

ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИНСТИТУТИ

Мавзу: Сув олиш гидроузеллари
хавфсизлиги мезонлари.

**Критерии безопасности водозаборных
гидроузлов (на примере Учкурганского
гидроузла)**

Маърузачи: техника фанлари доктори,
профессор, М.Р.Бакиев

Гидротехнические объекты относятся к числу наиболее распространенных среди сложных и ответственных с экономической, экологической и социальной точек зрения инженерных объектов. Обеспечению их исправной и безотказной работы во всем мире уделяется особое внимание.

Безопасность гидротехнических объектов невозможно измерить, но можно оценить уровень вероятности возникновения аварий методами статистики и теории вероятностей, используя материалы проекта, результаты строительно-монтажных работ и опыта эксплуатации, данные натурных наблюдений в строительный и эксплуатационный периоды.

При разработке критериев безопасности Учкурганского гидроузла учтены требования действующих норм, опыт работы ДЦ Госинспекции «Госводходзор» и эксплуатационной службы гидроузла.

**РАЗРАБОТАНЫ КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ
СЛЕДУЮЩИХ ОСНОВНЫХ КОНТРОЛИРУЕМЫХ
ПАРАМЕТРОВ:**

- обеспечения пропускной способности водосбросной плотины;**
- осадки и плановых смещений сооружений гидроузла и русла реки;**
- фильтрационной прочности грунтов в основании водосбросной плотины;**
- устойчивости водосбросной плотины.**

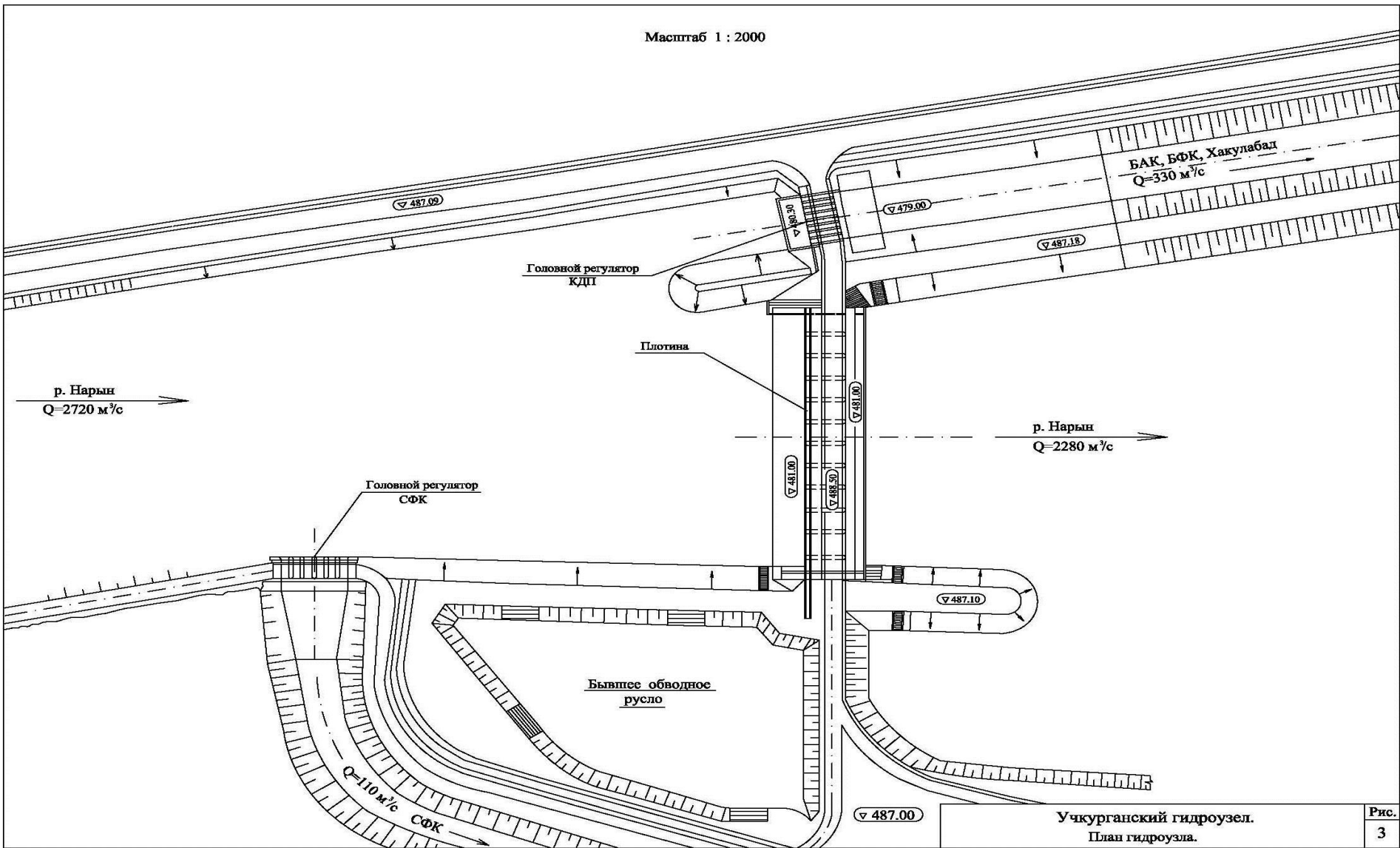
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОУЗЛА

Гидроузел введен в эксплуатацию в 1967 году.

- состав гидроузла входят следующие сооружения:
 - - водосбросная плотина –12 пролетов, шириной по 10 м, перекрываемых двухъярусными плоскими колесными затворами;
 - - головной регулятор - Северо–Ферганского канала (СФК) за проектирован на расход 110 м³/с, расположенный в 200 м выше перегораживающего сооружения, также представляет собой щитовую конструкцию с 6-ю отверстиями, каждое пролетом по 4 м. Отверстия перекрыты плоскими затворами;
 - - левобережный головной регулятор – закрытого типа (общий для каналов БФК, БАК и Хакулабад) пропускает 360 м³/с и имеет восемь отверстий (2,5х4м), перекрытых плоскими затворами;
- Геология основания сооружений гидроузла представлена конгломератами. Сейсмичность района 9 баллов. Климат района континентальный.
- Общая пропускная способность комплекса сооружений по проекту 2280 м³/с.

План Учкурганского гидроузла

Масштаб 1 : 2000



Учкурганский гидроузел.
План гидроузла.

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ КРИТЕРИЕВ СОСТОЯНИЯ ГТС

К1 – первый (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность ГТС и его основания, а также пропускная способность водосбросных и водопропускных сооружений еще соответствуют условиям нормальной эксплуатации.

В условиях нормальной эксплуатации выполняются все основные требования нормативных документов и правил технической эксплуатации в течение длительного времени, сопоставимого со сроком службы сооружения.

К2 – второй (предельный) уровень значений диагностических показателей, при превышении которых эксплуатация ГТС в проектных режимах недопустима.

Проектные режимы определяют, прежде всего, сочетания (основное и особое) воздействий и нагрузок, предусмотренные проектом. При превышении измеренными значениями диагностических показателей состояния ГТС их критериальных значений **К2** недопустима эксплуатация при любом из предусмотренных проектом сочетаний воздействий.

Величины **К1** и **К2** должны контролироваться в соответствии с условиями эксплуатации сооружения и действующими нагрузками, при которых они были назначены.

• ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СОСТОЯНИЯ СООРУЖЕНИЙ

Нормальное – состояние сооружения, при котором сооружение соответствует требованиям действующих нормативных документов и проекта, при этом значения диагностических показателей состояния сооружений не превышают своих критериальных значений **K1**.

Потенциально опасное – состояние, при котором значение хотя бы одного диагностического показателя стало большим (меньшим) своего первого (предупреждающего) уровня критериальных значений (**значений K1**) или вышло за пределы прогнозируемого при данном сочетании нагрузок интервала значений. Потенциально опасное состояние сооружения не отвечает нормативным требованиям, но эксплуатация ГТС не приводит к угрозе немедленного прорыва напорного фронта, и сооружение может некоторое ограниченное время эксплуатироваться в соответствии с указаниями.

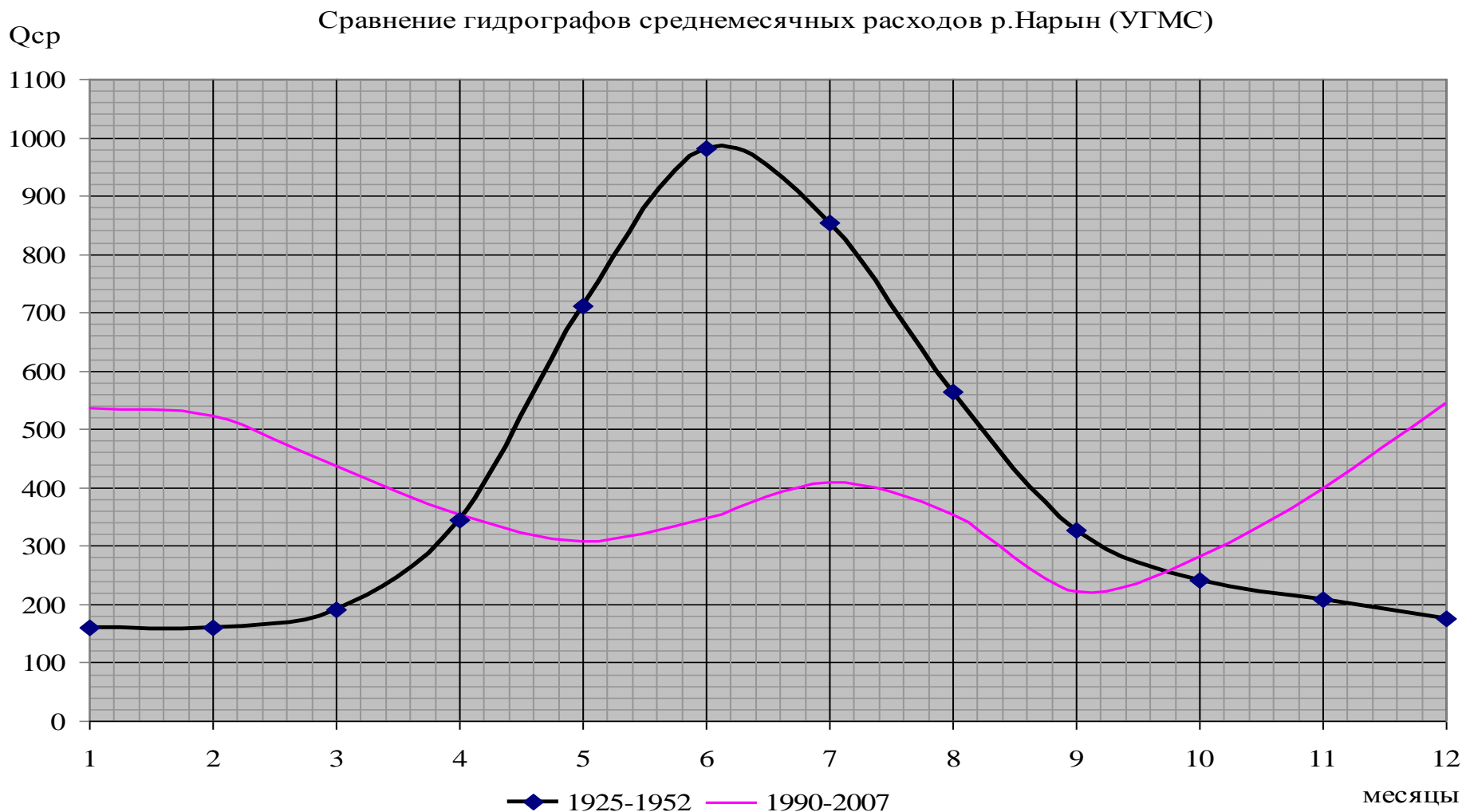
Предаварийное – состояние, при котором значение хотя бы одного диагностического показателя стало большим (меньшим) второго (предельно допустимого) уровня критериальных значений (**значений K2**); в этом случае эксплуатация сооружения в проектных режимах недопустима без оперативного проведения мероприятий по восстановлению требуемого уровня безопасности и без специального разрешения органа надзора.

- **Оценка влияния изменений водохозяйственных условий на безопасность Учкурганского гидроузла**

- **Новые водохозяйственные условия, связанные с изменением схемы водопользования, увеличением орошаемых площадей, а также из-за перехода Токтагульского водохранилища на энергетический режим работы может привести к увеличению максимальных расходов и резким суточным колебаниям воды в реке Нарын.**

- **Вероятность возникновения аварийных ситуаций при пропуске расходов воды через отверстия гидротехнических сооружений зависит от величины превышения гребня сооружения над уровнем воды в верхнем бьефе. Превышение горизонтов воды над ФПУ при пропуске расчетного паводка может вызвать затопления верхнем бьефе гидроузла. Следовательно, необходимо уточнить: максимальные расходы и суточные колебания уровней воды в реке Нарын, а также класс капитальности и пропускную способность Учкурганского гидроузла.**

Гидрографы среднемноголетних расходов воды р. Нарын в створе станции Учкурган за различные периоды

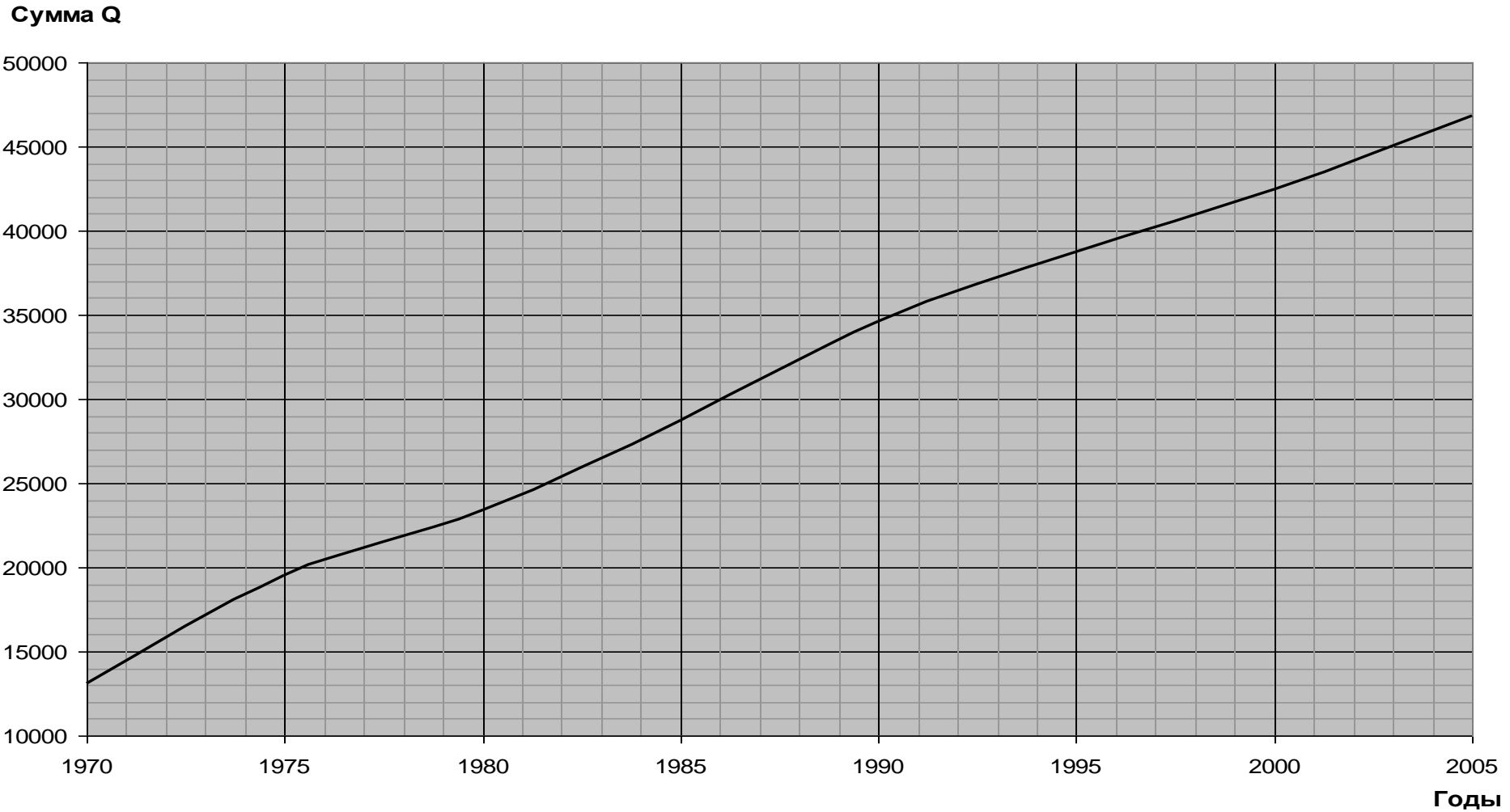


1925-1952 г.г. – до проектирования Учкурганского гидроузла;

1990-2007 г.г. – После ввода Токтогульского водохранилища .

График однородности расходов р. Нарын в створе гидрометеостанции Учкурган

График однородности наблюдаемых расходов

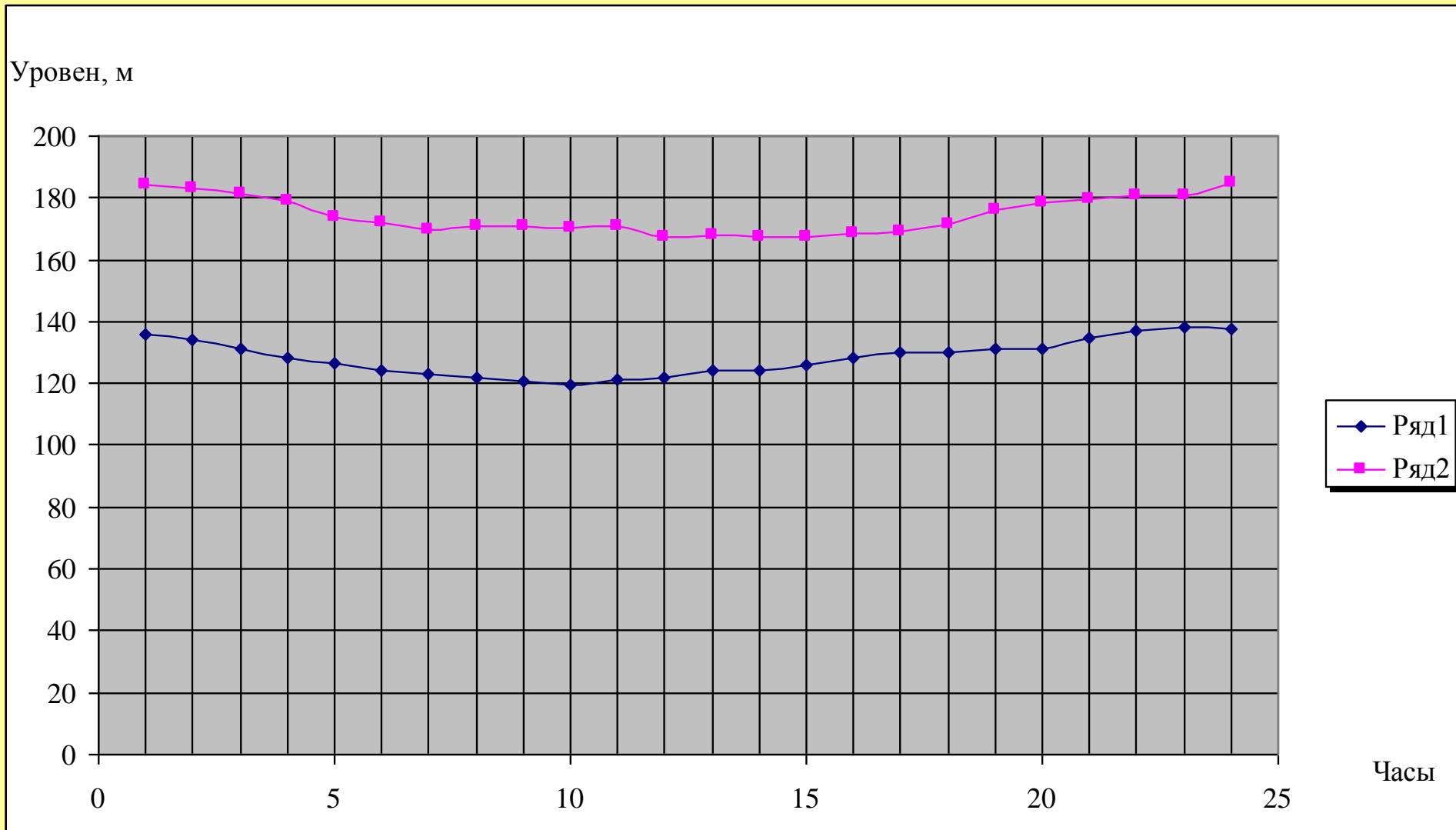


Определение максимальных расходов реки Нарын малой обеспеченности за различные периоды наблюдений, м³/с

Период расчетов	0,01%*	0,1%	1%	3 %	5%
После ввода в эксплуатацию Учкурганского гидроузла (1967-2007 г.г.)	5218	3872	3048	2618	2094
После ввода в эксплуатацию Токтогульского в-ща (1974-2007 г.г.)	2241	1825	1547	1402	1329
После перехода Токтогульского водохранилища в зимний режим (1990-2007 г.г.)	1576	1335	1184	1109	1067

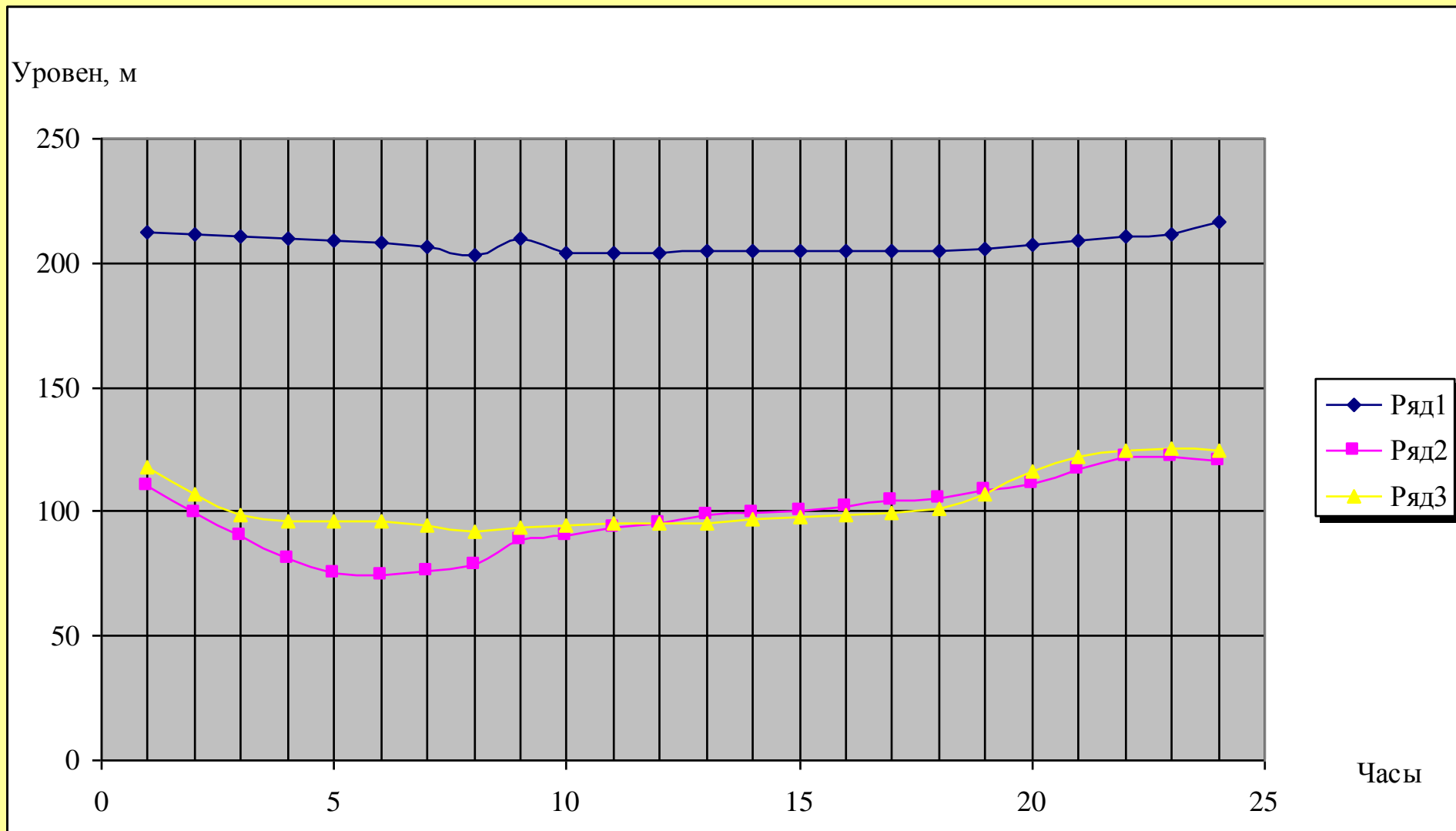
*** с учетом гарантированной поправки**

- Оценка суточных колебаний уровней и расходов воды на реке Нарын ниже Учкурганской ГЭС



Суточное колебание р. Нарын в створе гидроузла Учкурган
(июль-декабрь 2006 г.)

- Оценка суточных колебаний уровней и расходов воды на реке Нарын ниже Учкурганской ГЭС



**Суточное колебание р. Нарын в створе гидроузла Учкурган
(1-3 кварталы 2008 г.)**

Пропускная способность водосбросной плотины и Учкурганского гидроузла

№	$Q_{г/у}$	$Q_{ВП}$	H_0	$\Delta H = H_0 - H$	Запас $a = H_{ст} - H_0$	Превышение расхода от расчетного, в %
1	2720	2280	5,19	0,13	+0,81	Проектная III- класса
2	2800	2360	5,29	0,23	+0,71	2,9
3	2856	2416	5,41	0,35	+0,59	5,0
4	2907,5	2467,5	5,47	0,45	+0,53	6,9
5	2930	2490	5,5	0,44	+0,5	7,7 (1967 г.)
6	2996,2	2556,2	5,6	0,54	+0,4	10,2
7	3100	2660	5,75	0,69	+0,25	14
8	3162	2722	5,84	0,78	+0,16	16,6
9	3397,5	2957,5	6,17	1,11	-0,17	24,5
10	3440	3000	6,23	1,17	-0,23	26,5 I-класса

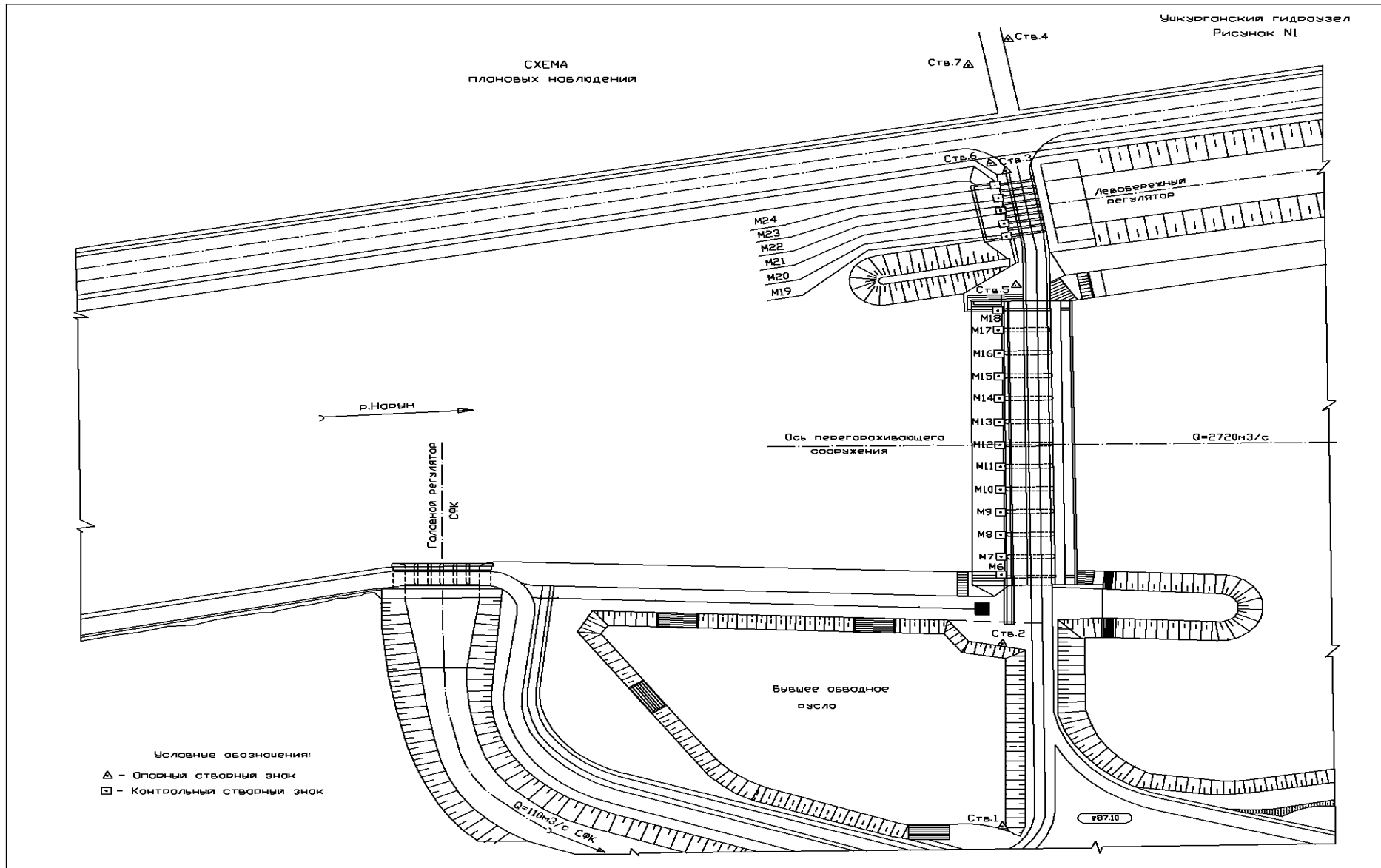
Критерии безопасности относительно пропускной способности
Учкурганского гидроузла: - **К1** – 2720 м³/с; - **К2** – 2800 м³/с.

- **Оценка безопасности гидроузла в зависимости от осадки и плановых смещений сооружений**

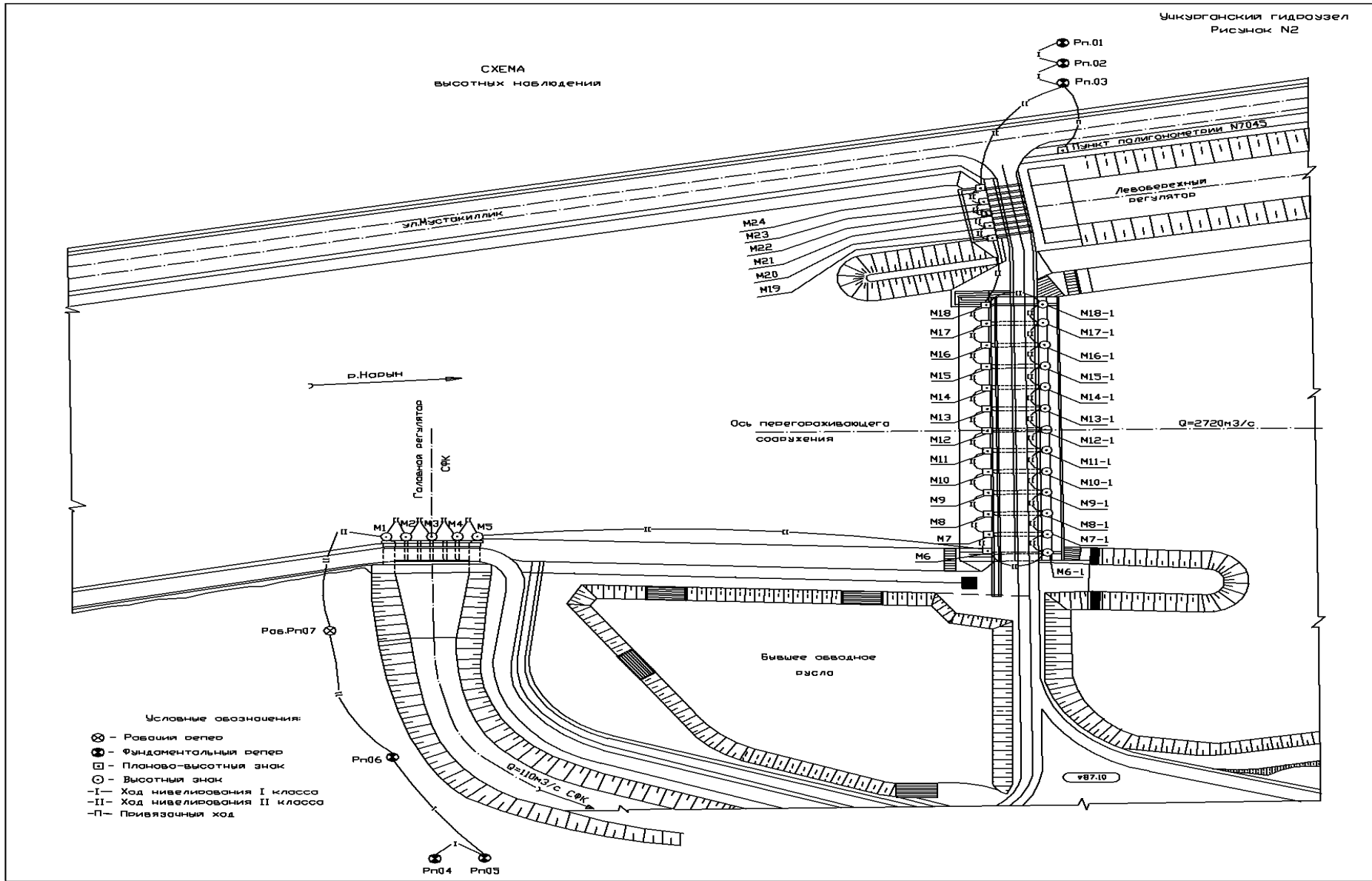
- **Контроль над смещениями сооружений и откосов плотины Учкурганского гидроузла осуществляется 76 геодезическими знаками. Из них 6 – фундаментальные высотные репера, 48 – поверхностные марки плотины, 7 – створные знаки, 15 – глубинные марки. Инженерно – геодезические наблюдения с начала эксплуатации не проводились и в 2000 году Диагностическим центром Госинспекции «Госводхознадзор» выполнена закладка КИА и произведен нулевой цикл плановых и высотных наблюдений за осадками и горизонтальными деформациями плотины. Также выполнены промеры глубин по створам на СФК и КДП.**

- **В 2010 году наблюдения за осадкой и плановыми смещениями сооружений Учкурганского гидроузла выполнили сотрудники кафедры «Гидротехнические сооружения и инженерные конструкции» ТИИМ.**

• Схема плановых наблюдений



• Схема высотных наблюдений



Величина осадок марок и реперов

№№ марок и реперов	Исх. цикл 2000г.	1 цикл 2010г.	
		Отметки, мЗ	Смещ., мм
Ход № 1 от Рп.01 до Фнд.РП 04* Водосбросная плотина			
М-24	487.155	487.151	-4
М-23	487.174	487.169	-5
М-22	487.156	487.150	-6
М-21	487.178	487.172	-6
М-20	487.198	487.194	-4
М-19	487.140	487.135	-5
Ств.5	-	487.182	-
Ств.18*	488.450	488.451	+1
Ств.17	488.483	488.476	-7
Ств.16	488.460	488.452	-8
Ств.15	488.434	488.424	-10
Ств.14	488.436	488.427	-9
Ств.13	488.452	428.442	-10
Ств.12	488.445	488.434	-11
Ств.11	488.476	488.466	-10
Ств.10	488.432	488.422	-10
Ств.9	488.450	488.440	-10
Ств.8	488.452	488.443	-9
Ств.7	488.475	488.465	-10
Ств.6	488.428	488.419	-9

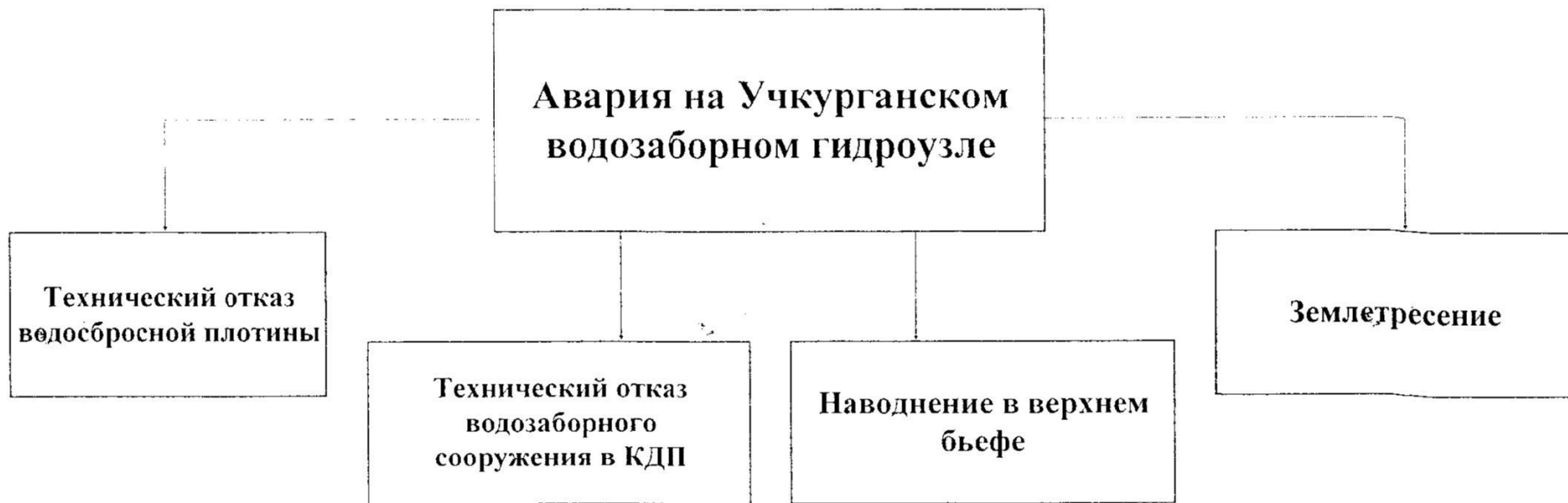
Ход № 2 от Рп.01 до Фнд.РП 04* КПД			
М-18-1*	-	487.493	-
М-17-1	487.430	487.429	-1
М-16-1	487.487	487.483	-4
М-15-1	487.462	487.457	-5
М-14-1	487.408	487.403	-5
М-13-1	487.451	487.446	-5
М-12-1	487.461	487.455	-6
М-11-1	487.461	487.456	-5
М-10-1	487.135	487.129	-6
М-9-1	487.431	487.423	-8
М-8-1	487.416	487.409	-7
М-7-1	487.451	487.443	-8
М-6-1	486.950	486.942	-8
Ход № 3 от Фнд.РП 04*...ЮФК... до М-6 СФК			
М-5	486.988	486.974	-11
М-4	487.010	486.996	-4
М-3	487.033	487.018	-15
М-2	487.015	487.000	-15
М-1	487.018	487.003	-15
Рп.07	-	488.103	-
М-6	-	488.420	-

Предельная ошибка смещения Мсм= ±3 мм

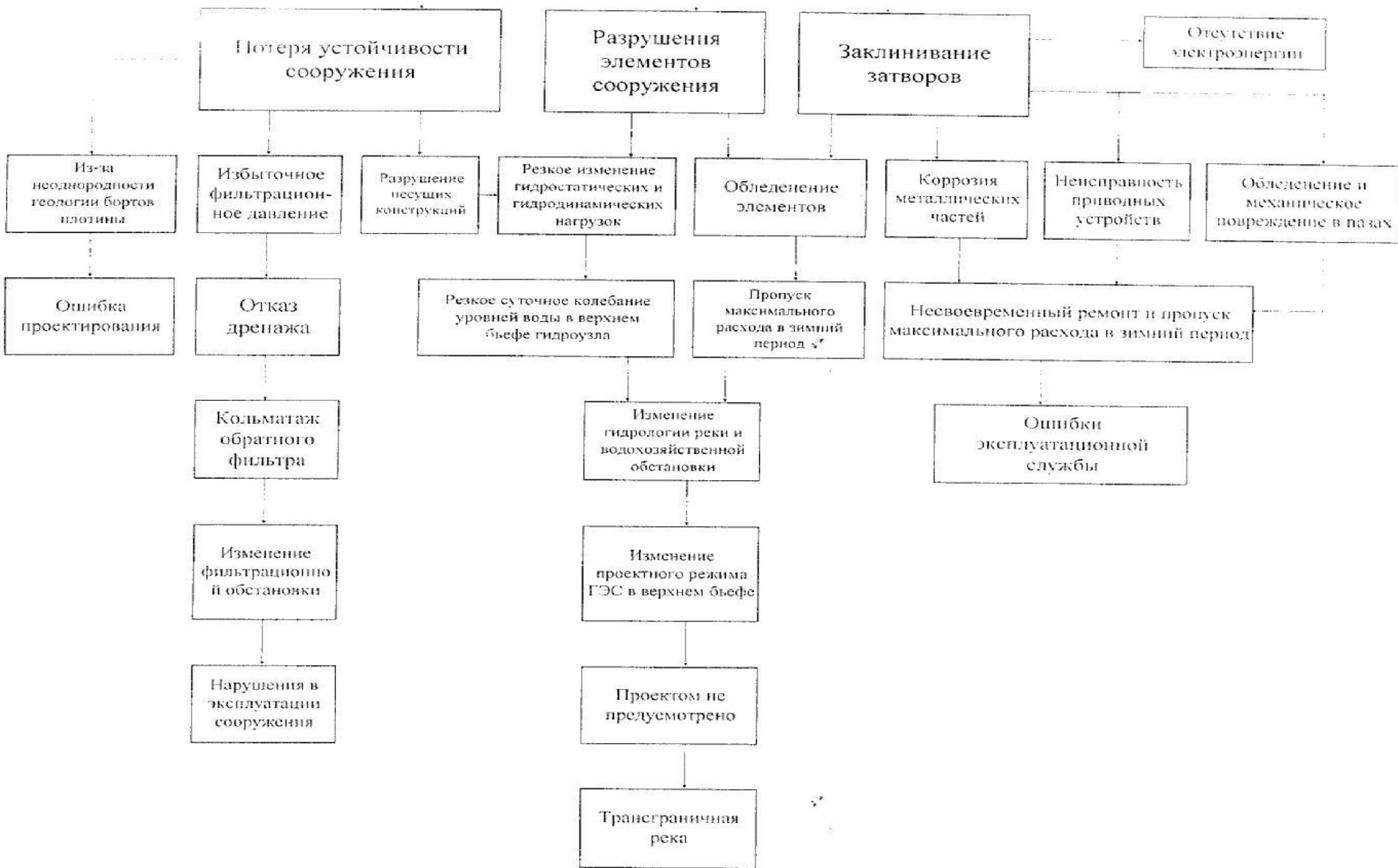
Вычисления величин плановых смещений сооружений Учкурганского гидроузла

№№ марок	Углы параллак	Расстояние, м	Величина нествор., мм	Ср.кв.от неств, мм	Примечание
Ств.2 – Ств.1. Водобросная плотина					
М-6	+4''	200.65	+3.9	±0.8	Знак «+» марки в нижнем бьефе относит. створа
М-9	+15''	164.77	+12.0		
М-7	+21''	188.90	+19.0		
М-13	+22''	116.83	+12.0		
М-8	+28''	177.00	+24.0		
М-12	+31''	128.63	+19.3		
М-10	+32''	153.00	+23.7		
М-16	-37''	80.68	-14.5	±0.5	Знак «-» марки в верхнем бьефе относит. створа Ср.хв.от угла $m=±0.''8$ Предельная ошибка нестворности $m_1=2\text{мм}$
М-15	-36''	92.84	-16.2		
М-14	-28''	105.00	-14.2		
М-18	-10''	57.00	-2.8		
М-11	-7''	140.87	-4.8		
М-17	-6''	68.88	-2.0		
Ств.5 – Ств.6. Водозаборное сооружения в канал КДП					
М-24	+6''	47.00	+1.4	±0.2	
М-20	+14''	27.76	+1.9		
М-21	+15''	34.40	+2.5		
М-23	+21''	41.46	+4.2		
М-19	-30''	21.48	-3.1		
М-22	-16''	34.88	-2.7		

- **Моделирование сценариев возникновения аварий на Учкурганском гидроузле**



Технический отказ водосбросной плотины



Технический отказ водозаборного сооружения в КДП

Заклинивание затворов

Отсутствие электроэнергии

Обледенение элементов

Коррозия металлических частей

Неисправность приводных устройств

Обледенение и механическое повреждение в пазах

Пропуск максимального расхода в зимний период

Несвоевременный ремонт и пропуск максимального расхода в зимний период

Изменение гидрологии реки и водохозяйственной обстановки

Ошибки эксплуатационной службы

Изменение проектного режима ГЭС в верхнем бьефе

Проектом не предусмотрено

Трансграничная река

Воздействие раздельной стенки на структуру потока перед водозабором

Ошибки проектирования

Занление донными наносами нижний ярус

Несвоевременная очистка кармана от наносов

Промывка наносов в карман

Ошибки проектирования

Засорение плавающими телами верхнего яруса водозабора

Отсутствие сороудерживающей решетки

Ошибки проектирования

Наводнение в верхнем бьефе

Катастрофический паводок

Прорыв вышерасположенных гидроузлов

Необеспечивается пропускная способность гидроузла

Наводнение в верхнем бьефе гидроузла

Наводнение в нижнем бьефе гидроузла

Затопление территорий в верхнем бьефе

Разрушение сооружения гидроузла

Затопление территорий в НБ

Усиленная эрозия водотока в НБ

Экологическая и социальная катастрофа

Экологическая и социальная катастрофа

• Критерии безопасности водозаборного гидроузла

№	Критерии безопасности	Ед. изм.	Критериальные значения и качественные показатели
Максимальный уровень воды в верхнем бьефе			
1	К1		486,06
2	К2		486,19
Плановые изменения русла реки в верхнем и нижнем бьефах			
1	К1		- отсутствие размыва берегов и креплений струенаправляющих дамб в верхнем бьефе; - локальные разрушения крепления в нижнем бьефе
2	К2		- размыв и прорыв струенаправляющих дамб
Пропускная способность русла в верхнем бьефе			
	К1	м ³ /с	2720
	К2	м ³ /с	2800
Пропускная способность гидроузла при отметке ФПУ			
	К1	м ³ /с	2720
	К2	м ³ /с	2800
Обеспечение гарантированного водозабора			
	К1	м ³ /с	430
	К2	м ³ /с	420
Осадка сооружений			
	К1	мм	10 - локальные просадки грунта
	К2	мм	15 - вертикальные трещины и деформации сооружений

Плановые смещения сооружений

	K1	мм	24
	K2	мм	30

Фильтрационная прочность грунтов в основании сооружений

	K1		$I_{\text{доп}}$ – нормативный допустимый градиент напора
	K2		$0,9 I_{\text{сг м}}$ - критический градиент напора

Устойчивость водосбросной плотины

	K1		$K_y > 1,15$ – для основных сочетаний нагрузок $K_y > 1,035$ – для особых сочетаний нагрузок
	K2		$K_y \leq 1,15$ – для основных сочетаний нагрузок $K_y \leq 1,035$ – для особых сочетаний нагрузок

Борьба с донными наносами

	K1		- донные наносы скапливаются перед водозабором до отметки 482,0 для КПД и до отметки 480,30 для СФК
	K2		- донные наносы попадают в водозаборные сооружения, и существует угроза завала

Местный размыв в нижнем бьефе водосбросной плотины

	K1		- глубина местного размыва равна расчетной величине
	K2		- глубина местного размыва больше расчетной величины

Разрушение несущих бетонных или железобетонных конструкций

	K1	мм	- отсутствие трещин и оголения арматуры
	K2	мм	≥ 3 - раскрытие трещин и оголение арматуры

Обмерзание подвижных частей и уплотняющих элементов затворов

	К1		- не происходит обмерзание подвижных частей и уплотняющих элементов затворов
	К2		- наблюдается обмерзания подвижных частей и уплотняющих элементов затворов

Коррозия металлических частей и затворов

	К1		- толщина обшивки затвора выдерживает нагрузку от гидростатического давления воды
	К2		- толщина обшивки затвора не выдерживает нагрузку от гидростатического давления воды

Отказы в работе металлоконструкций и оборудования

	К1		- трещины в металле - начала разрушения металлоконструкций
	К2		- приводные устройства работают с перебоями

Наличие постоянно электроэнергии

	К1		- постоянно
	К2		- с перебоями

Наличие автоматики

	К1		- работает в исправном состоянии
	К2		- дает сбой

Наличие диагностического оборудования и его состояние

	К1		- имеется и в рабочем состоянии
	К2		- отсутствует или в не рабочем состоянии

***ЭЪТИБОРЛАРИНГИЗ УЧУН
РАХМАТ!***