правого борта Сарезского озера восточнее устья р. Зеленая (рис. 3.5/б) определили участок ниши отрыва Усойского завала, представленной на Рис. 4.3.

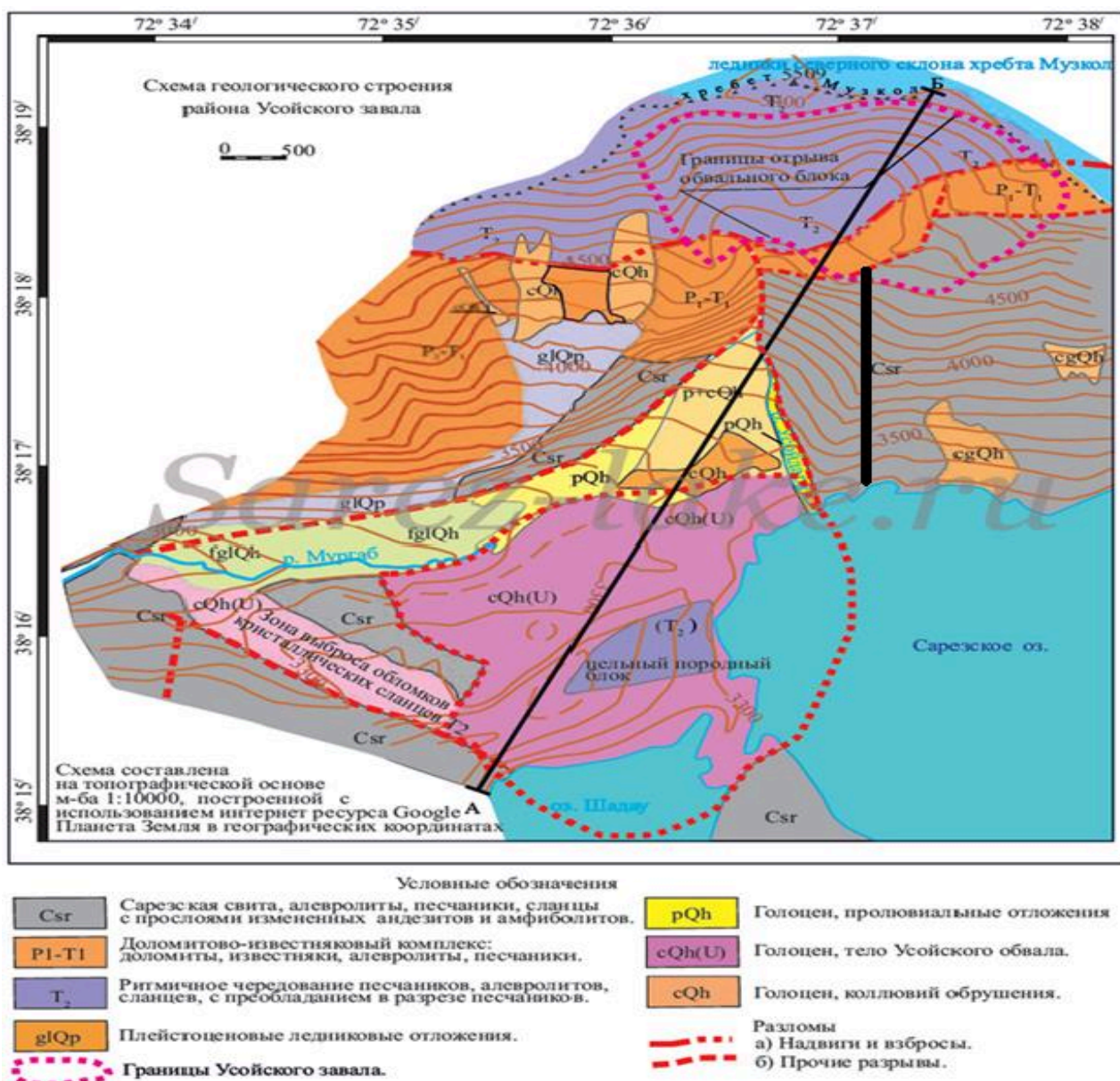


Рис. 4.3 – Схема геологического строения района Усойского завала

На рисунке 4.3 представлены разрез по линии А и Б и ниша отрыва Усойского завала для расчета устойчивости склона, в таблицах 4.1-4.4 приведены результаты расчета устойчивости ниши Усойского завала.

Таблица. 4.1 – Расчет устойчивости ниши отрыва Усойского завала $K_s = 7$

Характеристики грунтов:					Координаты характерных точек откоса:					
№ п/п	Gсух, т/м3	Gнас, т/м3	tgV, град.	C, т/м2	№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]
1	19	19	25	20	1	1000	1250	4	1850	500
2	27	27	30	20	2	1300	1000	5	2300	250

Продолжение Таблицы 4.1

Характеристики грунтов:					Координаты характерных точек откоса:						
№ п/п	Gсух, т/м3	Gнас, т/м3	tgV, град.	C, т/м2	№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]	
					3	1600	750	6	2500	0	
Координаты точек кривой депрессии:					Координаты точек границы грунтов 1 и 2:						
№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]
1	1000	1245	4	1850	495	1	1000	1150	4	1850	400
2	1300	995	5	2300	245	2	1300	900	5	2300	150
3	1600	745	6	2500	0	3	1600	650	6	998.74	1125.9

*Относительная ширина отсека $R/b = 100$

*Расчетная сейсмичность в баллах, $K_c = 7$

*Относительный центр тяжести откоса = 0.4000

Таблица. 4.2 – Сравнение результатов расчета устойчивости ниши отрыва Усойского завала $K_c = 7$ по методам Г.Крея, К.Терцаги, «Весового давления» относительно

Область центров и радиусы поверхностей скольжения:				Расчет по методу Г.Крея:					
Наименование	X, [м]	Y, [м]	R, [м]	№ пп	Kmin	Rmin, [м]	Xmin, [м]	Ymin, [м]	
Min. значения	1150	1268	392	1	1.794	392	1150	1268	
Мах. значения	1388	1411	448	Мин.	1.794	392	1150	1268	
Кол-во точек	1	1	1						
Расчет по методу К.Терцаги:					Расчет по методу "Весового давления":				
№ пп	Kmin	Rmin, [м]	Xmin, [м]	Ymin, [м]	№ пп	Kmin	Rmin, [м]	Xmin, [м]	Ymin, [м]
1	1.5124	392	1150	1268	1	1.7223	392	1150	1268
Мин.	1.5124	392	1150	1268	Мин	1,7223	392	1150	1268

Таблица. 4.3 – Расчет устойчивости ниши отрыва Усойского завала $K_c = 9$

Характеристики грунтов:					Координаты характерных точек откоса:						
№ п/п	Gсух, т/м3	Gнас, т/м3	tgV, град.	C, т/м2	№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]	
1	19	19	25	20	1	1000	1250	4	1850	500	

Продолжение Таблицы 4.3

Характеристики грунтов:					Координаты характерных точек откоса:						
№ п/п	Gсух, т/м3	Gнас, т/м3	tgV, град.	C, т/м2	№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]	
2	27	27	30	20	2	1300	1000	5	2300	250	
					3	1600	750	6	2500	0	
Координаты точек кривой депрессии:						Координаты точек границы грунтов 1 и 2:					
№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]
1	1000	1245	4	1850	495	1	1000	1150	4	1850	400
2	1300	995	5	2300	245	2	1300	900	5	2300	150
3	1600	745	6	2500	0	3	1600	650	6	2316 .3	229.61

*Относительная ширина отсека $R/b = 100$

*Расчетная сейсмичность в баллах, $K_c = 9$

*Относительный центр тяжести откоса = 0.4000

Таблица. 4.4 – Сравнение результатов расчета устойчивости ниши отрыва Усойского завала $K_c = 9$ по методам Г.Крея, К.Терцаги, «Весового давления» относительно

Область центров и радиусы поверхностей скольжения:				Расчет по методу Г.Крея:					
Наименование	X, [м]	Y, [м]	R, [м]	№ пп	Kmin	Rmin, [м]	Xmin, [м]	Ymin, [м]	
Min. значения	1150	1268	392	1	1.2921	392	1150	1268	
Мах. значения	1388	1411	448	Мин.	1.2921	392	1150	1268	
Кол-во точек	1	1	1						
Расчет по методу К.Терцаги:					Расчет по методу "Весового давления":				
№ пп	Kmin	Rmin, [м]	Xmin, [м]	Ymin, [м]	№ пп	Kmin	Rmin, [м]	Xmin, [м]	Ymin, [м]
1	1.1296	392	1150	1268	1	1.2864	392	1150	1268
Мин.	1.1296	392	1150	1268	Мин.	1.2864	392	1150	1268

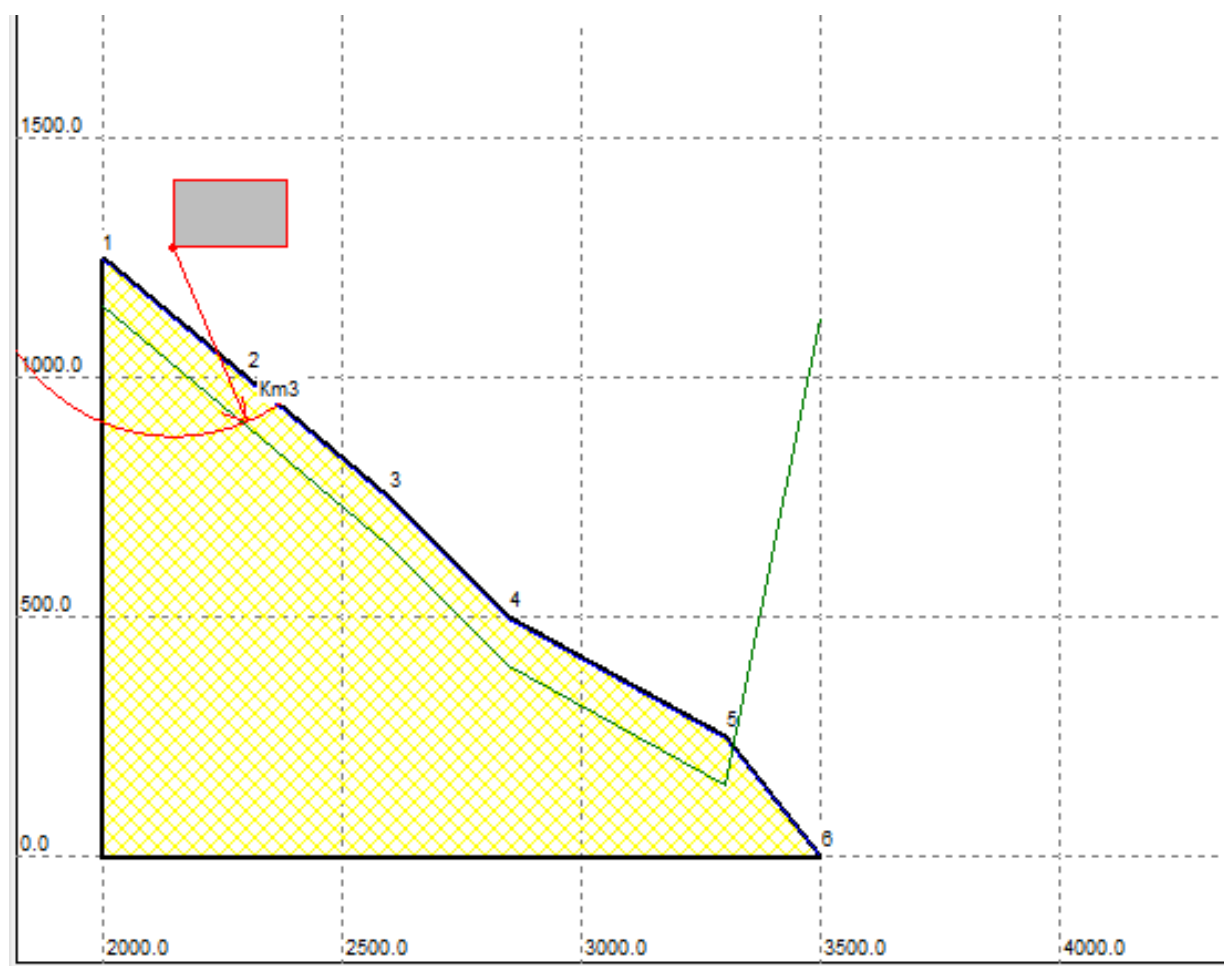


Рис. 4.4 – Схема расчета устойчивости земляного откоса по
круглоцилиндрическим поверхностям скольжения

ПО полученным данным на основании расчета по «Программе расчета устойчивости земляных откосов по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения» (версия 5.01), была построена схема склона Усойского завала, представленная на рис. 4.4.и в табл. 4.5.

Таблица 4.5 – Устойчивость ниши отрыва Усойского завала

Метод	$K_3, K_{и} = 7$	Устойчивость	$K_3, K_{и} = 9$	Устойчивость
Г. Крягин	1.79	устойчивый	1.29	не устойчивый
К. Терцаги	1.51	устойчивый	1.13	не устойчивый
Весовое давление	1.72	устойчивый	1.29	не устойчивый

Исходя из данных расчетов (Табл. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4) было определена устойчивость ниши отрыва Усойского завала.

При расчетной сейсмичности в балах $K_s = 7$ ниша отрыва Усойского завала является устойчивой, а при расчетной сейсмичности в балах $K_s = 9$ ниша отрыва считается неустойчивой.

5. Обустройство насосных станций для снижения уровня Сарезского озера

Для снижения уровня воды в Сарезском озере на 100 метров путем предлагается установление десяти плавающих насосных станции с производительностью 1500 – 2000 л/сек и напором 90-100 метров, что позволит снизить фильтрацию через тело завала и условия схода оползней с бортов.

Насосные станции систем водоснабжения и канализации представляют собой сложный комплекс сооружений и оборудования, обеспечивающий водоотдачу или водоотведение в соответствии с нуждами потребителя. Состав сооружений, их конструктивные особенности, тип и число основного и вспомогательного оборудования определяются исходя из принципов комплексного использования водных ресурсов и охраны окружающей среды с учетом назначения насосной станции и предъявляемых к ней технологических требований [44].

Насосные станции первого подъема забирают воду из источника водоснабжения и подают ее на очистные сооружения или, если не требуется очистки воды, непосредственно в резервуары, распределительную сеть, водонапорную башню или другие сооружения в зависимости от принятой схемы водоснабжения. На промышленных предприятиях с процессами, предъявляющими различные требования к качеству воды, на одной и той же станции могут быть установлены насосы, подающие воду как на очистные сооружения, так и непосредственно на предприятие без очистки.

5.1 Выбор основного оборудования насосной станции

1. Определяем часовую подачу насосной станции $Q_{ч}$, м³/ч:

$$Q_{ч} = Q_{сут \cdot макс} \cdot t / T \quad (1)$$

где $Q_{сут \cdot макс}$ - максимальный суточный расход, равный 20000 м³/сут; коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды насосной

станции и очистных сооружений. Так как максимальный суточный расход воды $20000 \text{ м}^3/\text{сут.}$, то принимаем $t=1,05$.

T - продолжительность работы насосной станции (24 часа);

$$Q_{\text{ч}} = 1,05 * 20000/24 = 875 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2. Устанавливается величина подачи насосной станции первого подъема в период восстановления противопожарного запаса воды, хранящегося на насосной станции второго подъема.

$$\text{ч}_{\text{восст}} = 0,7 * Q_{\text{ч}} + Q_{\text{п}} * 3 + Q_{\text{макс}} \cdot i - Q_4 * 3/T_{\text{восст}} \quad (2)$$

где $Q_{\text{п}}*3$ - полный пожарный расход за 3 часа м^3 . Складывается из расхода воды на тушение $n_{\text{нар}}$ наружных пожаров и расхода на тушение внутреннего пожара ($q_{\text{внутр}}$)

$$q_{\text{внутр}} = q_{\text{нар}} * n_{\text{нар}} + q_{\text{внутр}} * 1 = 35 * 3 + 5 = 110 \text{ л/с} = 396 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$i_{\text{макс}}$ - суммарный расход в течение 3 часов наибольшего водопотребления, м^3 , (приблизительно равен 15,4% от $Q_{\text{сут}}$);

$i_{\text{макс}} = 15,4 * 20000/100 = 3080 \text{ м}^3$ подача нормально работающих насосов насосной станции первого подъема за расчетную продолжительность тушения пожара, т.е. за 3 часа, м^3 .

$T_{\text{восст}}$ - продолжительность восстановления противопожарного запаса.

$$\begin{aligned} \text{ч}_{\text{восст}} &= 0,7 * 875 + 396 * 3 + 3080 - 875 * 3 / 24 = 612,5 + (1188 + 455) / 24 \\ &= 681 \end{aligned}$$

Так как $Q_{\text{ч}_{\text{восст}}} < Q_{\text{ч}}$ ($681 < 875$), то восстановление противопожарного запаса будет обеспечено рабочими насосами первого подъема и расчетную подачу ее окончательно принимаем равной $Q_{\text{ч}}$.

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{ч}} = 875 \text{ м}^3/\text{ч}$$

3. По насосной станции первой и второй категории надежности действия число напорных водоводов $n_{\text{вод}}$ должно быть не менее двух; обычно $n_{\text{вод}}$ равно двум. Тогда расход по одному водоводу будет равен

$$n_{\text{вод}} = Q_{\text{ч}_{\text{расч}}} / n_{\text{вод}} = 875/2 = 437,5 \text{ м}^3/\text{ч} = 121,5 \text{ л/с}$$

4. Расчетная подача одного насоса

$$Q_1 = Q_{\text{расч}} = 875/2 = 437,5 \text{ м}^3/\text{ч} = 121,5 \text{ л/с}$$

5.2 Определение основных размеров и разработка конструкции насосной станции

Определяем отметку оси насоса $Z_{\text{о. н.}}$

$$Z_{\text{о. н.}} = Z_{\text{вс.отд}} + H_{\text{сдоп}} = 63,0 + 3,3 = 66,3 \text{ м}$$

Отметка оси насоса должна быть выбрана такой, чтобы верхняя точка корпуса была заглублена не менее, чем на 0,2 м по отношению к верхнему уровню воды во всасывающем отделении.

$$h_{\text{нас}} = Z_{\text{вс. мин}} - 0,2 - h_{\text{нас.}}, \text{ м, (3)}$$

Где $h_{\text{нас}}$ - вертикальное расстояние от оси до верхней точки корпуса насоса; $h_{\text{нас}}$ Может быть принята равной разности размеров В и Р по

$$h_{\text{нас}} = 1200 - 750 = 450 \text{ мм.о. н.} = 63,3 - 0,2 - 0,45 = 62,65 \text{ м.}$$

>62.65 - выбираем меньшую $Z_{\text{о. н.}}$

Определяем отметку пола машинного зала $Z_{\text{пола}}$

$$Z_{\text{пола}} = Z_{\text{о. н.}} - h_{\text{нас}} - h_{\text{рамы}} - h_{\text{фунд}} \text{ (4)}$$

где $h_{\text{нас.}}$ - высота насоса от оси до лап, м рамы - высота рамы под насос, м. Величина $(h_{\text{нас}} + h_{\text{рамы}})$ принимается равной $P_{\text{фунд}}$ - высота фундамента над уровнем чистого пола; назначается в зависимости от удобства монтажа всасывающих и напорных трубопроводов, но не менее 0,2 м.

$$Z_{\text{пола}} = 62,65 - 0,75 - 0,2 = 61,7 \text{ м}$$

По разности отметок $Z_{\text{пов.}}$ (отметка поверхности земли у насосной станции - берем из задания) и $Z_{\text{пола}}$ вычисляется $h_{\text{загл.}}$ пола машинного зала и устанавливается тип насосной станции.

$$Z_{\text{загл}} = Z_{\text{пов}} - Z_{\text{пола}}, Z_{\text{загл}} = 68,0 - 61,7 = 6,3 \text{ м}$$

При нормальном режиме работы на всех участках всасывающих и напорных труб рабочих насосов и коллекторов расход воды $Q / 2 = 437,5 \text{ м}^3/\text{ч} = 121,5 \text{ л/с}$.

Зададим скорость во всасывающей трубе $V_v = 1 \text{ м/с}$, (V - расчетное сечение трубы). Тогда $V = Q/2 = 0,1215 \text{ (м}^3/\text{с)} = 0,2127 \text{ м}^2 \text{ в } 1 \text{ м/с}$

$$V = - 4v / - 4 * 0,1215 / 3,14 = 0,52 \text{ м.}$$

Принимаем $d_v = 500 \text{ мм}$.

Уточненная скорость во всасывающей трубе будет равна $V_v = Q / 2 *$

v

$V = 3,14 * 0,52 = 0,196 \text{ м}^2 \text{ в } = 0,2127 / 0,196 = 1,085 \text{ м/с}$, что лежит в пределах допустимых скоростей $0,8 - 1,5 \text{ м/с}$.

Для напорной трубы и напорного коллектора примем скорость $1,5 \text{ м/с}$.

$$0,2127 / 1,5 = 0,14 \text{ м}^2 \text{ н} = - 4v / - 4 * 0,14 / 3,14 = 0,42 \text{ м.}$$

Принимаем $d_n = 0,4 \text{ м} = 400 \text{ мм}$, тогда фактическая скорость $V_n = Q / 2 * 3,14 * 0,42 = 0,1256 \text{ м}^2 \text{ в } V_n = 0,425 / 2 * 0,1256 = 1,69 \text{ м/с}$, что входит в пределы допустимых скоростей $1,0 - 3,0$.

$$0,7 Q_n = 0,7 * 0,425 = 0,3 \text{ м}^3/\text{с. н. к.} = - 4 * 0,3 / 3,14 = 0,62 \text{ м}$$

Примем $d_{н. к.} = 500 \text{ мм}$, тогда $n. к. = 3,14 * 0,62 / 4 = 0,2, V_{н. к.} = Q_{н. к.} / n. к. = 0,3 / 0,2 = 1,5 \text{ м/с}$, что удовлетворяет допустимым скоростям $1,0 - 3,0$.

Окончательно принимаем: $d_v = 500 \text{ мм}$; $d_n = 400 \text{ мм}$; $d_{н. к.} = 500 \text{ мм}$

6 Социальная ответственность

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров (ГОСТ Р ИСО 26000-2012) [9].

Рабочим местом является переход трубен через гребень Усойского завала и установка плавучей насосной станции. Переход расположен в южной части Усойского завала. Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места под строительство перехода должны быть соблюдены все основные условия.

Целью раздела «Социальная ответственность» является анализ вредных и опасных факторов труда работников на объекте сооружения гребневого перехода трубы. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

6.1 Профессиональная и социальная безопасность

Для целостного представления об источниках вредностей и опасностей и всех основных выявленных вредных и опасных факторах на рабочем месте, ниже представлена таблица 7.1 «Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по строительству переходов трубы способом наклонно-направленного сварочных работ».

Идентификация потенциальных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) проводится с использованием «Классификации вредных и опасных производственных факторов по ГОСТ

12.0.003–74 (с измен. № 1, октябрь 1978 г, переиздание 1999 г.) [21].

Название вредных и опасных производственных факторов в работе соответствуют приведенной классификации. Определены название характерных видов работ и вредных производственных факторов (ОВПФ).

Таблица 6.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по строительству установки плавучей насосной станции

Наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	(ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Полевые работы: 1) Установка труб буровыми инструментами 2) Сварка плети рабочего водопроводного, подготовка к протаскиванию	1) Превышение уровня шума; 2) Отклонение показателей климата на открытом воздухе; 3) Тяжесть и напряженность физического труда 4) Вибрация	1) Движущиеся механизмы производственного оборудования 2) Электрическая дуга и металлические искры во время сварки	СНиП 12-03-2001 [14]
			СНиП 12-04-2002 [12]
			ГОСТ 12.0.003–74 (сизм. 1999 г.) [21]
			ГОСТ 12.1.005–88 [12]
			ГОСТ 12.1.012-2004 [10]
			ГОСТ 12.1.038-82 [14]
			ГОСТ 12.2.003-91 [16]
			ГОСТ 12.3.009-76 [17]
			ГОСТ 12.4.125-83 [18]
			ГОСТ 17.1.3.06-82 [19]
			СНиП 2.06.14-85 [13]

6.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Персонал, сооружающий переход методом тоннельного джукера подвержены воздействию следующих вредных факторов:

1. Превышение уровней шума.

Источниками шума на объектах строительства переходов методом наклонно-направленного установли сооружения могут стать машины для проведения земляных работ (экскаваторы, трубоукладчики).

Длительное воздействие шумов отрицательно сказываются на эмоциональном состоянии персонала, а также может привести к снижению слуха.

Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения (до 80 децибел характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука приведены в таблице 6.2 [11].

Таблица 6.2 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звук

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Основные методы борьбы с шумом на объекте

- снижение шума бурового инструмента (применение звукоизолирующих средств);
- наушники;
- соблюдение режима труда и отдыха;

2. Отклонение показателей климата на открытом воздухе.

Климат представляет комплекс физических параметров воздуха, влияющий на тепловое состояние организма. К ним относятся температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность радиационного излучения солнца, величину атмосферного давления. Максимальная температура в ГБАО составляет в среднем $+25^{\circ}\text{C}$. Работать при такой температуре не запрещено.

Так как рассмотренное выше строительство плавучей насосной станции запланировано в летний период, то возможны перегревания организма. Повышенная температура воздуха рабочей среды характерна также для выполнения сварочных работ. У людей работавшей на предприятии должно быть восьмичасовой рабочий день с обеденным перерывом ($13^{00} - 14^{00}$) и периодическими кратковременными перерывами.

3. Тяжесть и напряженность физического труда.

В связи с большой протяженностью и удаленностью водопровода от населенных пунктов, работникам длительное время приходится проводить в командировках, что сопровождается тяжелым и напряженным физическим трудом.

Тяжелый и напряженный физический труд может повлиять на общее самочувствие рабочего и привести к развитию различных заболеваний.

У людей, занятых тяжелым и напряженным физическим трудом, должен быть восьмичасовой рабочий день с обеденным перерывом ($13^{00} - 14^{00}$) и периодическими кратковременными перерывами, а также должна быть увеличена заработная плата и продолжительность отпуска.

4. Вибрация

В связи с использованием технических материалов, механические колебания (вибрация) является вредным фактором на работавших людей. Вибрация генерируется многочисленным пневматическим и электрическим ручным механизированным инструментом (отбойные,

бурильные, клепальные молотки), различными видами машин и оборудования

Защита от вибрации начинается прежде всего с ее ликвидации. Устранение вибрации достигается в первую очередь совершенствованием кинематических схем и улучшением работы оборудования

6.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные).

Все движущиеся машины и механизмы на производстве, могут стать причиной различного рода телесных повреждений работника отрасли. Так как машины, оборудования представляют собой достаточно небезопасные устройства, в которых участвуют различные подвижные элементы, можно предположить, что повреждения, которые они влекут за собой могут быть достаточно серьезными для человека. При автоматизированном производстве, т.е. без участия человека, возникает риск неожиданных движений оборудования без ведома работника.

Ситуации, связанные с такими несчастными случаями, влекут за собой летальные исходы (смерть), серьезные телесные повреждения (переломы, ушибы), а также материальные убытки (поломка устройств, механизмов, приборов).

Меры по предупреждению таких ситуаций выполняются в виде:

- установок ограждений на периметре работающих установок, оборудования;
- использование работниками средств индивидуальной защиты;
- использование оборудования, находящихся в списке реестра используемых устройств организации.

Данный вид опасных факторов регламентируется и контролируется ГОСТ 12.0.003-74* [15].

2. Электрическая дуга и металлические искры при сварке.

При дуговой сварке используют источники тока с напряжением холостого хода от 45 до 80 В, при постоянном токе от 55 до 75 В, при переменном токе от 180 до 200 В при плазменной резке и сварке. Поэтому источники питания оборудуются автоматическими системами отключения тока в течение 0,5 ... 0,9 с при обрыве дуги. Человеческое тело обладает собственным сопротивлением и поэтому безопасным напряжением считают напряжение не выше 12 В.

Опасность повреждения работника электрическим током, в частности строительстве перехода водопровода через гребень преграды существует при сварочных работах.

Повреждение электрическим током, электрической дугой может произойти по нескольким случаям:

- При прикосновении человеком незащищенных частей токоведущих частей, корпуса различных электрических устройств, оказавшиеся под напряжением в следствии замыкания;

- При однофазном, т.е однополюсном контакте человека с землей и токоведущей частью (при создании человеком искусственного контакта «токоведущая часть – земля»).

Электрический ток крайне негативно влияет на организм человек, а именно:

- поражает кожные, слизистые покровы человеческого тела;
- поражает центральную нервную систему;
- поражает внутренние органы, оставляет необратимые последствия в работе таких органов как сердце, почки, печень.

Защита от электрического тока делится на два типа:

Первый тип – коллективная защита:

- применение различных плакатов, знаков безопасности для визуального предупреждения работников об опасности поражения электрическим током;

- установка ограждения к установкам работающих при помощи электричества.

Второй тип – индивидуальная защита:

- применение работником средств индивидуальной защиты (диэлектрических ботов, перчаток);

- использование различных диэлектрических ковров в работах, связанных установкой, ремонтом, обслуживанием электроустановок;

Мероприятия по созданию благоприятного условия при работах на электроустановках:

- проведение аттестации по знаниям безопасности при работах на электроустановках по категориям

- Соблюдения работниками правил безопасности.

- проведение инструктажей рабочему персоналу;

При работе в непосредственном контакте с металлическими поверхностями следует соблюдать следующие правила техники безопасности: [16]

- 1) Надежная изоляция всех токоподводящих проводов от источника тока и сварочной дуги.

- 2) Надежное заземление корпусов источников питания сварочной дуги.

- 3) Применение автоматических систем прерывания подачи высокого напряжения при холостом ходе.

- 4) Надежная изоляция электрододержателя для предотвращения случайного контакта с токоведущими частями электрододержателя с изделием.

5) При работе в замкнутых помещениях (сосудах) кроме спецодежды следует применять резиновые коврики (калоши) и источники дополнительного освещения.

6) Не допускается контакт рабочего с клеммами и зажимами цепи высокого напряжения.

Поражение лучами электрической дуги. Сварочная дуга является источником световых лучей, яркость которых может вызывать ожоги незащищенных глаз при облучении их всего в течение 10 ... 15 с. Более длительное воздействие излучения дуги может привести к повреждению хрусталика глаза и полной потере зрения. Ультрафиолетовое излучение вызывает ожоги глаз и кожи (подобно воздействию прямых солнечных лучей), инфракрасное излучение может вызвать помутнение хрусталика глаза.

Должны применяться средства индивидуальной защиты глаз, лица (открытые защитные очки сварщика, закрытые защитные очки сварщика, защитные лицевые щитки сварщика) согласно ГОСТ Р 12.4.238-2007. [30]

6.2 Экологическая безопасность

Для организации охраны окружающей среды от негативного воздействия проектируемых работ первоочередной задачей является определение конкретных источников негативного воздействия на основные элементы окружающей природной среды рассматриваемой территории – земельные ресурсы, растительность, атмосферный воздух.

В таблице 6.3 представлены источники негативного воздействия и природоохранные мероприятия

Таблица 6.3 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при выполнении работ по строительству водного трубопровода

Природные ресурсы и компоненты ОС	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Разрушение грунтов	Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдения нормативов отвода земель. Рекультивация земель.
	Загрязнение почвы химреагентами и др.	Предусмотреть сбор отходов, места и условия их временного хранения, вывоз для утилизации, уничтожения, захоронения остатков химреагентов, мусора, загрязненной земли согласно ФЗ от 24.06.1998 (ред. от 29.12.2015) [36]
	засорение почвы производственными расходами	Вывоз и захоронение производственных отходов согласно ФЗ от 24.06.1998 (ред. от 29.12.2015)
Воздушный бассейн	Выбросы: - выхлопные газы двигателей транспорта	Мероприятия согласно пособию к СНиП 11-01-95 от 01.01.1970 [40].

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации на объектах строительства перехода трубопроводов могут возникнуть по разным причинам, некоторые из них:

- наводнения;
- различного рода пожары;
- ЧС техногенного характера.

Аварии могут привести к необратимым последствиям. Аварии возникают в следствии:

- неправильных действий персонала при строительстве;
- отказ устройств предупреждения опасных ситуаций (приборы контроля, сигнализации);
- разрушение оборудования вследствие старения металла;
- коррозия оборудования;

- ураганы, удары молнией и т.п.

Одним из примеров чрезвычайной ситуации может послужит пожар на рабочем месте, т.е. на объектах строительства трубопровода. Данный пожар относится к чрезвычайной ситуации техногенного характера.

Источниками возникновения возгорания могут быть различные устройства, работающие на электричестве. В таких устройствах при некоторых истечениях обстоятельств (перегрев элементов, электрические искры, дуги и т.д.) могут возникнуть опасные моменты возгорания. Источники взрыва – трубопроводы под давлением, газовые баллоны, сосуды, заполненные взрывоопасным веществом.

Результатами поражения, открытым пламенем человека может привести к летальному исходу, поражению кожных покровов тела, поражения волосяных покровов.

При производстве работ при строительстве подводного перехода трубопровода, необходимо руководствоваться нормативными документами:

- ГОСТ 12.1.004-91 [15];
- ППБ 01-03 [21].

А также необходимо руководствоваться другими нормативно-техническими документами, которые установлены в порядке региональных норм и правил, регламентирующих требования пожарной безопасности.

Подрядчик работ отвечает за пожарную безопасность на объекте строительства в течение всего времени оговоренного контракта.

Ответственных за пожарную безопасность назначает руководитель объекта. Персональная ответственность возлагается на руководителей объекта в соответствии с действующими законодательствами.

Все работники независимо от стажа и вида работ допускаются к работе после прохождения противопожарного инструктажа, а при изменении службы, специфики работ, должны пройти дополнительное обучение по тушению и предупреждению пожаров в местах проведения работ в порядке, установленным руководителем работ.

Силовые блоки, буровая установка, электростанции, насосные станции, служебно-бытовые и производственно-складские помещения, а также территория местоположения указанных помещений и обязаны обеспечиваться первичными средствами пожаротушения.

Площадка буровых работ должна быть укомплектована следующими первичными средствами пожаротушения – таблица 6.4.

Таблица 6.4 – Первичные средства пожаротушения

Наименование	Количество	
	Буровой комплекс	Территория занятая зданиями сооружениями (каждый 500 ²)
Огнетушители ручные воздушно пенные	3	2
Огнетушители углекислотные (порошковые)	4	1
Ящики с песком (1 м ³)	2	1
Ведра	2	2
Асбестовые полотна, кошма, войлок	1	1
Штыковые лопаты	4	2
Топоры	2	2
Ломы	2	2
Багры	2	2

На территории проведения работ должны изготавливаться различного рода пожарные щиты для установки ломов, лопат, топоров, ведер, огнетушителей, багров, которые в свою очередь должны быть легкодоступными и располагаться в видных местах. По конструкции ящики для песка должны быть удобными для использования, извлечения песка и защищенными от попадания осадков. Ящик должен быть укомплектован совком и лопатой, перед заполнением ящика песок должен быть просушен и просеян. Асбестовая ткань, кошма, войлок, должны храниться в металлических упаковках с крышками. Все объекты пожаротушения окрашиваются в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-76 [21].

Работодатель обязан обеспечить объект средствами пожаротушения, а работник в свою очередь должен пройти обучение по работе с такими средствами.

Специализированная техника (тракторы, автомашины, буровой инструмент) укомплектовывается различными ручными порошковыми, углекислотными огнетушителями.

Пропитанные маслом, дизельным топливом, бензином материалы должны собираться в специальные металлические тары (бачки, ящики) с плотной крышкой. По окончании работ тара с использованным материалом должна транспортироваться в места утилизации.

6.4 Законодательное регулирование проектных решений

В соответствии с законодательными с законодательным регулированием Республики Таджикистан, на рабочих участках с вредными и опасными условиями труда, работодатель в свою очередь обязан обеспечить работника средствами, специализированными под данный вид работы, согласно типовым отраслевым нормам (СИЗ, репелленты и т.д.) «Правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты» [14]. Работники без средств индивидуальной защиты, касок защитных и других необходимых средств защиты к работам не допускаются.

Также работодатель обязан обеспечить коллектив работников при строительстве объекта должен обеспечить всеми необходимыми санитарно-бытовыми помещениями (склады для материалов, гардеробы, душевые, сушилки для одежды, помещения для отдыха, приема пищи и проч.) согласно строительным нормам и правилам, коллективному договору, тарифному соглашению.

В документах о решениях по организации прописываются: форма организации труда (бригадный, вахтовый, экспедиционно-вахтовый и т.д.); режим труда; режим отдыха; состав бригад.

При описании режимов труда: указывается продолжительность смены, вахты, количество смен в месяц, трудовой распорядок дня, часы

начала рабочего дня, часы окончания рабочего дня, сменные перерывы на отдых, перерывы на прием пищи.

Пристроительстве переходов в экстремальных погодных условиях (повышенные или пониженные температуры) работодатель должен обеспечить работников дополнительными средствами индивидуальной защиты от холода или жары, дополнительными санитарно-бытовыми помещениями для обогрева, дополнительным временем приема пищи для восстановления.

Подготовка санитарно-бытовых помещений и устройств должны быть закончены до начала строительных работ, и отвечать всем стандартам сообщества. При реконструкции старых существующих санитарно-бытовых помещений необходимо учитывать новые правила обустройства помещений, особенности местности проведения работ, количество работников в бригаде, оснастить всеми необходимыми средствами для комфортного отдыха.

Производственные участки территории, рабочие места должны быть оснащены необходимыми средствами индивидуальной, коллективной защиты, средствами пожаротушения, линиями связи, сигнализациями и другими необходимыми средствами обеспечивающих безопасные и надежные условия труда строительному персоналу в соответствии с нормативными документами. Все объекты санитарно-бытовых, производственных помещений, места отдыха, проходы, рабочие места должны быть расположены на безопасных расстояниях за пределами опасных зон. На действующих опасных зонах при производстве должны быть установлены защитные ограждения, не позволяющие работнику без надобности проникнуть в эту зону.

Проезды, переходы на территории производства не должны быть загромождены, замусорены. Рабочие участки должны всегда содержаться в чистоте и порядке, периодически очищаться от мусора,хлама, ненужных для производства объектов

Находясь на территории производства (санитарно-бытовых помещениях, производственных помещениях участках работ и т.д.), работник, а также представители других организаций обязаны выполнять все требования внутреннего трудового распорядка организации. По всей территории, рабочие места должны быть обеспечены средствами связи.

Все помещениях организации должны быть оборудованы согласно принятым нормативным документам, санитарно-бытовые помещения иметь в наличии аптечки, носилки, шины и другие средства первой и основной медицинской помощи пострадавшему на объекте строительства трубопровода. В соответствии с законодательством Республики Таджикистана работодатель обязан должным образом провести расследование в отношении произошедших несчастных случаев на производстве.

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1 Определение эколого-экономического ущерба в случае прорыва озера Сарез

В оценке угрозы прорыва Сарезского озера, необходимо учитывать, что в зону поражения прорывного наводнения на территории республики Таджикистана

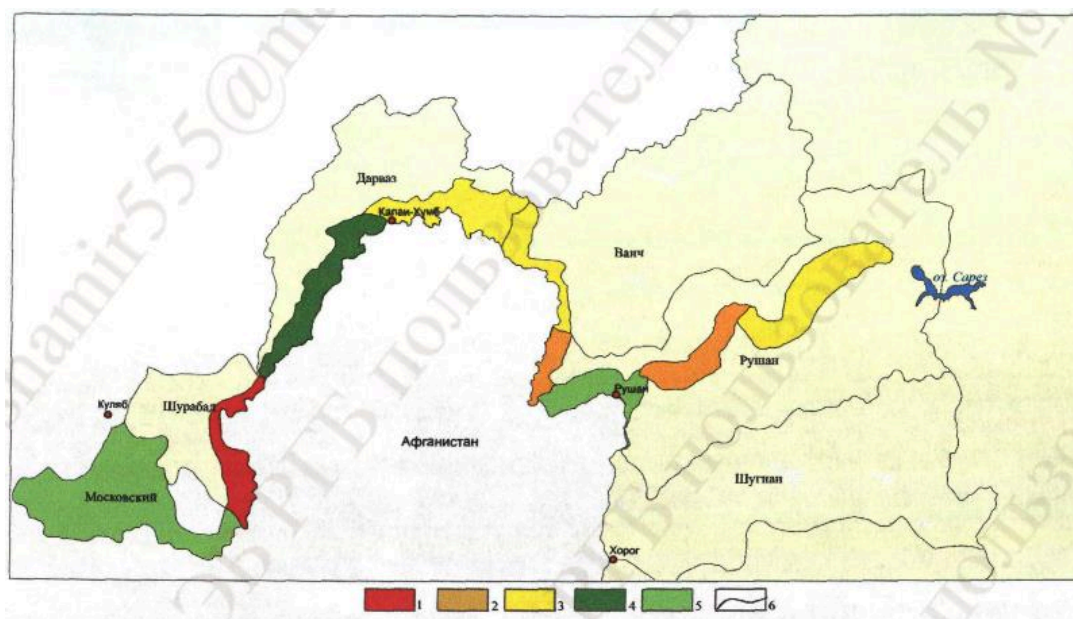


Рис. 7.1 – Карта социального риска от прорывного поавдка Сарезского озера

Масштаб 1: 200000

Социальный риск (чел/год): 1 – катастрофический ($>0,00001$), 2 – бедственный ($0,000007 - 0,000008$), 3 – средний ($0,000003 - 0,000006$), 4 – умеренный ($0,000001 - 0,000002$), 5 – низкий ($0,0000003 - 0,0000004$), 6 – границы ПТС, различающейся по интенсивности прорывного поавдка Сарезского озера.

Площадь затопленной территории составит 1 тыс. км². здесь ожидается развитие ряда синергетических непрерывных процессов, характеризующихся «общей причиной и определенной последовательностью возникновения, а также взаимно – усиление негативных эффектов, общая сумма которых превышает сумму индивидуальных эффектов при их раздельном воздействии» [65]. На всей протяжённости катастрофического наводнения ожидается разрушение селений и целых городов. Последствия

катастрофы – гибель людей, смыв плодородных земель, загрязнение территории, эпидемии, разрушения жилья, мостов, коммуникаций, линий связей, дорог. На территории Горно – Бадахшанской автономной области (долина р. Бартанг и среднее течение р. Пяндж) в зоне возможного поражения находятся населенные пункты Рушанского, Ванчского и Дарвозского района. В долине р. Пяндж на территории Хатлонской области в зону возможного бедствия попадают два района городского типа с населенными пунктами (нижнее течение р. Пяндж). Согласно результатам моделирования паводковой волны при увеличении расходов воды из озера Сарез на 1000 м³/с. в зону поражения попадают населенные пункты, численность населения которых представлена в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Населенные пункты и численность населения при прорыве Сарезского озера (от кишлака Барчадев до Московского района)

Районы	количество населенных пунктов	Общая численность населения	места поражения жизненной зоны					общая численность населения в зоне поражения
			полное		среднее		без поражения	
			населенные пункты	численность населения	населенные пункты	численность населения	населенные пункты	
Рушанский	35	19600	13	2000	18	6700	4	8700
Ванчский	7	1520	2	25	3	180	2	200
Дарвозский	26	10900	16	6300	9	3000	1	9300
Шуробадский	3	1600	2	1200	-	-	1	1200
Московский	8	91200	4	42000	4	27000	-	69000
Итог	79	124820	37	51525	34	36880	8	88400

Необходимо подчеркнуть, что в зоне возможного поражения расположены такие важные линейные объекты как автомобильные дороги, ЛЭП (линия электропередачи). В результате выведения из строя этих объектов населенные пункты могут оказаться в изоляции несколько дней. При расчете

по другим сценариям масштаб поражения могут быть иными, но соотношение степени риска по районам вероятно сохранится. Максимальная угроза для населения существует в Дарвозском и Московском районе.

Удельные показатели для определения экономического ущерба от вредного воздействия вод в случае прорыва Сарезского озера было рассчитано с «методикой исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» утвержденной приказом Минприроды России от 13 апреля 2009 г. N 87, так как Республике Таджикистана отсутствует методические данные для расчета вредно воздействующих в области охраны окружающей среды от водных объектов.

Годовой экономический ущерб от вредного воздействия вод определяется как стоимостная оценка потерь продукции, ресурсов, основных и оборотных фондов непосредственно в момент стихийного бедствия и в последующий период до восстановления нормальной деятельности предприятий и обычных условий жизни населения.

Ожидаемый экономический ущерб определяется на перспективу как возможный (вероятный) ущерб по состоянию социального и экономического развития района.

В Республике Таджикистан отсутствует методика определения размера ущерба водному объекту и загрязнение почв, а также со стороны «Управление Комитета Чрезвычайной Ситуации и Гражданской обороны» не было исчислено возможный ущерб при прорыве Усойского завала и возможного схода бортов (оползня) в районе Сарезского озера. Поэтому для расчета использована Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства" (далее Методика), утвержденная приказом Минприроды России.

Удельные показатели для определения экономического ущерба от вредного воздействия вод в случае прорыва Сарезского озера представлено в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Удельные показатели для определения экономического ущерба от вредного воздействия вод в случае прорыва Сарезского озера

№ п/п	Объекты	Количество объектов	Единица измерения	Восстановительная стоимость 1 ед., руб.
1	2	4	3	5
1	Предприятия различных отраслей	16	1 кв.м общей площади, руб.	
1.1	Предприятия местной и легкой промышленности, бытового обслуживания, коммунально-бытового хозяйства, мясомолочной, рыбной промышленности			
	строительство			12000
	восстановление			7500
	замена оборудования	22	1 кв.м общей площади, руб.	1500
1.2	Предприятия химической, нефтехимической и электромеханической промышленности			
	строительство			14600
	восстановление			9200
	замена оборудования	13	1 кв.м общей площади, руб.	3500
1.3	Базы строительных организаций			
	строительство			8200
	восстановление	16	1 кв.м общей площади, руб.	5300
	замена оборудования			2200
1.4	Автотранспортные предприятия			
	строительство			5400
	восстановление			3300
	замена оборудования			570
2	Другие производственные объекты и сооружения			
2.1	Ремонтно-механические мастерские	30	1 кв.м общей площади, руб.	
	строительство			5700
	восстановление			3600
2.2	Котельная	2	1 кв.м общей площади, руб.	
	строительство			14400
	восстановление			10200
	замена оборудование			4200
2.3	Административное здание			
	строительство			4800
	восстановление	132	1 кв.м общей площади, руб.	3300

Продолжение Таблицы 7.2

№ п/п	Объекты	Количество объектов	Единица измерения	Восстановительная стоимость 1 ед., руб.
1	2	4	3	5
2.4	Прочие производственные здания строительство восстановление	180	1 кв.м общей площади, руб.	4800 2700
3	Коммуникации			
3.1	Автодороги магистральные межгородские восстановление		1 км, тыс.руб.	19500
3.2	Мосты автодорожные восстановление		1 км, тыс.руб	390
3.3	Кабельные магистральные линии	28	1 км, тыс.руб	270
3.4	восстановление		1 км, тыс.руб	23100
3.5	Автодороги городские восстановление		1 км, тыс.руб	3600
4	Объекты непроизводственного назначения городов и населенных пунктов			
4.1	Жилые дома (кирпичные и панельные) по этажности:		1 кв.м, руб.	6300-5400
	1-2 - строительство	1 613	1 кв.м, руб.	5100-3600
	восстановление	90 576	1 кв.м, руб.	5100-4500
	3-4 - строительство	210	1 кв.м, руб.	3150-2550
	восстановление	879		
4.2	Школа			3300-2700
	восстановление	167	1 кв.м, руб.	
4.3	Детский сад - ясли			3600-3000
	восстановление	85	1 кв.м, руб.	
4.4	Общежитие			4200-3600
	восстановление	21	1 кв.м, руб.	
4.5	Больницы			8900-7400
	восстановление	150	1 кв.м, руб.	
4.6	Спортивные сооружения			5900-2900
	восстановление	76	1 кв.м, руб.	
4.7	Восстановление стада при стоимости одной головы:	12	1 кв.м, руб.	6200-3600 150
	Мелко рогатых скотов	5 654 357	1 голова. руб.	50000
	крупно рогатых скотов	2 357 428	1 голова. Руб.	20000

Продолжение Таблицы 7.2

№ п/п	Объекты	Количество объектов	Единица измерения	Восстановительная стоимость 1 ед., руб.
1	2	4	3	5
5	Объекты сельского хозяйства			
5.1	Ферма крупного рогатого скота	1365	1 кв.м, руб.	3900
		156	1 кв.м, руб.	1800
5.2	строительство восстановление	1654	1 кв.м, руб.	2250
	Ферма овец и коз	215	1 кв.м, руб.	1050
5.3	строительство восстановление	235	1 кв.м, руб.	5400
	Хранилище зерна	17	1 кв.м, руб.	3050
5.4	строительство восстановление			
5.5	Восстановление сельских непроизводственных объектов:	31	1 кв.м общей площади, руб.	7800-6900
	жилые дома:	25		6750-6450
	одноэтажные 2-х - 3-х комнатные	35		6600-6150
	одноэтажные 4-х - 5-ти комнатные	18		6300-5700
6	Компенсации населению За разрушенный дом с постройками находящийся в собственности гражданина За гибель личного имущества	176 095	1 дом, тыс.руб. 1 семья, тыс.руб 1 человек, тыс.руб. 1 человек, тыс.руб.	2100-4500 900 3600 750
7	Затраты на аварийно- спасательные работы			
7.1	Уборка бурелома, разрушенных зданий и сооружений		1 куб.м, руб.	240-450
7.2	Восстановление линии электропередач		1 км, тыс.руб.	1600
7.3	Демонтаж линий		1 км, руб.	250
7.4	электропередач и кабеля		1 дерево, руб. 1 т, руб.	500

Продолжение Таблицы 7.2

№ п/п	Объекты	Количество объектов	Единица измерения	Восстановительная стоимость 1 ед., руб.
1	2	4	3	5
8.6	Эвакуация населения на новое место, затраты на его временное		1 час работы, руб. на 1 человека, руб.	45 8500
8.7	Приобретение инвентаря и стройматериалов		1 человек, руб.	
8.8	Медицинская помощь		1 день, руб.	1800
8.9	Прочие затраты и работы			1050
9	Косвенные ущербы включают: потерянную выгоду, загрязнение водных и земельных ресурсов, потери в смежных отраслях и предприятиях, оплата за период простоя цеха (предприятия), потери на транспорте (при невозможности их определения), потери налогов в бюджет		Коэффициент от прямого ущерба	0,02-0,05
10	Неучтенные ущербы (при невозможности их определения), включая социально экономический ущерб		Коэффициент от прямого ущерба	0,1-0,2
11	Потери готовой продукции и оборотных фондов при за топлении промышленных предприятий (цехов):		коэффициент от стоимости основных производственных фондов	0,004-0,006

По приблизительным подсчетам, при прорыве Сарезского озера финансовый ущерб для государства составит свыше 150 млрд. руб.

7.2 Определение ущерба водному объекту от загрязняющих веществ в случае прорыва дамбы Сарезского озера

В случае прорыва воды через тело Усойского завала (дамбы) Сарезского озера объем и масса загрязняющих веществ от предприятия,

промышленных объектов и транспорта попадут в водный объект. Будет нанесен экологический ущерб р. Пяндж, которая впадает в р. Аму-Дарья.

В Республике Таджикистан отсутствует методика определения размера ущерба водному объекту. Поэтому для расчета использована Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства" (далее Методика), утвержденная приказом Минприроды России от 13.04.2009 N 87 [54].

В соответствии с пунктом 13 Методик случаях загрязнения в результате аварий водных объектов органическими и неорганическими веществами, пестицидами и нефтепродуктами, исчисление размера вреда производится по формуле:

$$Y = K_{\text{вг}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{ин}} \times K_{\text{дл}} \times \sum_{i=1}^n H_i \quad (5)$$

где: Y - размер вреда, млн. руб.;

$K_{\text{вг}}$ - коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года.

$K_{\text{в}}$ - коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов

$K_{\text{ин}}$ - коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую экономического развития

$K_{\text{дл}}$ - коэффициент, учитывающий длительность негативного воздействия вредных (загрязняющих) веществ на водный объект при принятии мер по его ликвидации

H_i - такса для исчисления размера вреда при загрязнении в результате аварий водных объектов i -м вредным (загрязняющим) веществом определяется в зависимости от его массы.

Для целей настоящей работы определить объем всех загрязняющих веществ не представляется возможным, размер вреда был рассчитан только нефтепродуктам.

Расчет предполагаемого объема нефтепродуктов, которые попадут в водный объект представлен в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Населенные пункты и места содержащиеся углеводороды (от кишлака Барчадев до Московского района)

Районы	количество населенных пунктов	Места поражения зоны						
		Автотранспорт		АЗС		Промышленные предприятия, где имеются нефтепродукты		Общий объем, т
		количество	т	количество	т	количество	т	
Рушанский	35	1 750	70 000	40	120 000	2	6 000	196 000
Ванчский	7	350	14 500	10	30 000	1	3 000	47 500
Дарвозский	26	1 300	52 000	30	90 000	2	6 000	148 000
Шуробадский	3	150	6 000	5	15 000	-	-	21 000
Московский	8	400	16 000	10	3 000	1	3 000	22 000
Итог	79	3 950	158 500	95	258 000	6	18 000	434 500

Согласно расчетам в результате прорыва дамбы в р. Пяндж может попасть 434500 т нефтепродуктов.

Определение коэффициентов нефтепродукт представлено на таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Определение коэффициентов

$K_{вг}$	$K_{в}$	$K_{ин}$	$K_{дл}$
1,25	1,60	1,48	5

Согласно Методике при значениях массы больше 5000 т величина Н определяется по формуле:

$$H = 0,4 \text{ (млн. руб./т)} \times M = 0,4 \times 434500 = 173800 \text{ млн. руб.}$$

Таким образом, размер вреда, причиненного водным объектам составит 173,8 млрд. руб.

7.3 Исчисления размера вреда, причиненного почвам, в случае прорыва Сарезского озера

В зоне возможного загрязнения находятся сельхозугодия, которые составляют 40% территории. В связи с тем, что в настоящее время не представляется возможным прогнозировать количество всех загрязняющих веществ, которые попадут в почву, нами проведен расчет по нефтепродуктам.

Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (далее - Методика), утверждена приказом Минприроды России от 08.07.2010 N 238 "Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды". Она предназначена для исчисления в стоимостной форме размера вреда, нанесенного почвам в результате нарушения законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды, а также при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В случае прорыва воды через тело Усойского завала Сарезского озера объем и масса загрязняющих веществ от предприятия, промышленных объектов и транспорта попадут в почву.

В соответствии с пунктом 4 Методики ущерб, причиненный почвам, рассчитывается по формуле:

$$УЩ = УЩ_{загр} + УЩ_{отх} + УЩ_{порч} \text{ (6)}$$

Где: УЩ - размер вреда руб.;

УЩ_{загр} - размер вреда при загрязнении почв;

УЩ_{отх} - размер вреда в результате несанкционированного размещения отходов производства и потребления

УЩ_{порч} - размер вреда при порче почв в результате самовольного (незаконного) перекрытия поверхности почв.

Для целей настоящей работы определить объем всех загрязняющих веществ не представляется возможным, размер вреда был рассчитан только нефтепродуктам.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда при загрязнении почв осуществляется по формуле:

$$\text{УЩ}_{\text{загр}} = \text{СЗ} \times \text{S} \times \text{Kr} \times \text{K}_{\text{исх}} \times \text{Tx}, (7)$$

где:

УЩ_{загр} - размер вреда (руб.);

СЗ - степень загрязнения

S - площадь загрязненного участка (кв. м);

Kr - показатель в зависимости от глубины загрязнения или порчи почв,

Kисх - показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, на которой расположен загрязненный участок

Tx - такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды (руб./кв. м).

Коэффициенты и общий ущерб при загрязнении почв представлены в таблице 7.5

Таблица. 7.5 – Коэффициенты и общий ущерб при загрязнении почв

СЗ	S м ²	Kr	K _{исх}	Tx	УЩ _{загр} (руб.).
1,5	400000	1	1,9	600	1 710 000 000
Итого:					1 710 000 000

Согласно Методике при возможном прорыве Сарезского озера размер

вреда, причиненного сельхозугодиям от загрязнения нефтепродуктами составит 1,7 млрд. руб. на 400000 м² общей площади.

Суммарный эколого-экономический ущерб в результате прорыва дамбы Сарезкого озера составит 150,2 трлн. руб. или средний ущерб на 1 км² составит 0,15 трлн. руб.

Заключение

В настоявшее время уровень Сарезского озера достиг максимального уровня. Уровень фильтрации через тело завала увеличивается значительно, и это говорит о том, что в любое время может произойти прорыв Усойского завала. Фильтрация воды сквозь тело плотины является важнейшей гидрологической характеристикой, влияющей на режим Сарезского озера и устойчивость Усойского завала. Угрозу разрушения плотины несут:

- неконтролируемые процессы сосредоточенной фильтрации;
- перелив через гребень завала (может возникнуть в результате обрушения склонов и образования волны);
- величина и режим фильтрации влияют на интенсивность эрозионных процессов в каньоне.

В результате обвала бортов, схода правобережного оползня, за счет фильтрации через тело завала, на Сарезском озере могут образоваться волны высотой 100 - 250 метров, которые разрушат стену завала, превышающую на 50 метров существующий уровень воды.

Разрушение завала и формирование селевого потока приведет к загрязнению земель, расположенных ниже Бартангской долины, долины реки Пяндж и нанесет эколого-экономический ущерб в размере..... Площадь затопления при этом будет включать территорию Таджикистана, Афганистана, Узбекистана и Туркменистана с населением более 5 млн. чел.

Устойчивость ниши отрыва Усойского завала была определена с использованием программы «Программа расчета устойчивости земляных откосов по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения». При расчетной сейсмичности в балах $K_s = 7$ ниша отрыва Усойского завала является устойчивой, а при расчетной сейсмичности в балах $K_s = 9$ ниша отрыва считается неустойчивой.

Научно-обоснование предложения по снижению риска опасных природно-техногенных процессов состоит в том, что применение плавучих

насосных позволит снизить уровень воды в озере, что обеспечит снижение уровня и снижение риска прорыва озера Сарез.

Возможно обустройство 10 плавучих станций с производительностью 0,3 м³/с и напорностью 100 м.

Список литературы

1. Абдуллаев А.С., Абдуллаев О.М. История Сарезкого озера с 1990 по настоящее время // Агентство по реализации проекта решений проблем Сарезского озера. Информационный бюллетень № 1. - Душанбе, 2001 - С 5
2. Акулов В.В. Некоторые наблюдения над состоянием Сарезского озера в 1946 г. // Изв. ВГО. - 1948. - Т. 80. - Вып. 3. - С. 246-258.
3. Аслов С.М. Систематический контроль за стихийными явлениями природы и их учет при решении вопросов социально-экономического развития республики // Проблемы выживания и устойчивого развития Таджикистана. - Душанбе, 1996. - С. 170-175.
4. Аслов С.М. Мониторинг водных ресурсов - важная задача в решении проблем бассейна Аральского моря // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - 2001. - Т.1. - № 3. - С. 17-19.
5. Аслов С.М., Горелкин Н.Е. Многолетние изменения гидрометеорологического режима Сарезского озера // Агентство по реализации проекта решений проблем Сарезского озера. Информационный бюллетень №1 - Душанбе. - 2001. - с. 40-53.
6. Аслов С.М., Е.Н. Горелкин. Гидрометрический мониторинг Сарезкого озера. САНГИМ Ташкент 2002г. 221 с. 65-68.
7. Бабаев А.М. Международная региональная научная конференция "Проблемы озера Сарез и пути их решения, Душанбе, Таджикистан, 1997. С.154-162.
8. Гидротехнические сооружения. (Справочник проектировщика), Под общ.ред. В.П. Недриги., М., Стройиздат, 1983 с. 32-35.
9. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности. – М: Стандартинформ, 2014. – 23 с.
10. ГОСТ 12.1.012-2004 Вибрационная безопасность. Общие требования
11. ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования к безопасности

12. ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
13. ГОСТ 17.4.3.02-85 Правила производства земляных работ
14. ГОСТ 12.1.038-82 Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
15. ГОСТ 12.0.003-74* Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
16. ГОСТ 12.2.003-91 Оборудование производственное. Общие требования безопасности
17. ГОСТ 12.3.009-76 Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
18. ГОСТ 12.4.125-83 Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов. Классификация
19. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод
20. ГОСТ 12.1.030-81 Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление;
21. ГОСТ 12.4.026-76 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности;
22. К. Бозов. Ноксология. – Бишкек, 2014 : Изд-во Кыргызско - Российского Славянского университета -235 с.
23. К. Бозов. Ноксология. – Бишкек, 2014 : Изд-во Кыргызско - Российского Славянского университета -235 с.
24. Каталог-справочник. Насосы, - М.: Машгиз, 1959. С. 54.
25. Негматуллаев С.Х. Международная региональная научная конференция "Проблемы озера Сарез и пути их решения. - Душанбе, Таджикистан, 1997.- С 87
26. Назришоев Х.А. Проблемы Сарез и основные проблемы высокогорных завальных озер // - М.: Тез. Докл. Межд.науч. конф. «Молодые – наукам о земле». РГГРУ. 2010 г. 181-182.

27. Папырин Л.П. Оценка и прогноз оползневой опасности при освоении и застройке склонов//Оценка и управление природными рисками. М. 2003, т.1, с.216-220
28. Папырин Л.П. Технология решения задачи оценки природных рисков // Анализ и оценка природных рисков строительстве.М.:1997, с.83-85
29. Преображенский И.А. Усойский заваль. Геологический комитет. Материалы по общей и прикладной геологии. Вып.14. Петроградь.1920
30. Преснухин В.И. оползни Таджикистана//Душанбе: Дониш, 1967.с158
31. Пушкаренко В.П., Никитин А.М. Опыт регионального исследования состояния плотин горных озер Средней Азии и характер формирования прорывных селей. // Оползни и сели. 2-м: Центр международных проектов ГКНТ,1984. С. 17-32.
32. Пырченко В.А. Оценка уязвимости и ущерба. Реальная ситуация и пути решения. // Оценка и управление природными рисками. М.; 2000.с. 126-131.
33. Рагозин А.Л общие положения оценки и управления природным риском// М.: Геоэкология. №5,1999. с. 417-429.
34. Рагозин А.Л. Опыт оценки природных рисков для обоснования схем инженерной защиты прогноза // Анализ и оценка природных рисков в строительстве. М.:1997. С82-91.
35. Рагозин А.Л. Оценка и картографирование опасности и риска от природных и техно-природных процессов (методика и примеры).// Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях .М.: ВИНТИ, вып. 5.1993, с.4- 20.
36. Рагозин А.Л. Современные методы и проблемы количественной оценки и управления природными рисками. // Оценка и управление природными рисками. М.: 2003,т.1, с.350-354.
37. Рацек В.И. Еще к вопросу о Сарезском озере // Изв. Всесоюзн. геогр. об-ва, 1952. Т.84. вып. 4. с. 400-404.

38. Родионов Н.Е. Гидрогеология Усойского завала // Изв. Гос. русск. геогр. об-ва. 1931.
39. Селиванов Р.И., Андреев Р.И.К вопросу о колебаниях уровня Сарезкого озера и состояние Усойского завала. // Докл. АН. Тадж. ССР.1958.т.1. №1
40. СНиП II-53-73 "Плотины из грунтовых материалов"
41. СНиП II-7-81 "Строительство в сейсмических районах"
42. СНиП II-A.12-62 "Строительство в сейсмических районах"
43. СНиП 11-31-74. Водоснабжение. Нормы проектирования. - М., 1975.
44. Справочник. Асинхронные двигатели серии 4А - М.: Энергоиздат, 1982.
45. Справочник монтажника. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. Под ред. инж. А.К. Перешивкина. Изд.3-е, перераб. и доп. - М.: Стойиздат, 1982.
46. Справочник монтажника. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений. Под ред. инж. А.С. Москвитина. - М.: Стройиздат, 1979.
47. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий. Под ред. инж. И.А. Назарова. Изд.2-е, перераб. и доп. - М.: стройиздат, 1977.
48. Станкевич Б.В. По Памиру // Ежегодник Русск. горн, об-ва, т.10. СПб1914.с. 96-123.
49. Трофимов В.Т. Красилова Н.С. Инженерно-геологические карты// М.: Изд-во. КДУ.2007г.
50. Указания по расчету устойчивости земляных откосов, ВСН 04-71, Минэнерго СССР, "Энергия", 1971
51. Федоренко В.С. Горные оползни и обвалы их прогноз. М.: Изд-во МГУ.1988г.214 с
52. Федоренко В.С. Обвальнo-оползневые зоны и их связь с глубинными разломами и трансорогенными структурами // М.: Инж. Геол.1983, №2.с 3-14

53. Федоренко В.С., Деникаев Ш.Ш. Лим В.В. Основные инженерно-геологические аспекты проблемы Сарезкого озера // М.: Инж. Геол. 1981№3.
54. Флейшман С.М. Сели. – Л. Гидрометеиздат (2-е изд.),1978,312 с.
55. Флейшман С.М.Сели.- Л., Гидрометеиздат,1970.-352с.
56. Херхеулидзе И.И. Скорость течения и русловые характеристики селевых потоков // Труды ЗаКНИГМИ,1972, вып.40 (46), с, 134-180.
57. Хованский съемки Земли // Детальное сейсмическое районирование. М.: Наука, 1980. С. 48-53.
58. Хромовских В.С. Каменный дракон. // М.: Мысл1984.156 с
59. Хуан Я.Х. "Устойчивость земляных откосов", /Пер. с англ./, М., Стройиздат, 1988
60. Чедия О.К. Юг Средней Азии в новейшую эпоху горы образования Фрунзе,,: Илым, 1971. 321 с,
61. Чедия О.К. Лоскутов В. В., Палеогеография Памира и сопредельных стран в плиоцен- четвертичное время // Четвертичный период и его история, М.:1965
62. Ш. Р. Бобокбаев Экологический риск прорыва озеро Сарез // Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты: VII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М. К. Коровина. – Томск, ТПУ, 2015.- 611 с.
63. Шадунц К.Ш. Оценка при расчете устойчивости рисков в строительстве. М.:1997, С. 87-88
64. Швольман В. А., Меловые и палеогеновые отложения Юго-Восточного Памира и их положение в современной структуре // М.: Бюл. Московского общества испытателей природы. Отд. Геол. 1973,т.48,вып.1
65. Шеко А.И Закономерности формирования и прогноз селей. М.: Недра 1980 г.

66. Шеко А.И. Оценка риска экзогенных геологических процессов с учетом техногенных факторов. // Оценка управление природными рисками. М.: 2003, т.1, с. 355-360.
67. Шеко А.И., Круподёров В.С. Оценка опасности и риска экзогенных геологических процессов. // Геоэкология. 1994 №3. с. 11- 21.
68. Шойгу С.К. Боров В.Р. Теоретические предпосылки оценка опасности территорий и рисков чрезвычайных ситуаций. // Анализ и оценка природных рисков в строительстве. М.. 1997 с. 155.
69. Шпилько Г.А. Землетрясение 1911года на Памире и его последствия // Изв. Русск.геогр.об-ва,1915. Т XI. с 60-62
70. Шпилько Г.А Новая сведения об Усойскомь завала и Сарезкомь озера // Изв.Турк. Отд. И.Р.Г.О.,т.11, В.2, ч. 2, 60-62, 1914
71. Шевелев Ф.А. таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных труб. - М.: Стройиздат, 1973.
72. Юдин Г.А. На Кударе и Бартанге // Тадж. Компл. Экспедиция. Л.: Недра, 1933. с 233-243.
73. Яблоков А.А. Характеристика гидрологического режима и климатических особенностей района Сарезкого озера: [Электронный ресурс]. Режим доступа- <http://www.sarez.ij/ doe/ru/3/index. Shtml?gh01>
74. Ярг Л.А. Методы инженерно- геологических исследований процесса и коры выветривания. М, Недра,1991, 139 с.

Приложение А

Раздел 8

Geocological assessment of the state of the natural environment within the Sarez Lake

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Бобокбаев Шамирбек Рискулович		

Консультант-лингвист кафедры ИЯПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеевко И.А.	Доктор филологических наук, доцент		

8 Geocological assessment of the natural environment within Sarez Lake

8.1 Physical and geographical characteristics of the basin of Lake Sarez

The lake was formed on February 18, 1911 as a result of 9 magnitude earthquake that caused the collapse of the grand, blocked the river valley.

The hydrological regime of the reservoir has not stabilized up to nowadays. The water line continues to raise, filtrational characteristics of a dam change, in benthonic layers of a reservoir the water mineralization increases. In the lake area, there is a real risk of new large landslides, landslides [2].

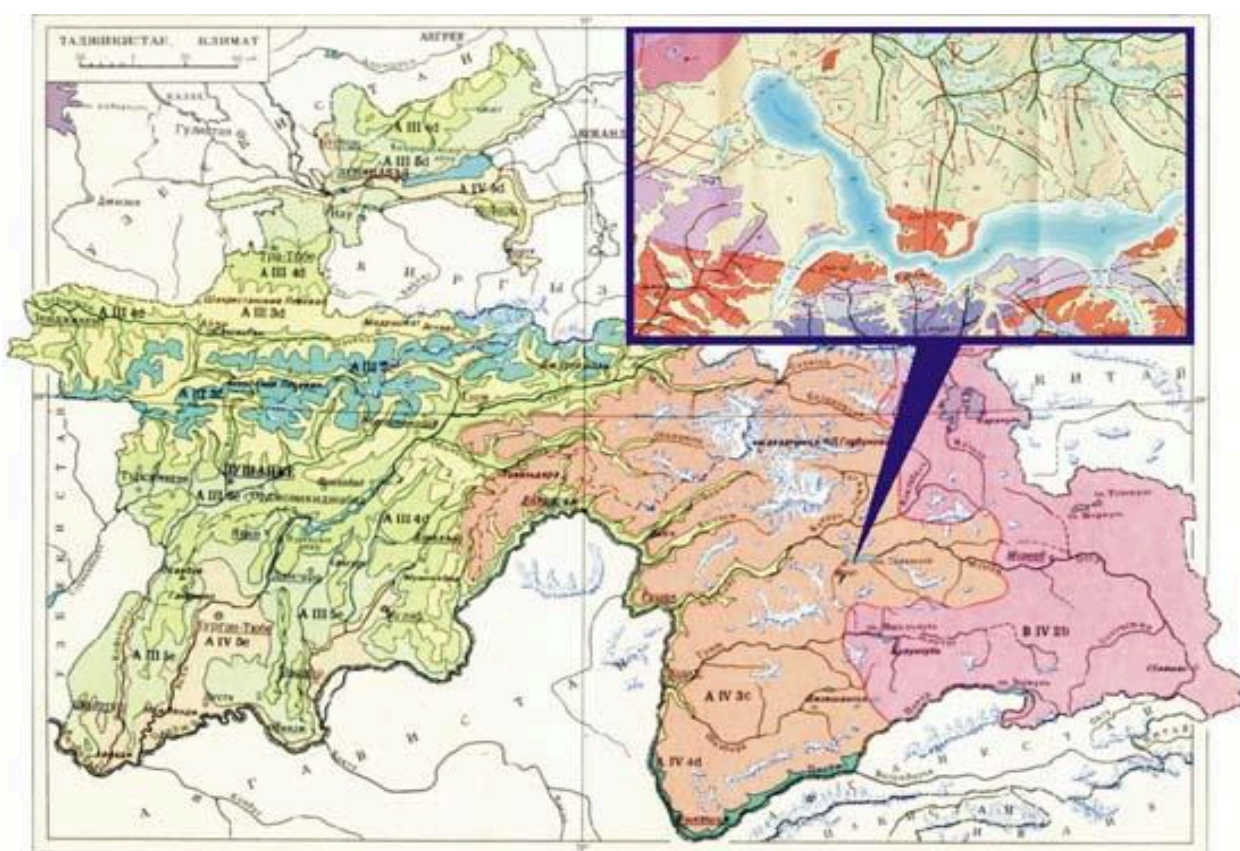


Fig. 8.1 – Lake Sarez on the map of the Republic of Tajikistan [1]

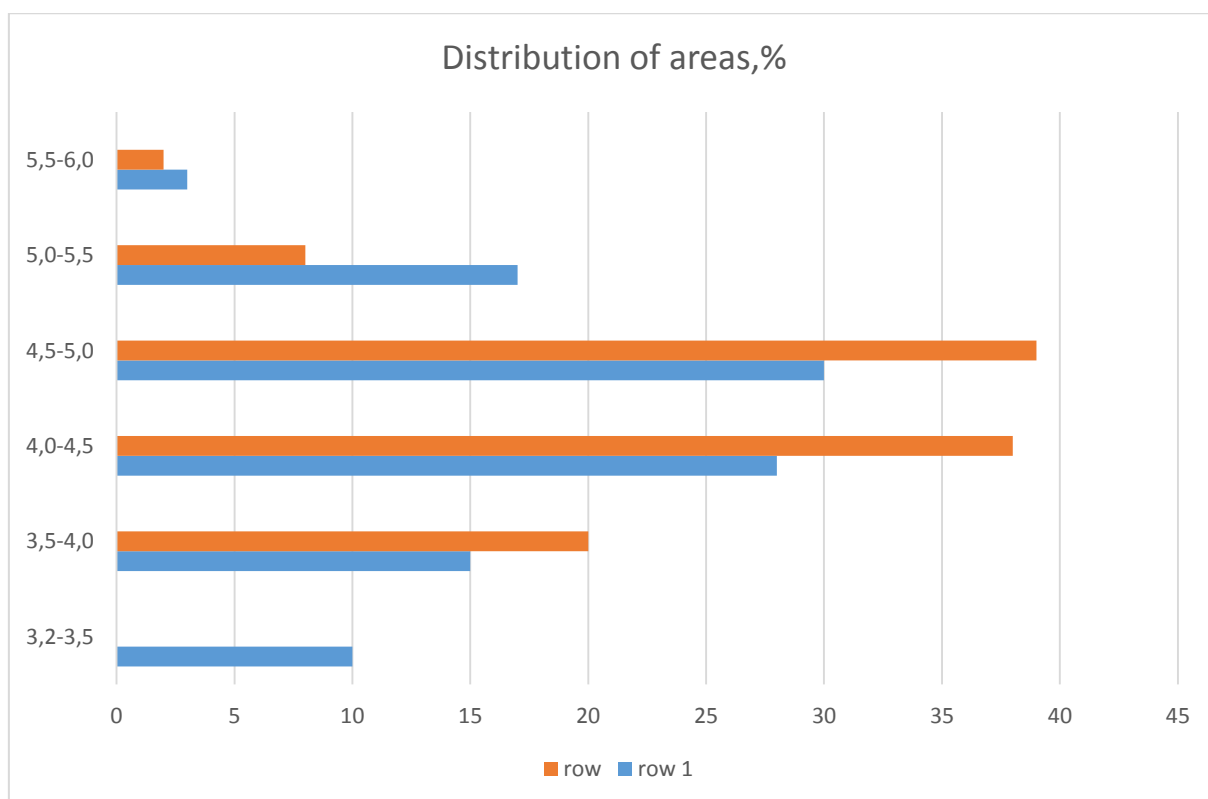
Relief. Sarez Lake, one of the largest lagging lakes in Tajikistan and the whole of Central Asia, is located in the center of the Pamir mountain system in the basin of the River Murgab. The drainage basin of 18344 km² occupies the southeastern Pamir region (37 ° 15 ' - 38 ° 30' N and 72 ° 35 ' - 75 ° 10' E) with absolute heights of 3700-6200 m. Most of the basin (62.5%) belongs to the East Pamir physical and geographical area. Main water partite ridges: Sarykol, Vakhan

with southeast ridges, North Alichursky and Muzkolsky. The average heights of these ridges, respectively, 4930, 5060, 5030 and 5300 m above sea level. Part of the basin, adjacent to the lake, refers to the West Pamir physical and geographical zone [3]. In this region, the basin has a practically latitudinal strike between the Muzkol and the North Alichur ranges (an average height of 5150 m).

Exceeding the ridges above the bottom of the valleys is 800-1500 m. The main forms of the basin relief are associated with the glacial accumulation of the Quaternary: glaciation and the relief-forming activity of the cryogenic zones. Permafrost is almost everywhere. In the drainless depressions there are brackish lakes.

Moving towards the west, with the transition to the West-Pamir zone, there is the valley of the river. Murgab gradually narrows, in the relief water-erosion forms begin to prevail, the amplitude of erosion cuts increases. The slopes of the valley become steeper, at the same time the absolute heights of the ridges increase. The excess of ridges above the bottom of the valley reaches 1500-2000 m. The main area of the basin is located at altitudes of 3660-4500 m [1].

The distribution of areas between the high-altitude zones of the Eastern and Western Pamirs within the Sarez lake basin is shown in Figure 8.2.



Row 1. The Western Pamir; Row 2 - Eastern Pamir

Fig. 8.2 - Distribution of areas between the high-altitude zones of the Eastern and Western Pamirs within the basin of the Sarez Lake

Climate. The thermal regime is determined by the regime of the free atmosphere and the radiative regime of the underlying surfaces. The basin of the River Murgab is characterized by sharply continental climate with high contrast of annual and daily air temperature amplitudes. The average annual air temperatures in the basin range from -5° to -7° C. In the glacial region of the basin of the river. Murgab minimum air temperature can be observed below -40° C, and a maximum - above $+25^{\circ}$ C. The amplitude of daily fluctuations reaches $12-18^{\circ}$ C in summer.

Global warming of the climate is also evident in the Pamirs. Thus, according to the results of the data processed at the meteorological station Murgab, a positive annual trend of summer temperatures is of 0.002° C [4].

The distribution of atmospheric precipitation in Sarez lake basin is extremely uneven:

- East Pamir - characterized by a small amount of precipitation (70-120 mm / year), falling mainly in the summer.
- Western Pamir is characterized by an increase in atmospheric precipitation (up to 300 mm / year) and a shift in the maximum of atmospheric precipitation during the cold period.

Both zones are characterized by an increase in precipitation gradients with altitude [5].

The long-term regime of atmospheric precipitation is subject to cyclic fluctuations, which are not always synchronous in the Eastern and Western Pamirs. They are shown in Figure 8.3.

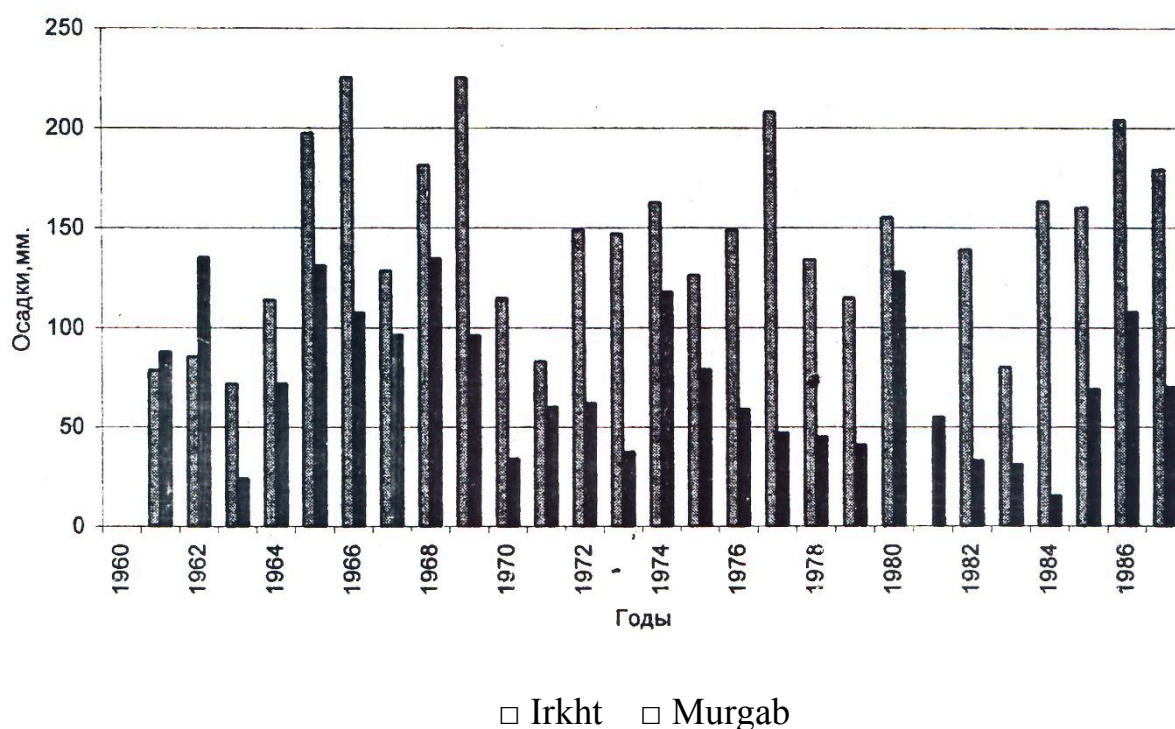


Fig. 8.3 - Long-term regime of atmospheric precipitation

Hydrography. Climatic features of the Eastern and Western Pamirs are also evident in the structure of the hydrographic network of the basin. The main elements of the hydrographic network are rivers, lakes, and glaciers. At the same time, a big role in the formation of the hydrographic network of the upper and middle reaches of the River Murgab belongs also to springs and swampy floodplain sites with its leveled relief and climate of high-mountain deserts [6].

Glaciers. As of 1980, 942 glaciers with a total area of 450 km² were located in the basin of Lake Sarez with a volume of water in them 19.8 km³. The average height of the border of the River Murgab basin is defined as 5080 m. The current glaciation of the basin is represented mainly by glaciers of small forms. The average glacier has the area of 0,48 km² and the weighted-mean mark of the lower bound of a glacier of 4740 m. The glaciers of the valley type predominate in number and in area occupied by them. The main area of glaciation falls on the western part of the lake basin. In accordance with the main centers of glaciation, 8 zones are distinguished in the basin of Sarez Lake, classified according to the regularities in the formation of glacial runoff. In the basin there are only 8 glaciers, with an area of more than 5 km², which are located in the upper reaches of the left tributaries of Lake Sarez, including Langar, Kattamardzhanai, Adzhilga. The height of the boundary in this region passes at the mark of 5050 m, and the lower boundary of the glaciers descends to the mark of 3940 m. The largest area of glaciers is confined to heights of 5000-5200 m [7].

As is known, the glaciation of the Pamir-Alai shrinks has been taken place at least since the beginning of the 20th century. A quantitative confirmation of this is the comparison of the catalog of glaciers compiled from the aerial photographs of 1957 and the data on glaciation obtained from satellite imagery from manned orbital stations of 1980.

According to A.S. Schetinnikov total glaciations, within 1957-1980 freezing of Gissar-Alai decreased from 2,183.5 to 1,841.9 km² or by 15%.

The glaciations of the Pamirs was reduced by 10% - from 7361 to 6588 km², while the glaciation of the basin of the River Murgab decreased by 17.8%.

Information on the regime of glaciers of adjacent basins, on which long-term observations were conducted, allows us to state that the process of reducing glaciation in the region continues up to now.

This circumstance requires a new assessment of glaciations in Sarez lake basin and monitoring its changes, which is especially important for the basin, where more than 50% of its runoff is formed by the melting of glaciers [8].

Rivers. The main river of the basin is the Murgab that flows from the Chakmokin lakes located on the territory of Afghanistan.

The length of the main river network and the side tributaries is 4888 km (with a catchment area of 12166 km²).

When moving from the Eastern Pamirs to the West, the specific length of the channel network gradually increases. The length of the channel network of the site of the city of Murghab - pos. Barchadiv is estimated at 1,0743 km with a catchment area of 6,200 km². In addition to the River Murgab, in Sarez Lake there are 16 permanent streams and more than 20 temporary rivers. The river basin runoff is increasing from east to west from 1.62 l / s km² in the basin of the River Aksu to 2.67 l / s-km² for rivers that flow directly into the lake. According to V.L. Shul'tsa, the rivers of Sarez Lake basin belong to the rivers of glacial-snow type.

The density of the observational hydrological network is 1 post per 4000 km², which is below the average for the mountainous areas of the Aral Sea basin.

Small lakes. In the basin of Lake Sarez, 30 lakes with a total area of 11 km² (excluding Sarez), are located on the maps mainly on the right tributaries that directly flow into the lake. The second large group of lakes is confined to the upper reaches of the River Oxus (this is the name for the upper course of the Murgab River before the confluence of the Akbaytal river).

Most lakes are located at altitudes of 4200-5000 m. Special surveys of these lakes have not been conducted to assess the stability of their dams and breakthrough. The instability of dams, even some of them, can cause additional destabilization of the hydrometeorological condition in the basin, which requires the organization of special observations [10].

8.2 Morphometry and morphology of Lake Sarez

In general terms, the basin of Sarezsky Lake repeats the flooded valley of the river. Murgab. According to the results of measurements carried out by the hydrometeorological service of Tajikistan, the length of the lake at a mark of 3263 m is 55.8 km, the average width is 1.44 km, the water surface area is 79.64 km²,

the volume is 16.07 km³. The area of greatest depth is confined to the adjacent part of the water area and the maximum of the measured, according to GA. Kernosov, is 499.6 m at the time of the measurements. The area of the lake at depths over 400 m is 5 km² [11].

The dependence of the volume of Sarez Lake on the water level is shown in Figure 8.4.

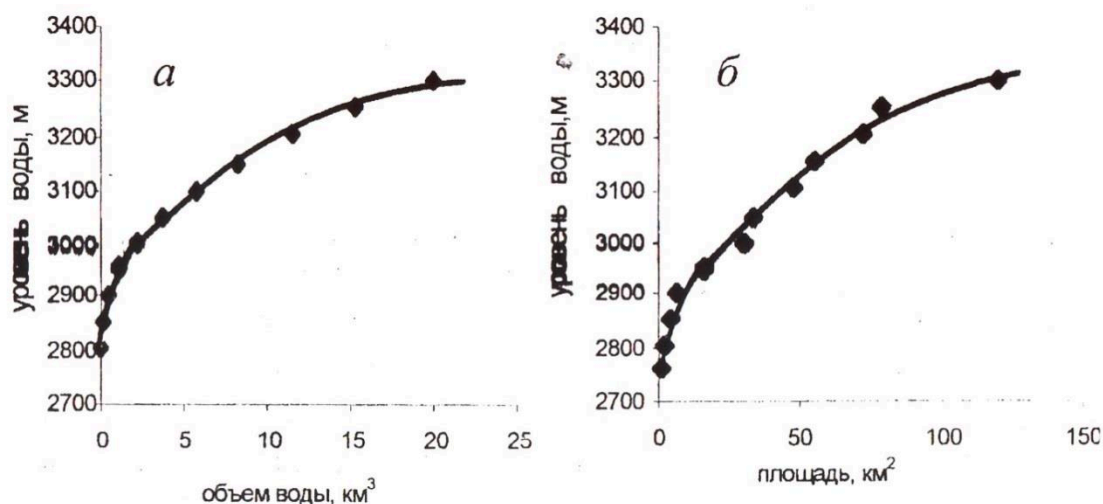


Fig. 8.4 - Dependence of volume; (A) and the area (b) of Lake Sarez from the water level

The depths of more than 200 m are located below the confluence of the tributary of the Vattasaif. The lake area with depths up to 100 m is estimated at 58.4 km².

Idiosyncrasy of a hollow is existence of an underwater embankment, the over 100 m high and 1400 m long, partitioned-off the valley Murghab River is 10 km higher than the main dam [12].

The longitudinal profile of the Bartang River in the Sarez lake basin is shown in Figure 8.5.

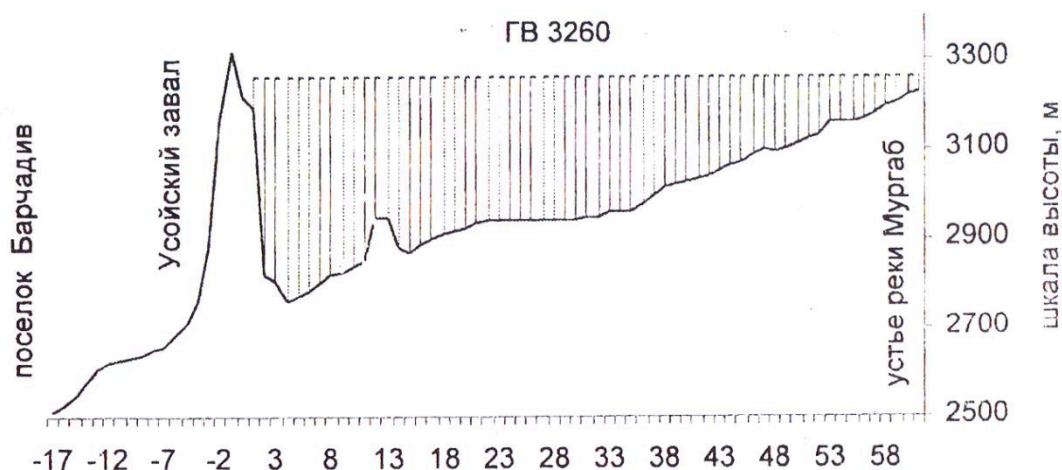


Fig. 8.5 - Longitudinal profile of the Bartang River in the Sarez lake basin

Underwater ridge affects the internal water exchange and formation of some features of the lake hydrochemical regime. Siltation, reformation of the banks, slope collapses has led to changes in the microforms of the lake basin. A large influence on the stability of slopes collapse is caused by frequent earthquakes in this area [7].

Since the last measurements of the lake, 20 years have passed, therefore, it is advisable to carry out refining work by attracting modern topographic data and materials of cosmo-photography. Serious attention, in our opinion, should be paid to detailing the underwater terrain in the areas of possible formation of large landslides, as well as determining the cone volume of removal of debris flows, especially in the dam zone.

Morphometric characteristics of lake Sarez are presented in Table 8.1.

Table 8.1 - Morphometric characteristics of lake Sarez

Elements	The values
Length of the lake	60 km
Absolute altitude above sea level	3263 m
Maximum width of the lake	3,3 m
Average Width	1,4 m
Maximum depth	499,6 m
Average depth	201,8 m
Perimeter of the shores of the lake	161,9 km
The surface area of the lake	70,64 km ²

Elements	The values
Inflow amount	47,1 m ³ /s = 1487 km ³ /year
The amount of runoff	47,7 m ³ /s = 1505 km ³ /year
Start of filtering	1914 year
Achieving the maximum level	2015 year 3266,91m
Evaporation from the surface of the lake	2,1 m ³ /s = 67,6 km ³ /year
Maximum increase in the level	20 cm/ year
Maximum water volume	16,874 km ³

9.3 Geological and tectonic structure of the Sarez Lake basin

9.3.1 Geological and tectonic structure

Sarez lake is located in the central part of the Pamir between the tectonically convergent territories of the Central and South-Eastern Pamirs. The northern shore of the entire bank is Muzkol Range, belonging to the Central Pamir, the southern coast within the greater part of it forms the North Alichur or Bazardarin Range belonging to the South-East Pamir. Under the waters of the lake a narrow discontinuous strip of Rushan-Pshart Pamir is hidden. All three territories are delineated by the largest faults, traced in the sublatitudinal direction with a convex northward across the Pamir. Each of the territories has a peculiar structure, sharply different from the neighboring one. This determines the peculiarity of the geological and tectonic structure of the Sarez Lake basin [12].

Within Lake Sarez the Muzkol Range is composed mainly of intensely dislocated and dark-colored sandstone-shale-siltstone rocks (2000 m) of conventionally Carboniferous age, severely eroded by the granites. In the drive-separate part of the ridge, the thickness is sharply discordantly blocked by low-carbon (200-300 m) carbonate deposits of Permo-Triassic age [13].

The North Alichur (Bazardara) ridge is more uneven in structure. The lower part of its stratigraphic column is a dark-colored sandy-shale-siltstone strata (2000 m) of rocks of Carboniferous-Early Permian age. A low-thick (150-200 m) carbonate-siliceous series of rocks of the Late Permian-Triassic age, according to

the overlapping dark-colored sandy-shale-siltstone (1000-1500 m) rocks of the Late Triassic (Sredneniy skoretic) age, is found above. All three series of rocks are conformably crumpled into complex isoclinal folds. On their eroded surface, there are the carbonate deposits of the Early Middle Jurassic age (800-1000 m), broken by large granite masses [14].

Unfortunately, very important information for understanding the features of the geological and tectonic structure of the Sarez Lake basin, enclosed in a narrow discontinuous strip of the Rushan-Pshart Pamir, is hidden under the lake waters and is not available for research and analysis. But it can be obtained by studying eastern Sarez: The tract Chat-tukoy and the Pshart Ridge. The main feature of the eastern Sarez and in the whole of the entire Rushan-Pshart Pamir territory is its abundance in addition to the thick terrigenous and carbonate-siliceous deposits of volcanic origin, which are completely absent from the adjacent territories of the Central and South-Eastern Pamirs. This indicates a high permeability of its territory during the sedimentation and subsequent orogenic history, which follows from the abundance of not only the main volcanic, but also granitoid massifs, as a rule, narrow, sub-latitudinal strike within its boundaries [15].

Fragments play an exceptionally important role in the geological structure of the Sarez lake basin. From the west, faults approaching from the north-west and south-east of the Rushan Range come here, forming the Rushan and Shtam Rifts, respectively. From the east, faults bordering from the south and north are suitable. The Pshart Ridge is, respectively, the North-Murgabian and North Pshart faults. It is the large border faults and the smaller faults that cut them that cut the entire Sarez territory into separate large and small plates, blocks and lenses, weakened their connections and made possible the separation and landslide of some of them under the action of earthquakes, especially strong ones. The result of this earthquake in February 1911 was just the grandiose landslide of a cliff separated by a fault that blocked the valley of the Murgab River in the vicinity of the village of Usoy and gave rise to the formation of Lake Sarez [15].

8.3.2 Seismic conditions of the region of the Sarez Lake

On February 18, 1911 in the territory of Pamir there was an earthquake of 9 points in intensity on a MOSCOW TIME scale ($t=18$ of h 41 min. 14 sec., $f=38.2$ os.sh., $l=72.8$ ov.d., $H=26$ km, $M=7.4$, $I=9$) [16].

Pamir is one of regions of the Himalaya mountain forming a belt which is presented not only in the complex geological structure, but also in its extremely high seismic activity, neotectonics, and numerous fissile landslides.

As shown in Fig. 1.6, the main breaks of the region are characterized by the rock shifts stretching from the East to the west, along with the main horizontal shifts located on the parties. This system of breaks testifies the intensive horizontal compression caused by collision of the Euroasian and Indian plates. It proves high seismicity.

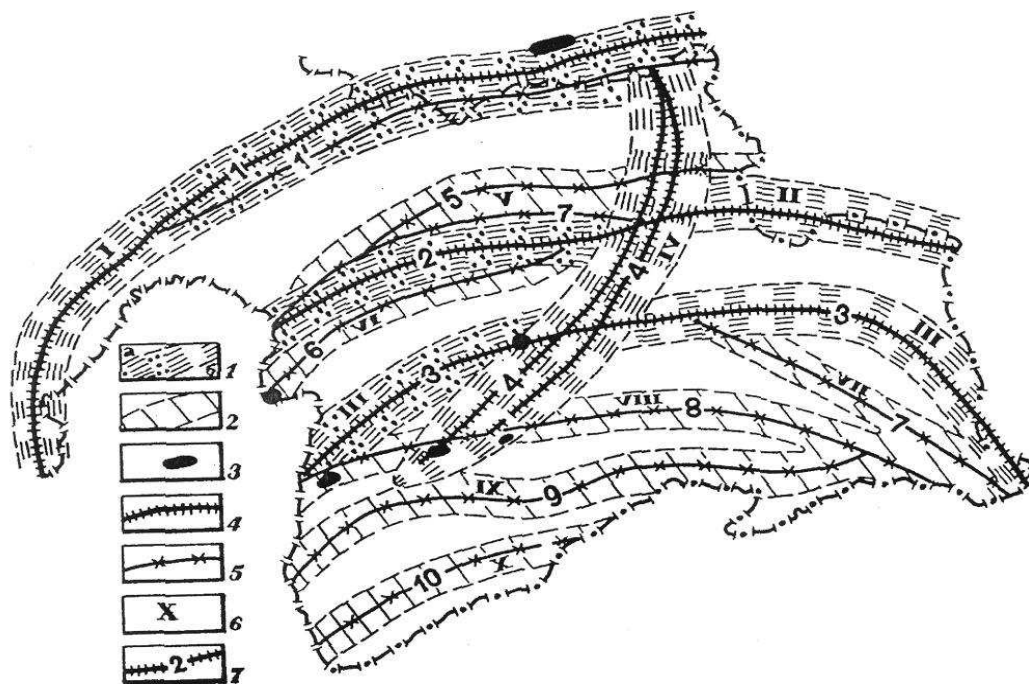


Fig. 8.6 – The scheme of Seismic zones of Pamir according to geological data
1-2 - seismogenic zones; 1 - category 1; A, b - areas of the zone with (a) significant
and (b) insignificant

Tectonic movements in seismogenic faults; Category II; 3. Seismic gravity formation; 4-5 - faults of category one (4) and category two (5); 6-7 - number of seismogenic zones (6) and faults (7)

The earthquake destroyed the vast Pamir region and the north of Afghanistan. In the area of Usoy village, the earthquake from an altitude of about 4,500 m above the sea level to the Murghab River valley formed a huge landslide-collapse of more than 2 billion square meters, which blocked the valley of the river and destroyed Usoy village. A giant dam was formed, called Usoysky blockage, and a lake, called Sarezsky, named after a flooded large kishlak appeared.

The problem associated with Lake Sarez is the assessment of the Usoy overlap and, as a consequence, the possibility of the dam breaking through the lake. The greatest impact on the change in hydrodynamic conditions, in particular, the emergence of a large wave that can overtake the dam of Lake Sarez, can cause landslide processes, especially intensively developed along the right bank. The main factor that can cause the emergence of large landslides and landslides, may be a strong earthquake. Therefore, the assessment of the seismic hazard of the Lake Sarez region is one of the main issues in solving the safety problem of Sarez Lake [15].

The main geological structures of the Sarez lake basin are expressed in the form of anticlinoria and synclinoria. The largest structure is the Muzkol (Sarez) anticlinorium, whose axis is traced near the watershed of the Muzkol Ridge.

The newest structure of the Muzkol aquatic uplift is broken by a series of steeply dipping discontinuities of sub latitudinal and submeridional strike. Nonstructural neoplasms are also transverse transorogenic new structures, expressed in the region of Zulumart-Kyzyltangsky Lake by a transverse uplift.

The intersection of the sublatitudinal and submeridional faults of the Sarez Lake region is a very important feature of its new structural situation, which determines the crustal crust and, probably, significant contrast, and the overall high level of the tectonic stress field, which is associated with its high seismicity.

Perhaps the very high seismicity of the site is due to the fact that the Hindu Kush zone of subcrustal earthquakes approaches it from the southwest. Numerous traces of ancient earthquakes (seismic dislocations) recorded on its sides also testify to the high seismicity of the Sarez Lake region.

The presence of seismic dislocations indicates that earthquakes of high intensity in the area of Lake Sarez occurred during the whole Quaternary period. Based on identification of the most important tectonic disturbances in the complex geological-geographic and seismological data for the territory of Tajikistan, the main seismogenerating zones were determined that are located along the lines of specific faults and are commensurable with the power of strong earthquakes.

The area of Lake Sarez is located at the intersection of two large seism generating zones: Bartang-Pshart and Sarez-Zulumart. The current course of earthquake occurrence gives some idea of the scheme of earthquake epicenters with $M > 3$, registered by the seismological service of Tajikistan for the period from 1955 to 1990. In addition to the crustal earthquakes occurring, as a rule, at depths of up to 70 km, the Pamir-Hindu Kush zone of deep-focus earthquakes with a depth of foci of up to 300 km is clearly distinguished. The main mass of earthquakes in the Pamir territory occurs precisely in this zone [17].

Thus, it can be stated that the area of Lake Sarez is seismically dangerous with the probability of a strong earthquake $M > 7$ with a period of recurrence of 80-130 years. In the event of a severe earthquake, large landslides and landslides are likely to occur from the starboard side of Lake Sarez, which may lead to the change in the hydrodynamic balance of the lake and, as a consequence, to the disruption of the Usoy overlap. In order to further clarify the seismic hazard of the Sarez Lake region, it is necessary to conduct a whole range of seismological activities. The first and most important link in this is the estimation of the probability of occurrence of seismic influences of a certain force on a given area during a given time interval.

Studies in this area are based on a comprehensive study of the structure of the earth's crust and the entire lithosphere, modern geodynamics, seismotectonics, regional seismicity

8.4 The peculiarity of the hydrometeorological regime of the Sarez Lake and the main directions for the development of hydrometeorological monitoring

The Pamir rivers are characterized by a different hydrological regime, which mainly depends on temperature. In winter, the discharge decreases, and floods occur in the spring and early summer, when the snow melts.

Because of the huge surface of Sarez Lake, during the summer, the flood transformation has a serious impact on the hydrological regime. Thus, the ratio between the lowest and the highest average flow rate of the Murgab River in the area of the Murgab hydrological station is 6.5, while it is only 1.4 in the area of the gauging station in Barchadiv located in the lower reaches of Lake Sarez. The regime of the Murgab River is not directly connected with the melting of snow; Rather, it is associated with the level of Lake Sarez.

The advantages of this fact are:

- In winter, Lake of Sarez provides a steady flow to the Bartang Valley, which does not suffer from a shortage of water;
- in summer, Lake of Sarez reduces the level of floods and minimizes negative consequences in the lower reaches of the valley;
- otherwise, the population of the lower valley would have been subjected to much more severe flooding in the last 90 years.

The assessment of the hydrological conditions of Sarez Lake is based on data from the hydrological posts of Shujan, Barkadiv, Irkht and Murgab, set up in (Figure 8.7 and Table 8.2).

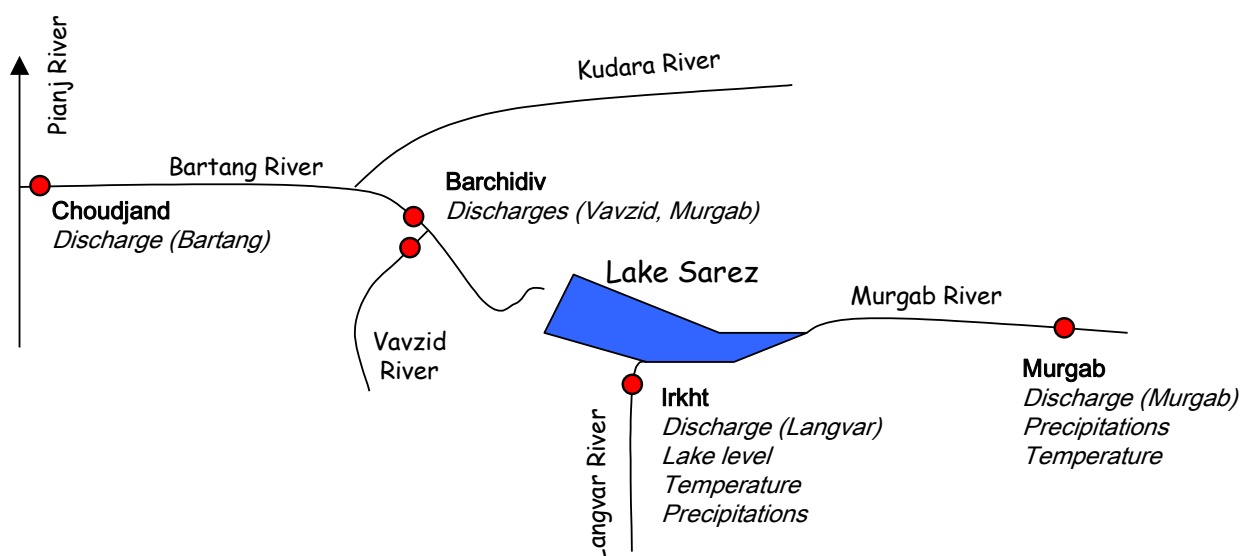


Fig. 8.7 – Location of the gauging and meteorological stations

Table 8.4 – Characteristics of gauging stations in the area of Lake Sarez

Station	Rivers	Location:	Data
Shujan	Bartang	The upper tributary of the Pyanj river - ~ 2000 m	Monthly, 1940 – 1994
Burchadiv	Murgab	The lower tributary of the Wawzid river – 2500 m	Daily, 1940 - 1994
	Wawzid	The upper tributary of the Murgab river – 2500 m	Daily, 1960 - 1992
Irkht	Langvar	Right in front of Lake Sarez 3275 m	Daily, 1941 - 1992
Murgab	Murgab	180 Km above Lake Sarez – 3600 m	Daily, 1938 - 1992

The table shows the average values, as well as the first and last decile for each post.

Table 8.3 – Average flow of measured rivers (m³ / s)

Station	Rivers	The first decile	Average	The last decile
Shujan	Bartang	63	132,4	300
Burchadiv	Murgab	40,5	46,5	55,0
	Wawzid	0,3	1,2	3,6

Irkht	Langvar	1,0	3,8	10,9
Murgab	Murgab	6,5	16,1	43,3

Deciles are calculated on the basis of daily data, except for the Bartang River in Shujan. Monthly data are used here

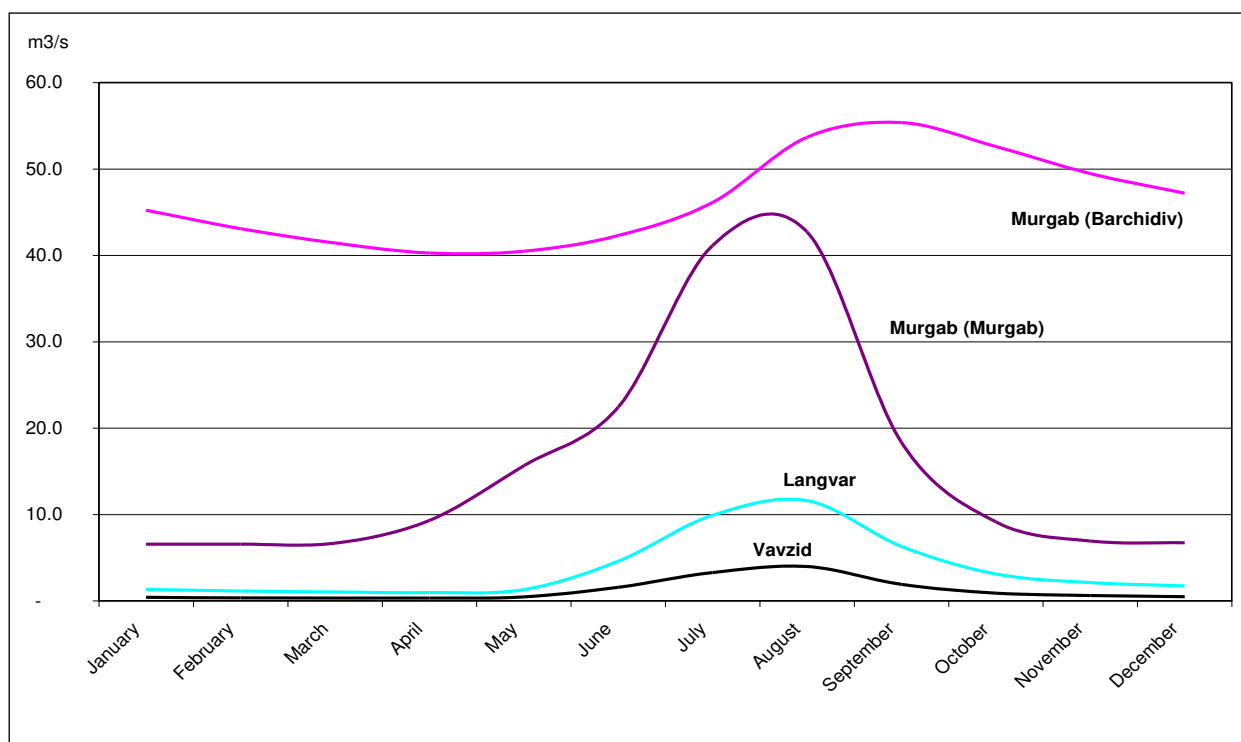


Fig. 8.8 – Average monthly flow of the rivers Wawzid, Langvar and Murgab (m³ / s)

Fig. 1.8 shows the average hydrological schedule of these rivers, typical for the rivers feeding mainly on the melting of snow, with a high level of discharge in spring and summer and low winter. However, by the end of summer Murgab reduces its level due to the delay in water by Lake Sarez.

Surface flow. The long-term average surface influx into Lake Sarez is estimated at 1.48 km³. The main volume of surface waters forming in the territory of the Eastern Pamirs is taken into account by the Murgab hydrometric station located 80 km above the confluence of the lake.

The rivers of Sarez Lake basin belong to the glacial-snow type. The maximum monthly flow of the River Murgab falls in July-August and accounts for

24.5% of annual flow. The runoff regime and its intra-annual distribution vary considerably depending on the water content of the years.

The expeditionary observations of 1982-1986 recorded a series of mudflows in the small watersheds of the Sarez lake basin, with the greatest frequency in the dam region. It should be noted that mudflow activity is vividly manifested in the Western Pamirs, and this must be taken into account when developing a system for monitoring the runoff of rivers.

The flow from the area of 5590 km², in which more than 35 rivers are formed, has been determined only by calculation, and the average conditions of 1950-1985 were 28 m³ / s [17].

Daily water charges for the years. Langar- and Bartang estuaries are represented in Figures 8.9 - 8.10.

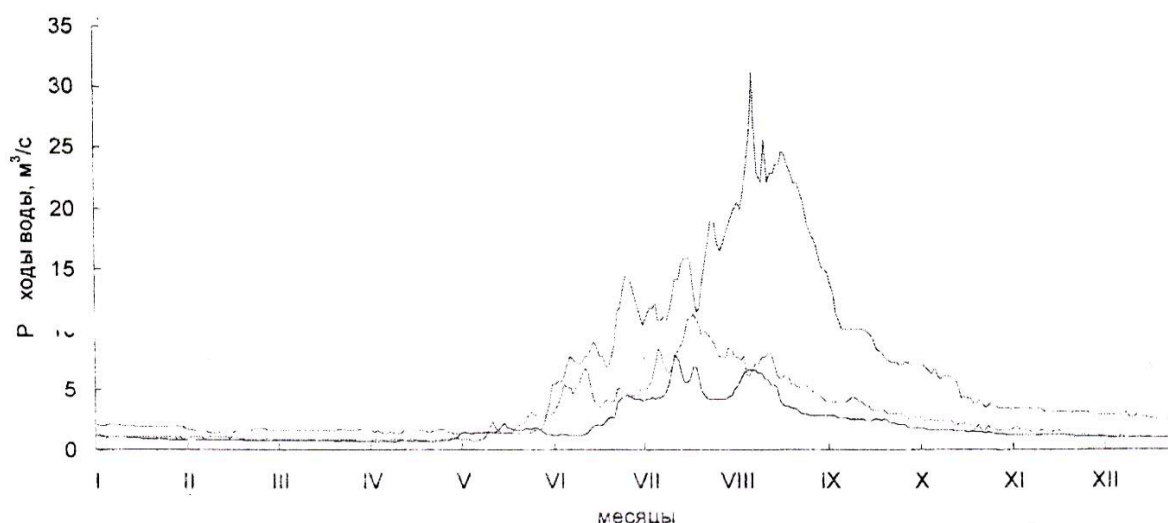


Fig. 8.9 - Daily water flow of the river Langar 1981 (low-water), 1965 (medium), 1984 (high-water) [5]

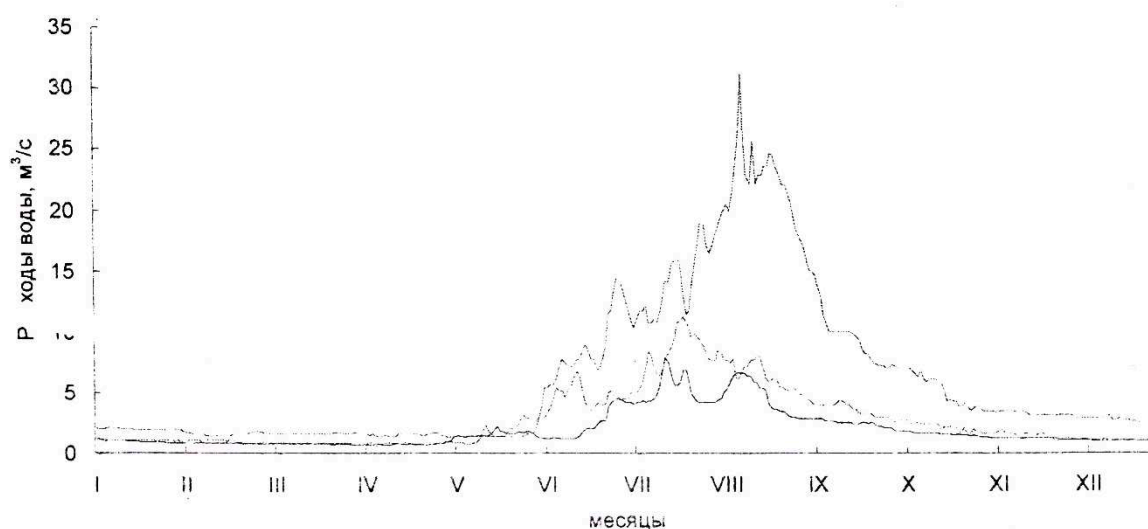


Fig.8.10 - Daily water flow of the river. Bartang (Murgab) for years of different water content 1972 (low water), 1979 (medium), 1984 (high water) [5]

The turbidity of the rivers and the flow of suspended sediments into Lake Sarez have not been sufficiently studied. Dimensions of suspended particles during the mudflows on small sagas flowing into the lake significantly exceed these values and can cause density flows in the lake.

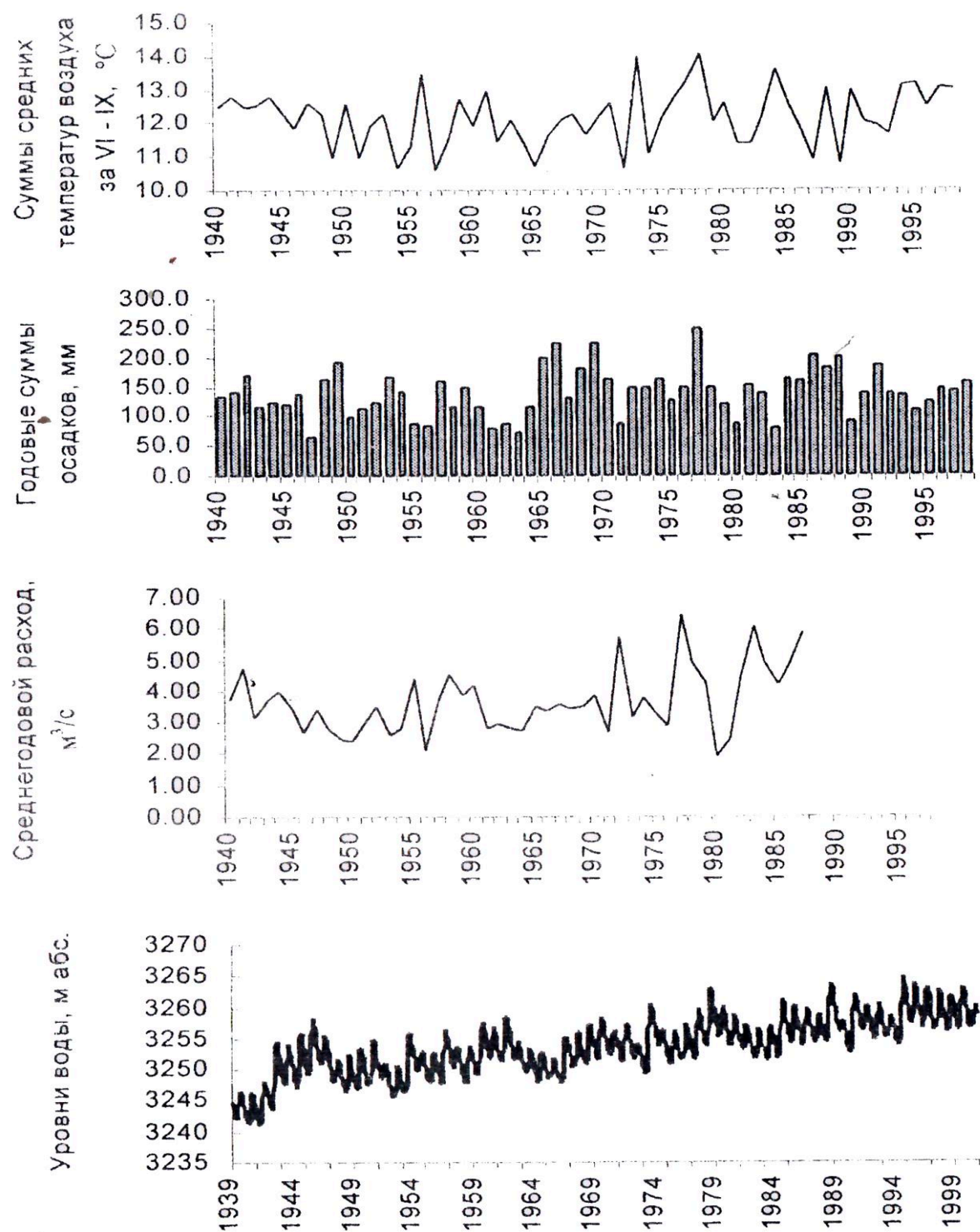


Fig. 8.11 - Long-term changes in hydrometeorological characteristics of the Sarez Lake basin (by the example of the Murgab River) [11]

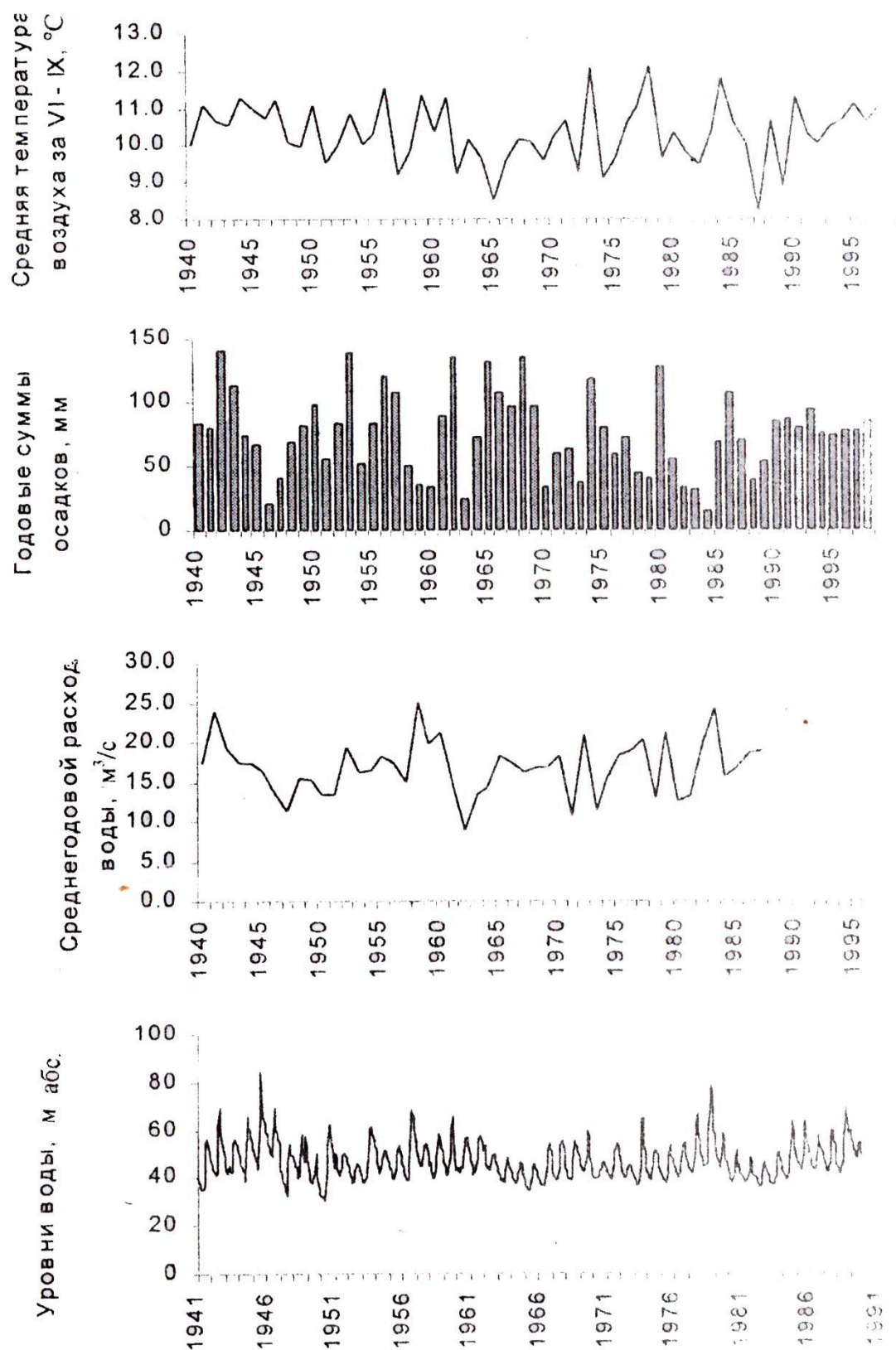


Fig. 8.12 - Long-term changes in the hydrometeorological characteristics of the Sarez Lake basin (by the example of the Lyangar-Ustye River) [11]

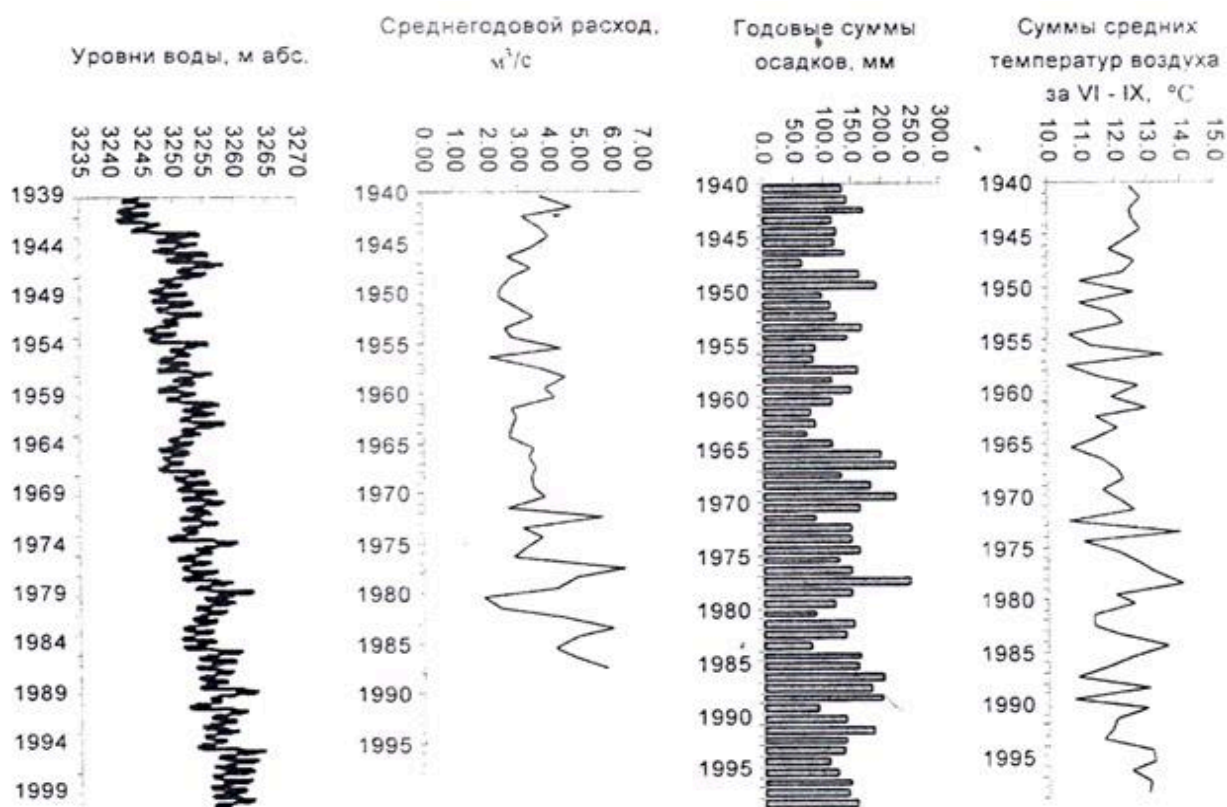


Fig. 8.13 - Long-term changes in the hydrometeorological characteristics of the Sarez Lake basin from 1940 to 1999 (exemplified by the Murgab River) [11]

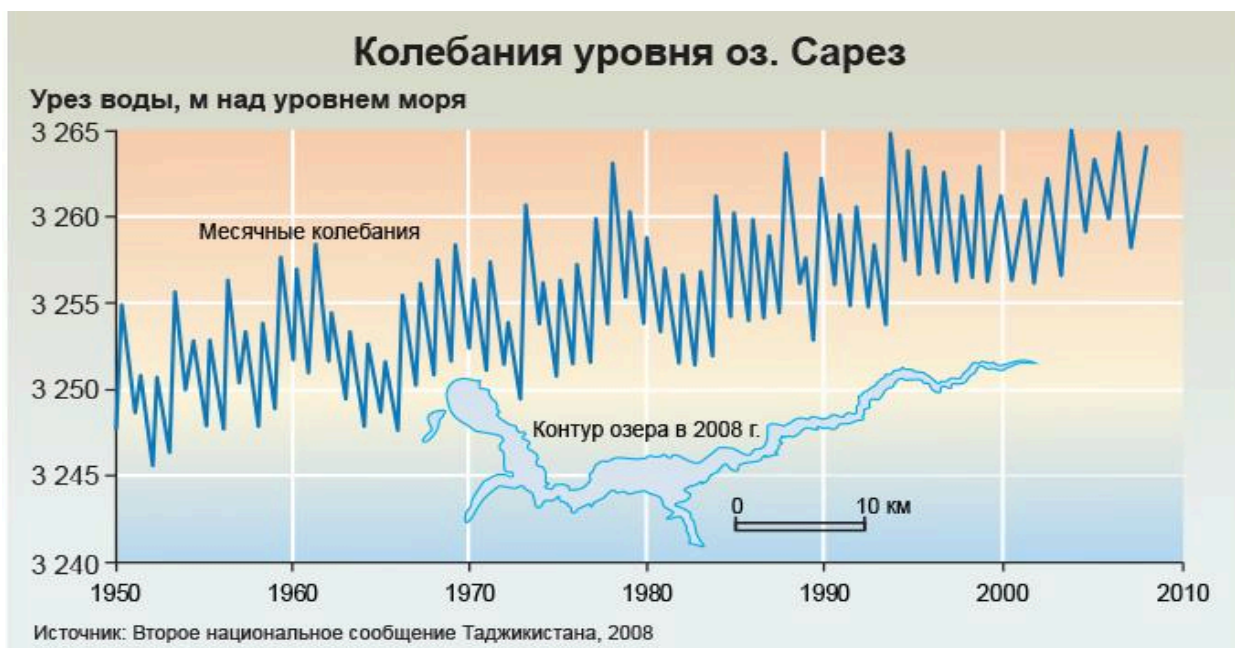


Fig. 8.14 - Long-term changes in the hydrometeorological characteristics of the Sarez Lake basin from 1950 to 2010. (For example, by the Murgab)

References

1. Aliev.T.A. Martinkus. A.T. Assessmeht of the lower course of the Amu Darya River in connection with the drop of the Aral Sea level // Power Technologu and Engineering, Volume 26, Number 3, M 1992, pp.3-6
2. Antoine de Chezue. Methode pour la construction des equationhs indeterminees relatives aux sections coniques/ 1798
3. Costa J.E., Schuster R.L. Documented historical landslide dams from around the world // U. S. Geological Survey Open-File Report 91-239, 1991. Available at <http://vufcan.wr.usgs.gov/Glossary/DebrisDams/Publ....>; accessed October 25, 2009.
4. Cruden.D.M., Varnes. D.J. Landslide types and processes/ Ln: A.Keith Turner and Robert L. Schuster (eds.): Landslides-Investigation and Mitigation// Transporlaion Research Board Special Report 247, National Research Councel. Washington, DC, 1996, pp. 36 -75/
5. David P. The Vajont Landslide // Available at: <http://www.Landman.net/vajont/vajont.html> ;accessed June 17, 2006.
6. Elmo DiBiagio., Jorg H. Second intemational conference on Lake Sarez Problems// Comments by members of the LSRMP POE, Dushanbe, 2007 Available: at: <http://www.untj.org/fie/disaster/SarezConFereneec/POECommentsENG>; accessed May 23, 2007.
7. Gaziev.E, Study of the Usay Landslide in Pamir // Proc/ 4th ISL. Toronto, 1984 Vol 1, 511-515.
8. Hoover Dam: Frequently asked questions and answers "U.S. Department of the Interior: Available at [http:// www.usbr.gov/lc/hooverdam /faqs/damfaqs.html](http://www.usbr.gov/lc/hooverdam/faqs/damfaqs.html); accessed October 25, 2009.
9. Marco P. at Northwestern // Available at: [Irenchanditalian.northwestern.edu/relat](http://renchanditalian.northwestern.edu/relat); accessed June 17, 2006.
10. Marco P., Gabriele V. The Story of Vajont, edited and translated by Thomas Simpson, published by Bordighera, 2000.

11. Patrice D., Ljiljana S.G. Lake Sarez risk mitigation project: a global risk analysis // Symposium IAHR, St. Peterburg, 2002. Available.....
12. SEMP. Pacific Northwest scablands and coulees: Remains of Missoula glacial lake outburst flood // Biot Report #429 May 31, 2007/Available at http://www.semp.us/publications/biot_reader.php?Bi...; accessed October 25, 2009.
13. STUCKY //Lake Sarez.Risk Mitigation Project: Component A Final Report // Available at: www.slueky.ch/en/con=enu/pdf/; accessed January 20, 2007.
14. STUCKY // Lake Sarez.Risk Mitigation Project: Component C Long Term Solutions// Available at: <http://www.stuky.ch/fr/e4.php/>; accessed January 2005
15. Vajont: A Tragedy Unfolds // Available at: <http://www.italiaplease.com/eng/megazine/girodital...>; accessed June 17, 2006.
16. Vajont: Almost a Greek Tragedy” Available at: <http://www.gcocities.com/Athens/Acropolis/2907/vaj....>; accessed June 17, 2006.
17. World Bank. Project Appraisal Document: Lake Sarez Risk Mitigation Project// Washington DC. World Bank. Available at: [www.untj.org/files/reports/Lake Sarez Risk Mitigation Projeet.pdf/](http://www.untj.org/files/reports/Lake_Sarez_Risk_Mitigation_Projeet.pdf/) accessed May 18, 2000.