



КАРАКУМСКИЙ КАНАЛ

СТРОИТЕЛЬСТВО КАНАЛА И
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Участок 850–1100 км

схема и объекты · технические решения ·
производственный процесс ·
техника · сроки · объёмы · стоимость



КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА

250 км

новое русло канала

участок 850–1100 км

90 м³/с

расчётный расход

подтверждается гидромоделью

18,19 млн м³

геометрическая призма

22–32 млн м³ плановый диапазон

1,82 млн м³

бетон облицовки

сооружения учитываются отдельно

175 тыс. т

арматура облицовки

закупка 180–184 тыс. т

7,50 млн м²

геомембрана HDPE

с припуском ≈13%

15,0 млн м²

геотекстиль

два защитных слоя

60 месяцев

контрактный срок

48 месяцев — внутренний target

СТАТУС ОБЪЁМОВ

Объёмы облицовки подтверждены геометрией типовых сечений. Земляные работы фиксируются диапазоном до выпуска цифровой модели рельефа и баланса масс. Бетон и арматура сооружений формируются отдельным BOQ после изысканий.

1



ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ

аэрофотосъёмка и лазерное сканирование коридора 250 км–500 м; опорная сеть, цифровая модель рельефа для 3D управления машинами

2



ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ

скважины через 500 м по трассе и кустами на каждом сооружении; просадочность лёссов, засоленность, УГВ.

3



ГИДРОЛОГИЯ И СЕЛИ

расходы селевых саев Копетдага для 34 акведуков (P=1%); режим водохранилищ; наносы и заиление

4



СЕЙСМИКА И АГРЕССИВНОСТЬ

район 8–9 баллов – сейсмостойкость сооружений; сульфатная агрессия грунтовых вод > сульфатостойкий цемент облицовки

5



СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

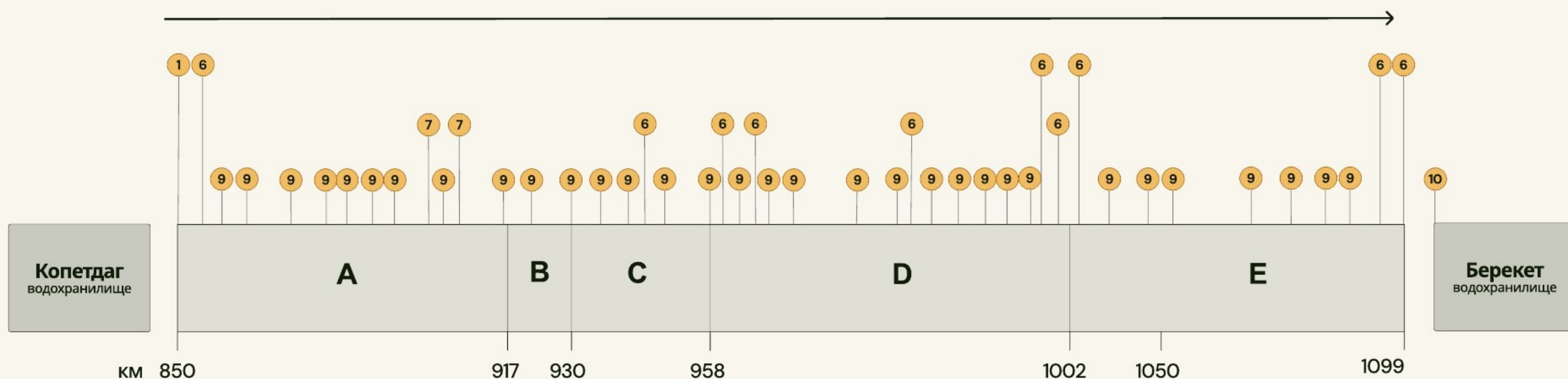
ТЭО (обоснование инвестиций) > Проект + госэкспертиза(поэтапная) > рабочая документация опережающими комплектами под потоки

*подготовительный этап до начала строительно-монтажных работ месяцы 1-14



СХЕМА ТРАССЫ И СОСТАВ СООРУЖЕНИЙ

НАПРАВЛЕНИЕ ТЕЧЕНИЯ: ВОСТОК – ЗАПАД



ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ДОРОГА 250 КМ (ОДНА ПОЛОСА)

- | | | |
|--|---|--------------------------------|
| 1 Новый водовыпуск (Копетдагское вдхр.) | 6 Автодорожные мосты – 10 | 7 Пороги-регуляторы – 5 |
| 9 Акведуки – 34 | 10 Отводной канал на водохранилище Берекет (км 1098) | |

СОСТАВ СООРУЖЕНИЙ И ИНФРАСТРУКТУРЫ

Количество фиксируется по объектам; материалы формируются отдельными ведомостями

Объект	Количество	Проектная оговорка
Главное водовыпускное сооружение	1	3 пролёта по 5,0 м; Qнорм 90 м³/с; Qмакс 150 м³/с
Водопропускные комплексы	34 / 68 элементов	Акведуки и дюкеры; тип определяется гидрологией пересечения
Автодорожные мосты	44	Включая 10 мостов через основной канал
Отводные каналы	100	Расход и конструкция по заявке водопользователя
Аварийные сбросы	6	Режим работы подтверждается эксплуатационной моделью
Быстротоки / регуляторы	5	км 902, 904, 910, 912 и 914
Эксплуатационная инфраструктура	4 позиции	Диспетчерские пункты, связь, энергоснабжение, базы

ИТОГО

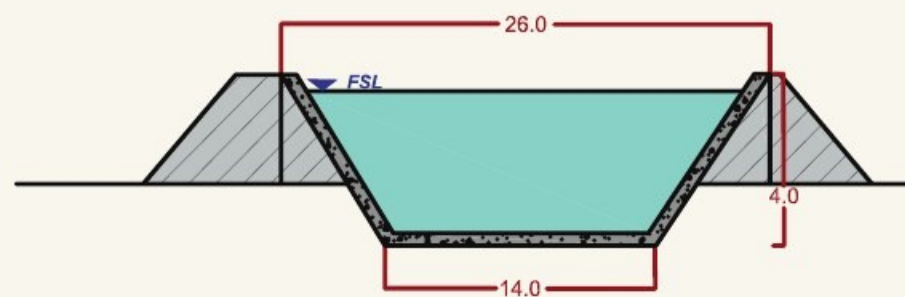
До 228 объектов и инфраструктурных позиций. Свайные основания, бетон, арматура, затворы и металлоконструкции уточняются после геотехнических и гидравлических расчётов.

СИТУАЦИОННАЯ СХЕМА



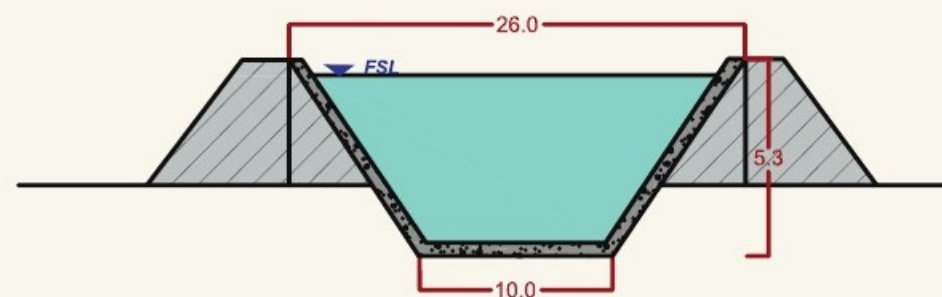
ТИПОВЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ СЕЧЕНИЯ

Сечение А-А · участок 850–917 · L = 67 км



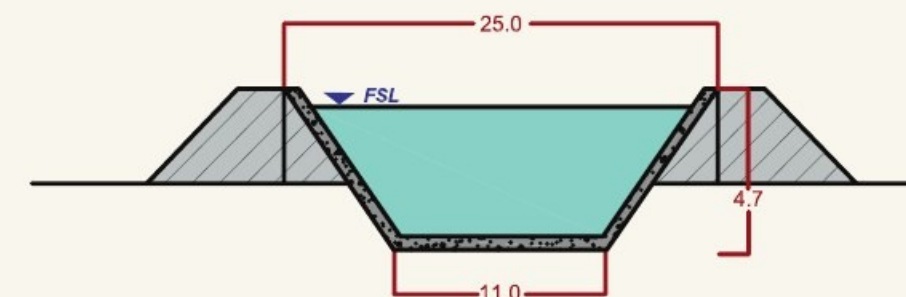
Дно 14,0 м · верх 26,0 м · h = 4,0 м ·
откосы 1:1,5 · обл. 250–300 мм

Сечение В-В · участок 917–930 · L = 13 км



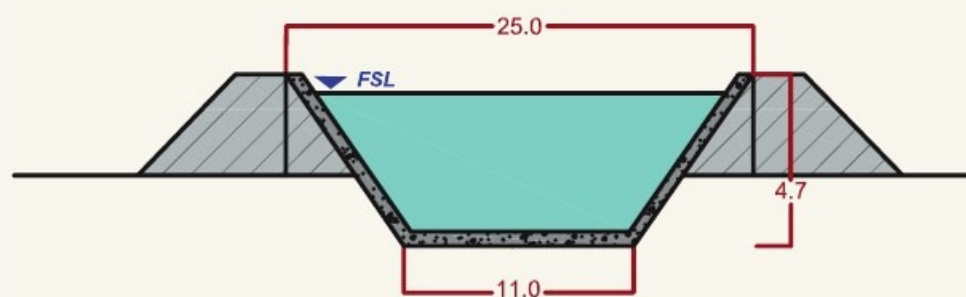
Дно 10,0 м · верх 26,0 м · h = 5,3 м ·
откосы 1:1,5 · облицовка 250/300 мм · усиление по расчёту

Сечение С-С · участок 930–958 · L = 28 км



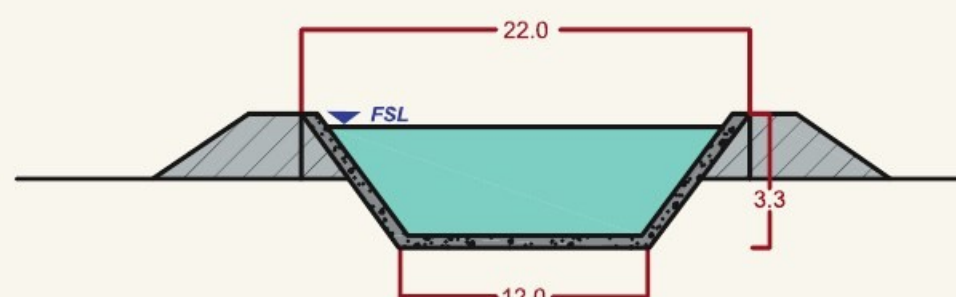
Дно 11,0 м · верх 25,0 м · h = 4,7 м ·
откосы 1:1,5 · обл. 250–300 мм

Сечение D-D · участок 958–1002 · L = 44 км



Дно 11,0 м · верх 25,0 м · h = 4,7 м ·
откосы 1:1,5 · обл. 250–300 мм

Сечение Е-Е · участок 1002–1100 · L = 98 км



Дно 12,0 м · верх 22,0 м · h = 3,3 м ·
откосы 1:1,5 · обл. 250–300 мм



Насыпной грунт кавальера/основание



Проектный уровень воды



Армированный бетон облицовки



FSL Обозначение уровня воды

Примечания

1. Все размеры в метрах, если не указано иное. Толщины облицовки в см.
2. Отметки уточняются в проекте на основании результатов инженерных изысканий.

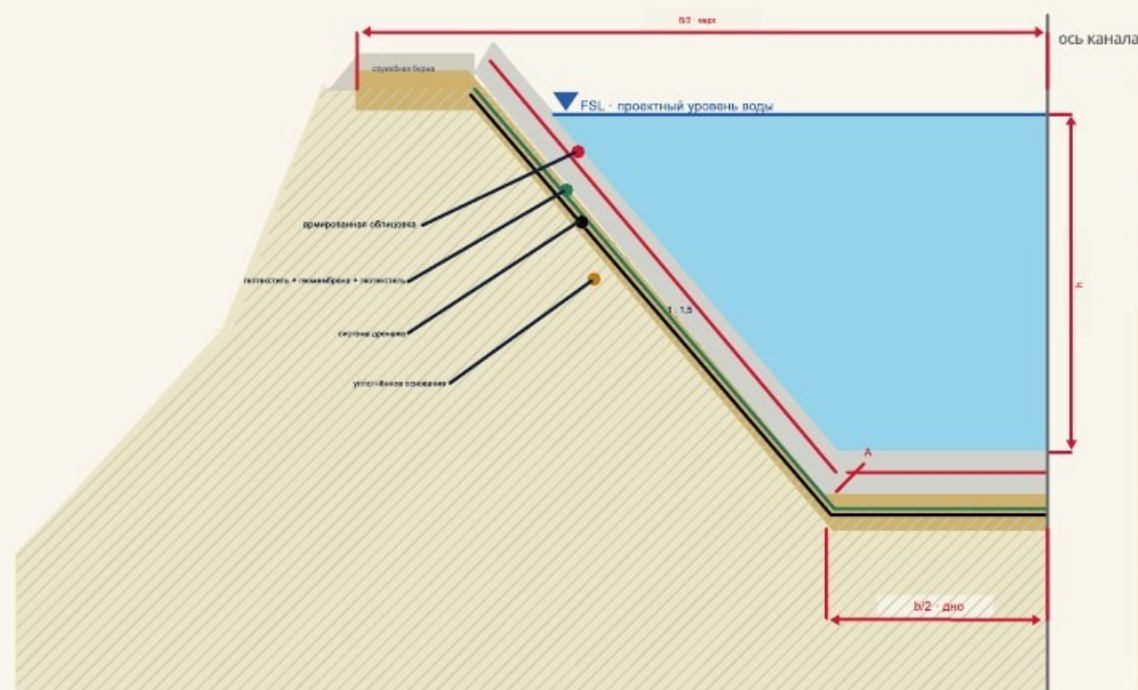
Армирование: две сетки Ø12/Ø14, шаг 200–250 мм; локально Ø16/Ø18
Двойной барьер: текстурированная ПЭВП-мембрана + ж/б облицовка

Поперечные швы: 4,5 м тип.
Продольные: 3–4 м; окончательно по расчёту

ПОРОГИ-РЕГУЛЯТОРЫ (БЫСТРОТОКИ)

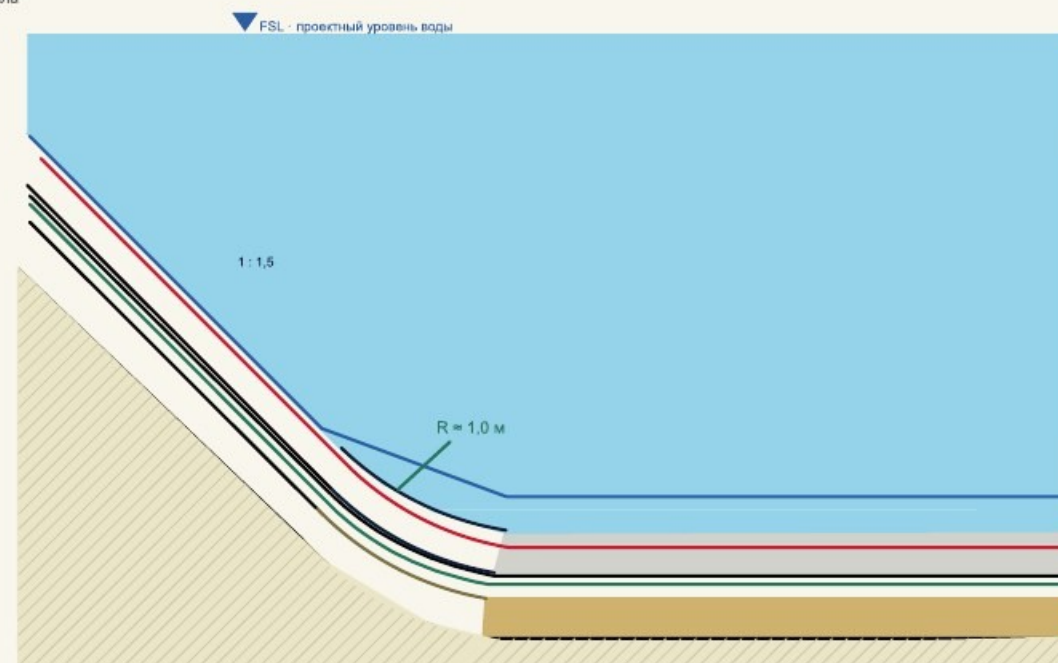
КОНСТРУКЦИЯ ОБЛИЦОВКИ КАНАЛА

СЕЧЕНИЕ КАНАЛА · ОБЩИЙ ВИД половина поперечного сечения по оси канала



Все размеры указаны в миллиметрах, если не оговорено иное. Масштаб графических элементов условный

УЗЕЛ А · СОПРЯЖЕНИЕ ОТКОСА С ДНОМ масштаб условный · слои конструкции и продольный шов



естественный грунт коэффициент уплотнения $K \geq 0,95$

1. АРМИРОВАННАЯ ОБЛИЦОВКА

Армированная облицовка
бетон В25 W8 F200 · 250 мм базово
300 мм на дне и в зонах риска

Арматура A500C: две сетки Ø12/Ø14
шаг 200-250 мм; локально Ø16/Ø18

• 3. ГЕОТЕКСТИЛЬ 350/400 Г/М²
защита геомембраны от механических повреждений

• 4. ГЕОМЕМБРАНА ПЭВП 1,5 ММ
двойной сварной шов, контроль герметичности 100%

• 5. ГЕОТЕКСТИЛЬ 350/400 Г/М²
защита геомембраны от механических повреждений

• 6. СИСТЕМА ДРЕНАЖА
выравнивание и уплотнение перед укладкой геотекстиля

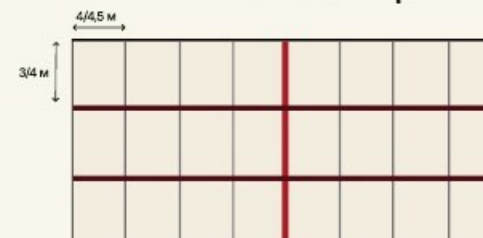
• 7. УПЛОТНЁННОЕ ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСНОВАНИЕ
коэффициент уплотнения не ниже 0,95

КЛЮЧЕВОЕ РЕШЕНИЕ: двойной противофильтрационный барьер “армированный бетон + ПЭВП геомембрана” снижает риск фильтрации, повышает ремонтопригодность облицовки в пустынном климате

КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Бетон облицовки: В25, W8, F200; 250/300 мм
Армирование: две сетки Ø12/Ø14; локально Ø16/Ø18
Текстурированная ПЭВП-мембрана 1,5 мм между геотекстилями
Основание и дренаж - по геотехническому расчёту

СХЕМА ШВОВ ОБЛИЦОВКИ



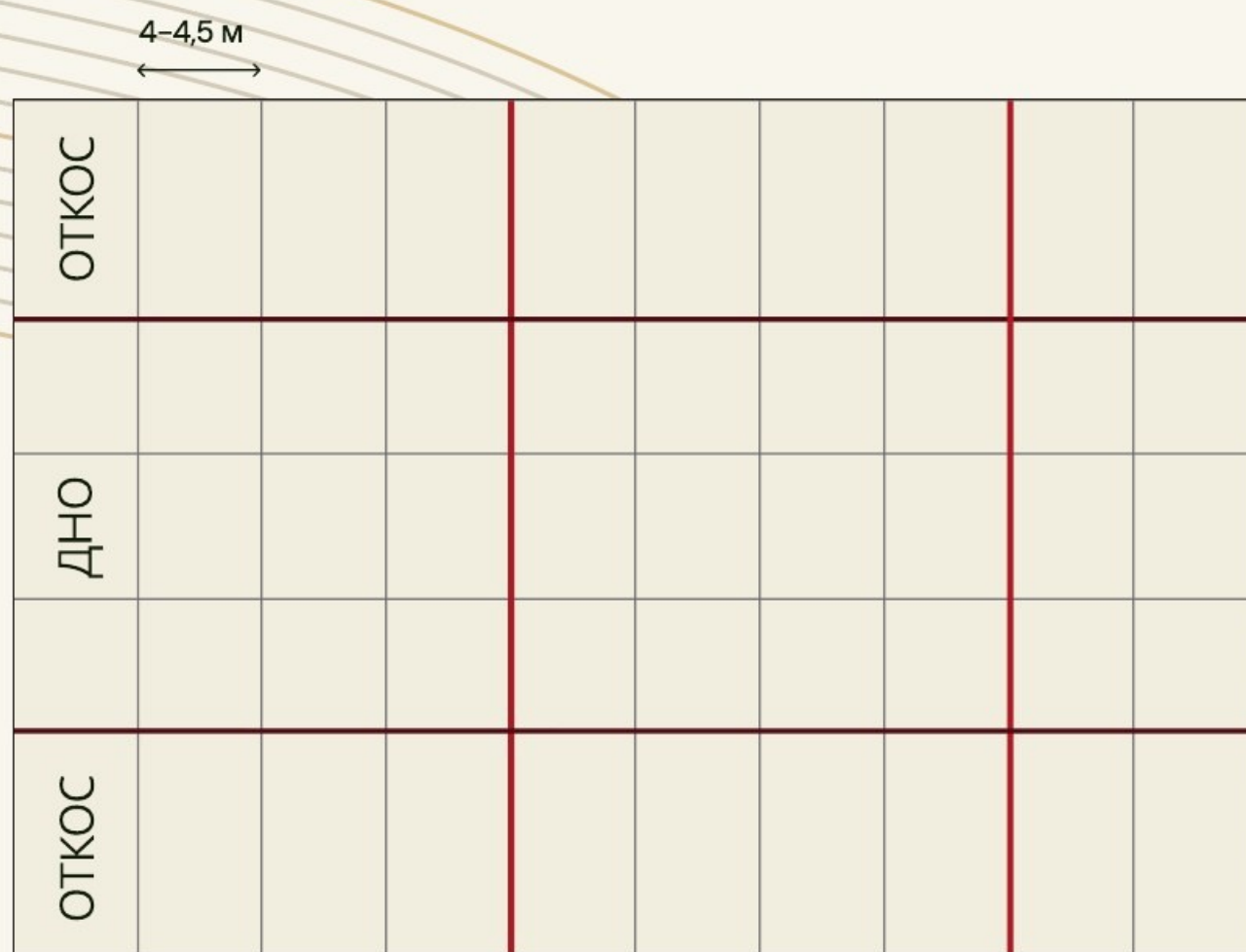
Поперечные швы 4/4,5 м
продольные швы 3/4 м

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ПРИЁМКА

- Исполнительная геодезическая съёмка основания и облицовки
- Контроль коэффициента уплотнения основания
- 100% контроль сварных швов геомембраны воздушным каналом
- Испытания бетона: прочность, водонепроницаемость, морозостойкость
- Вакуум тест и визуальная ревизия герметизации швов
- Статус: Concept / Pre-FEED. Размеры уточняются рабочим проектом

ПРОДОЛЬНЫЕ И ПОПЕРЕЧНЫЕ ШВЫ

РАЗВЕРТКА ОБЛИЦОВКИ-СХЕМА ШВОВ (ПЛАН)



ПОПЕРЕЧНЫЕ ШВЫ - ЧЕРЕЗ 4 - 4,5 М

нарезка свежего бетона на 1/3 толщины
заполнение полиуретановым герметиком по уплотнительному шнуру



ПРОДОЛЬНЫЕ ШВЫ

по сопряжениям дно/откос и через 3-4м на 1/3 толщины,
заполнение полиуретановым герметиком по уплотнительному шнуру



КОНТРОЛЬ

герметичность швов_вакуум-тест выборочно;
ревизия и перегерметизация_регламент службы эксплуатации

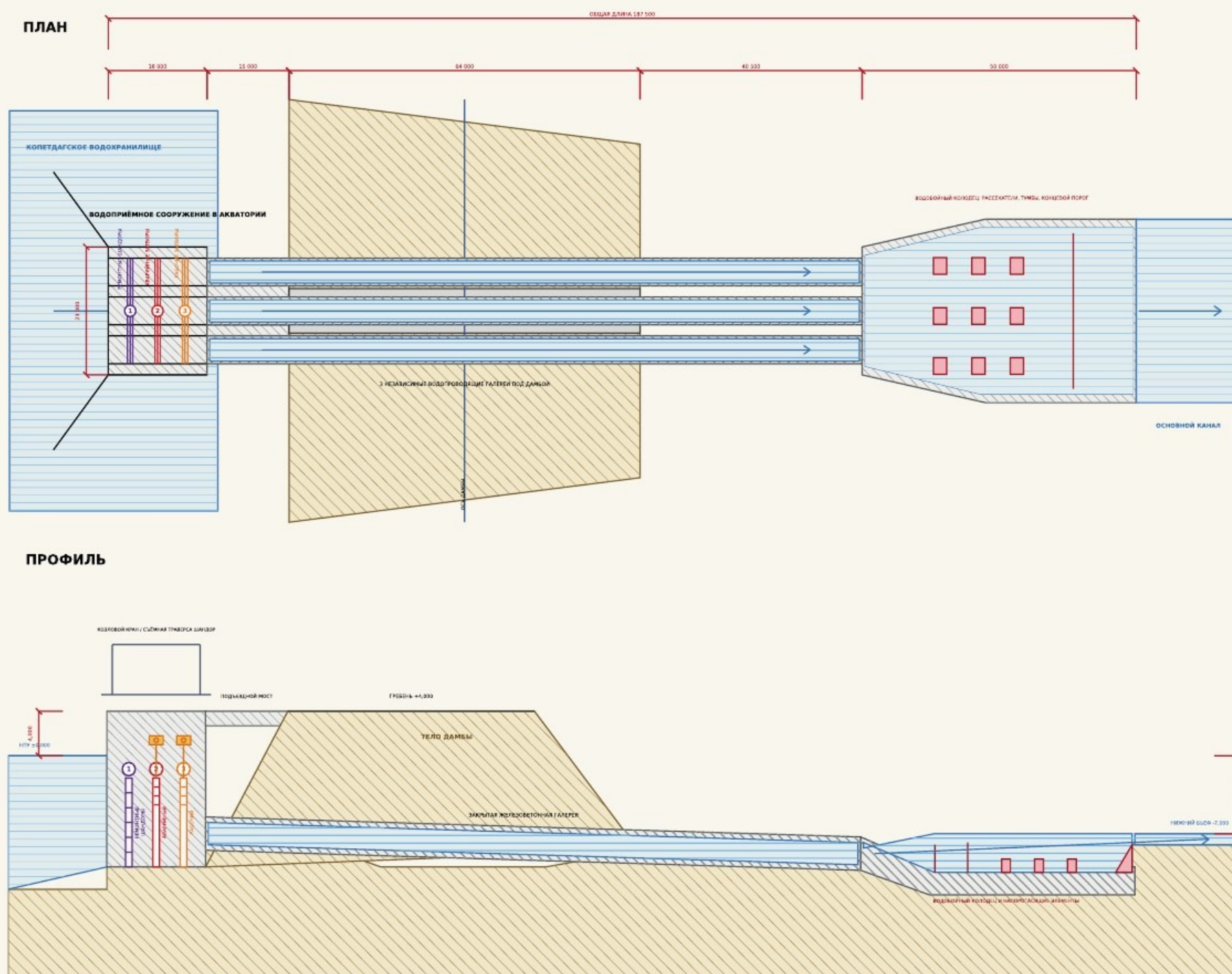
поперечный шов
(1/3 толщины, заполнение герметиком по уплотнительному шнуру)

продольный шов по сопряжению откос/дно
(1/3 толщины, заполнение герметиком по уплотнительному шнуру)

ГОЛОВНОЕ ВОДОВЫПУСКНОЕ СООРУЖЕНИЕ

ПЛАН И ПРОФИЛЬ ГОЛОВНОГО ВОДОВЫПУСКА

водоприемный в водохранилище · подъездной мост · дамба · выпуск · воллобой · основной канал



ПРИНЯТАЯ КОМПОНОВКА

Три пролёта шириной по 5,0 м.

Нормальный режим: 90 м³/с, ориентировочно по 45 м³/с через два рабочих пролёта.

Максимальный режим: 150 м³/с; проверяется расчётом напора, скоростей и кавитации.

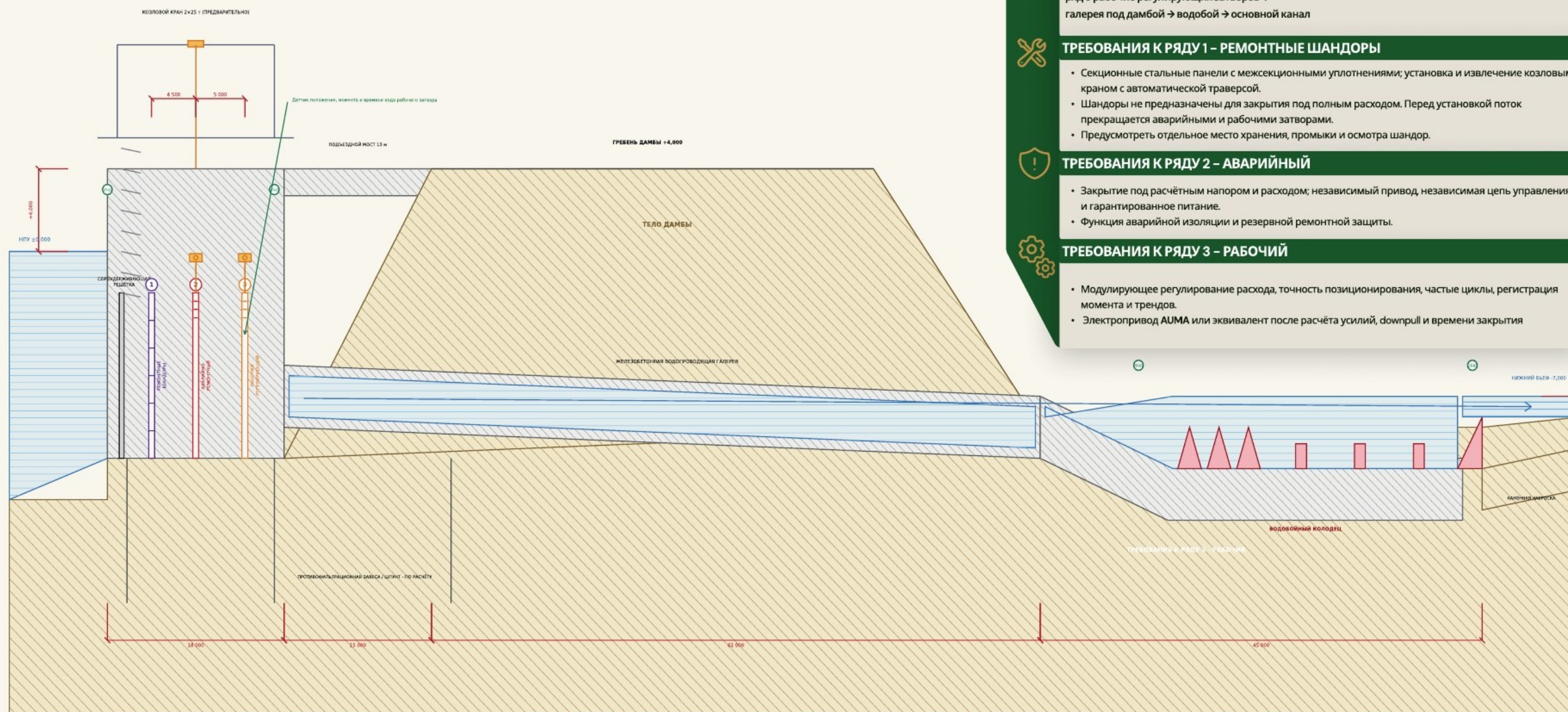
ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА

Рабочие уровни, потери в галереях, переходные режимы, водобой и режим N-1 подтверждаются одномерной/двумерной моделью, CFD и физическим моделированием до выпуска РД.

ГОЛОВНОЕ ВОДОВЫПУСКНОЕ СООРУЖЕНИЕ

ДЕТАЛЬНЫЙ ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ТИПОВОГО ПРОЛЁТА

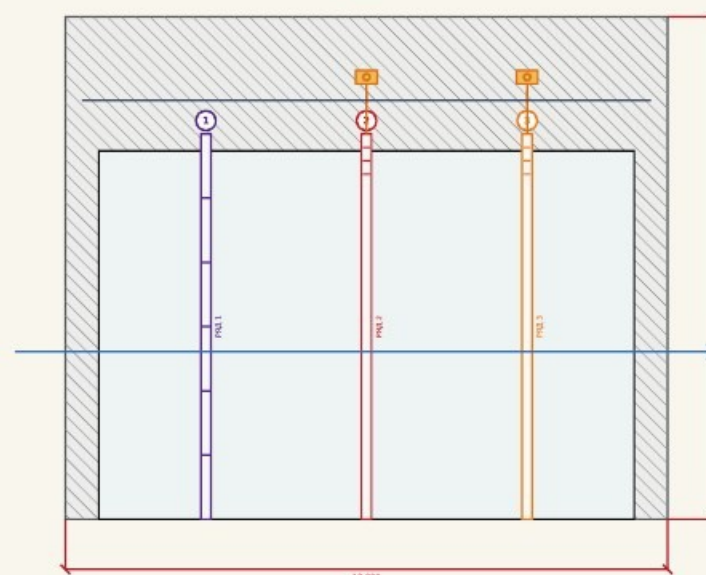
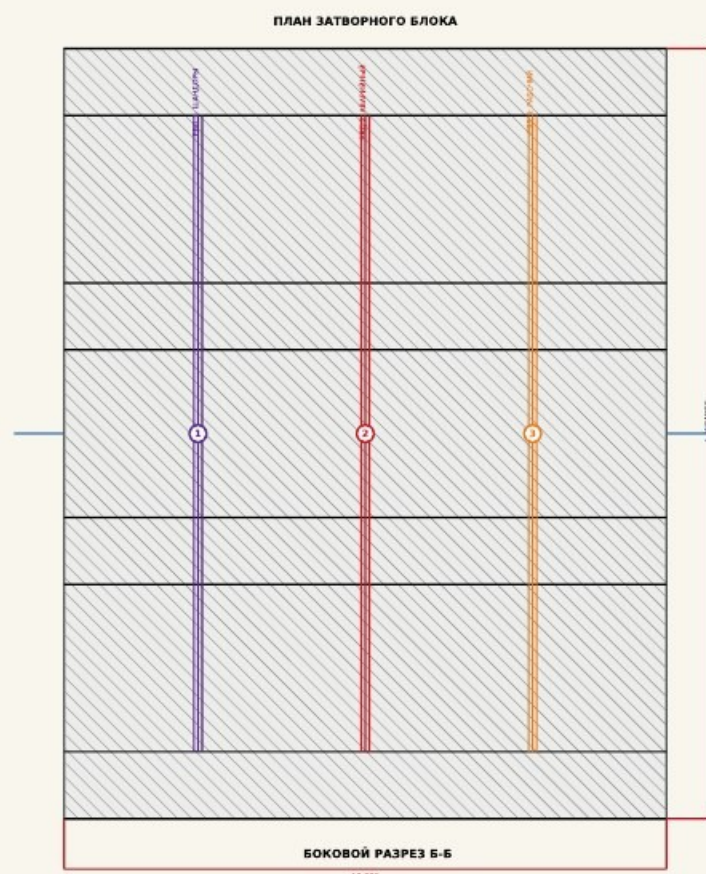
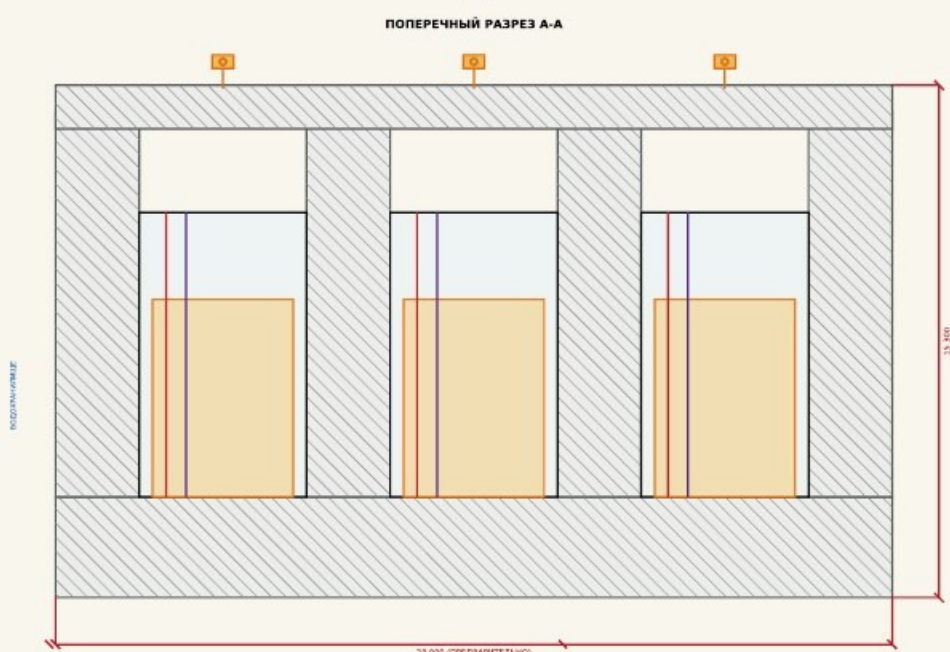
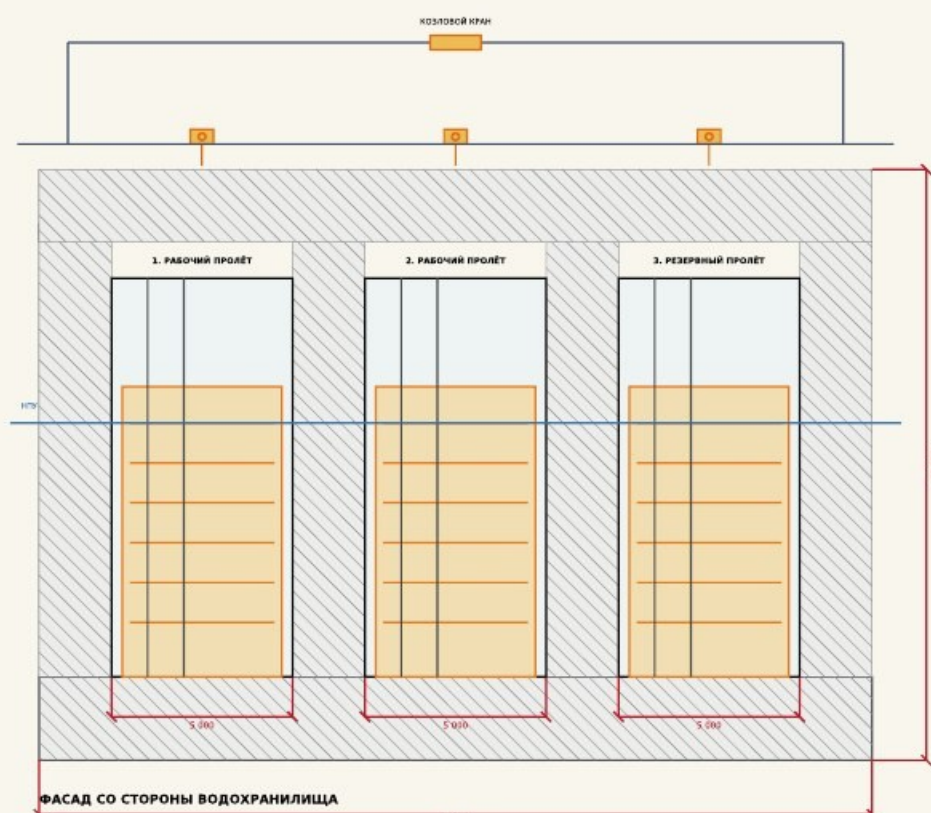
три ряда затворов · закрытая галерея под дамбой · выходное сооружение · напорогасящий бассейн



ГОЛОВНОЕ ВОДОВЫПУСКНОЕ СООРУЖЕНИЕ

ОБЩИЙ ВИД ВОДОПРИЁМНОГО СООРУЖЕНИЯ

фасад со стороны водохранилища · план затворного блока · поперечный и боковой разрезы



ОСНАЩЕНИЕ ВОДОПРИЁМНИКА

- Козловой кран с автоматической траверсой, ремонтные площадки и безопасный доступ к каждому ряду затворов.
- Сороудерживающие решётки и механизированная очистка; промывной тракт наносов по результатам гидравлики.
- Электроприводы аварийных и рабочих затворов с локальными шкафами, датчиками положения, момента и температуры.
- Дублированные уровнемеры верхнего и нижнего бьефов, расходомерный створ, CCTV, освещение и ВОЛС.
- Отдельные кабельные трассы safety / control / communications: заземление и молниезащита.



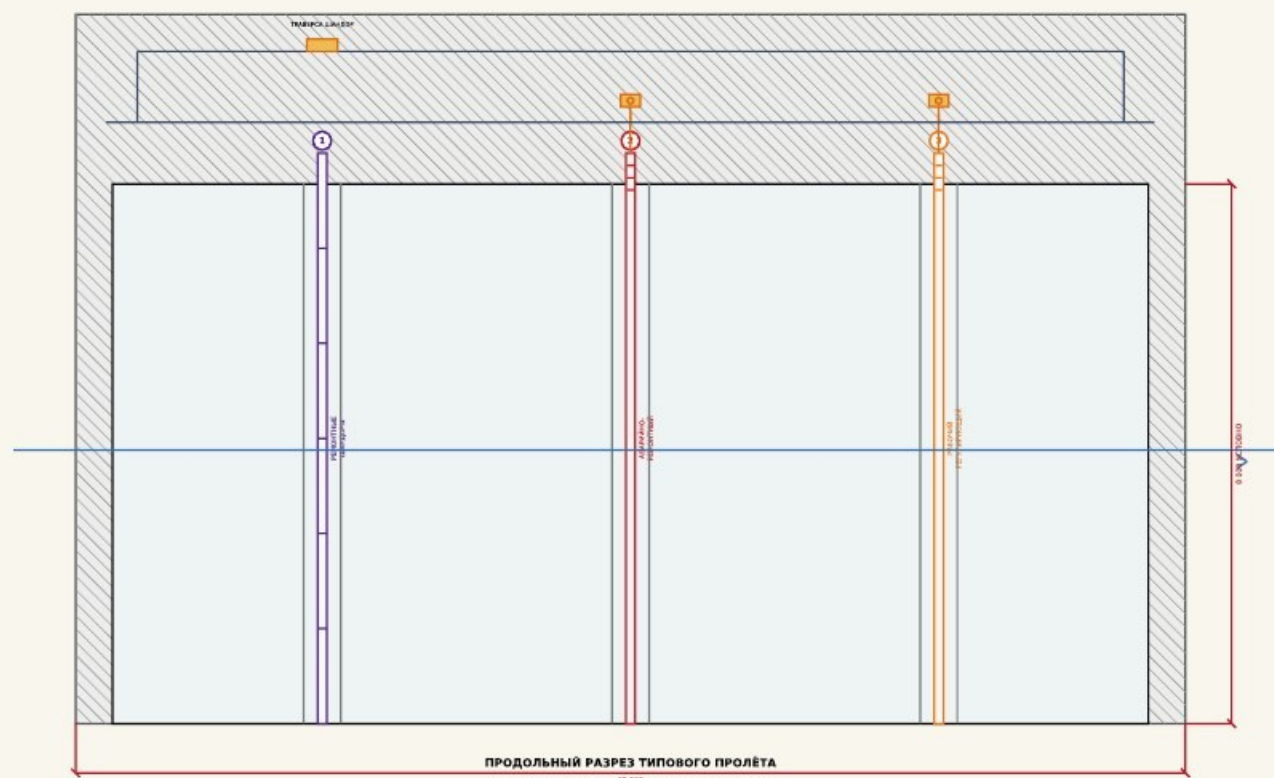
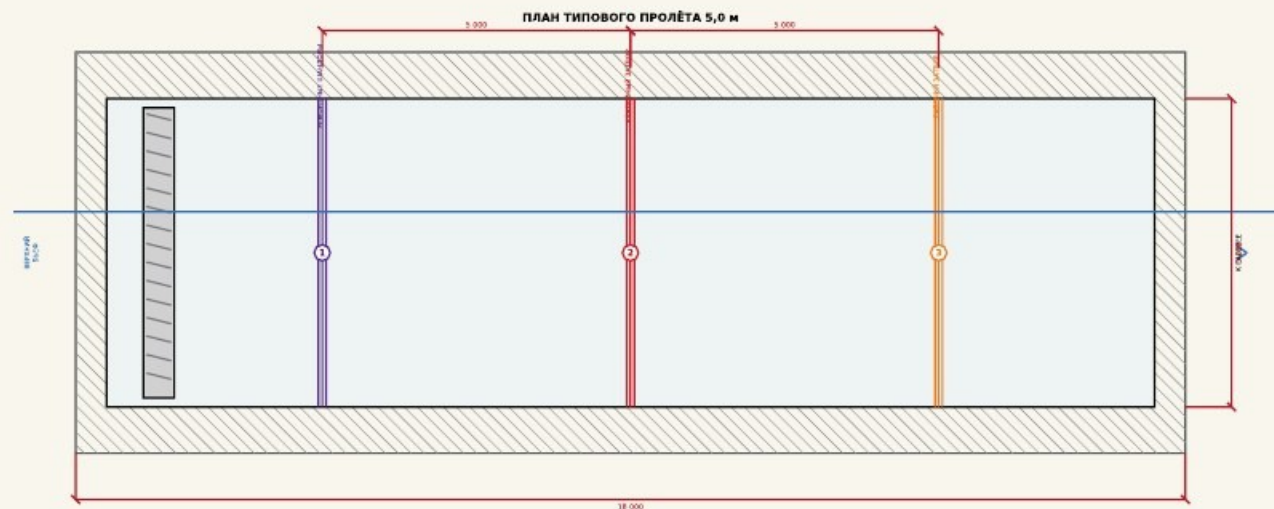
РЕЖИМ РАБОТЫ

- **Нормально:** два рабочих пролёта по ~45 м³/с; резервный пролёт закрыт и готов к включению.
- **Максимально:** любые два пролёта обеспечивают суммарно 150 м³/с после подтверждения CFD.
- **Ремонт:** шандоры изолируют выбранный пролёт; аварийный и рабочий затворы обслуживаются в осушенной камере.
- **Авария:** аварийный затвор закрывается независимо от SCADA; рабочий затвор переводится в безопасное положение.
- Общий расход ограничивается 150 м³/с аппаратно и программно.

ГОЛОВНОЕ ВОДОВЫПУСКНОЕ СООРУЖЕНИЕ

ТРИ РЯДА ЗАТВОРОВ–ДЕТАЛЬ ТИПОВОГО ПРОЛЁТА

ремонтные шандоры · аварийно–ремонтный затвор · рабочий регулирующий затвор



№	НАИМЕНОВАНИЕ	ПОЛОЖЕНИЕ	ОСНОВНАЯ ФУНКЦИЯ
1	ремонтные шандоры	хранятся вне потока	Осушение пролёта; установка краном после остановки потока
2	аварийный аварийно–ремонтный затвор	открыт	Быстрое независимое закрытие под напором; резервная изоляция
3	рабочий регулирующий затвор	по установке	Регулирование расхода, уровней и переходных режимов

НЕЗАВИСИМОСТЬ И РЕЗИРВИРОВАНИЕ



- Ряды 2 и 3 имеют разные направляющие, затворные полотна, тяги, редукторы, тормоза, концевые выключатели, датчики положения и локальные шкафы.
- Аварийный затвор питается от гарантированной секции, UPS/DC и резервного генератора; предусмотрен ручной механический дубль.
- Козловой кран и траверса шандор не являются единственным средством аварийного закрытия.

ЛОГИКА БЛОКИРОВОК



- Шандоры не перемещаются при наличии недопустимого перепада давления.
- Рабочий затвор не открывается при закрытом аварийном затворе без подтверждённой процедуры.
- Аварийное закрытие имеет приоритет над дистанционными командами SCADA и GARAGUM AI.
- Все команды, положения, моменты и причины остановов архивируются.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИСПЫТАНИЯ

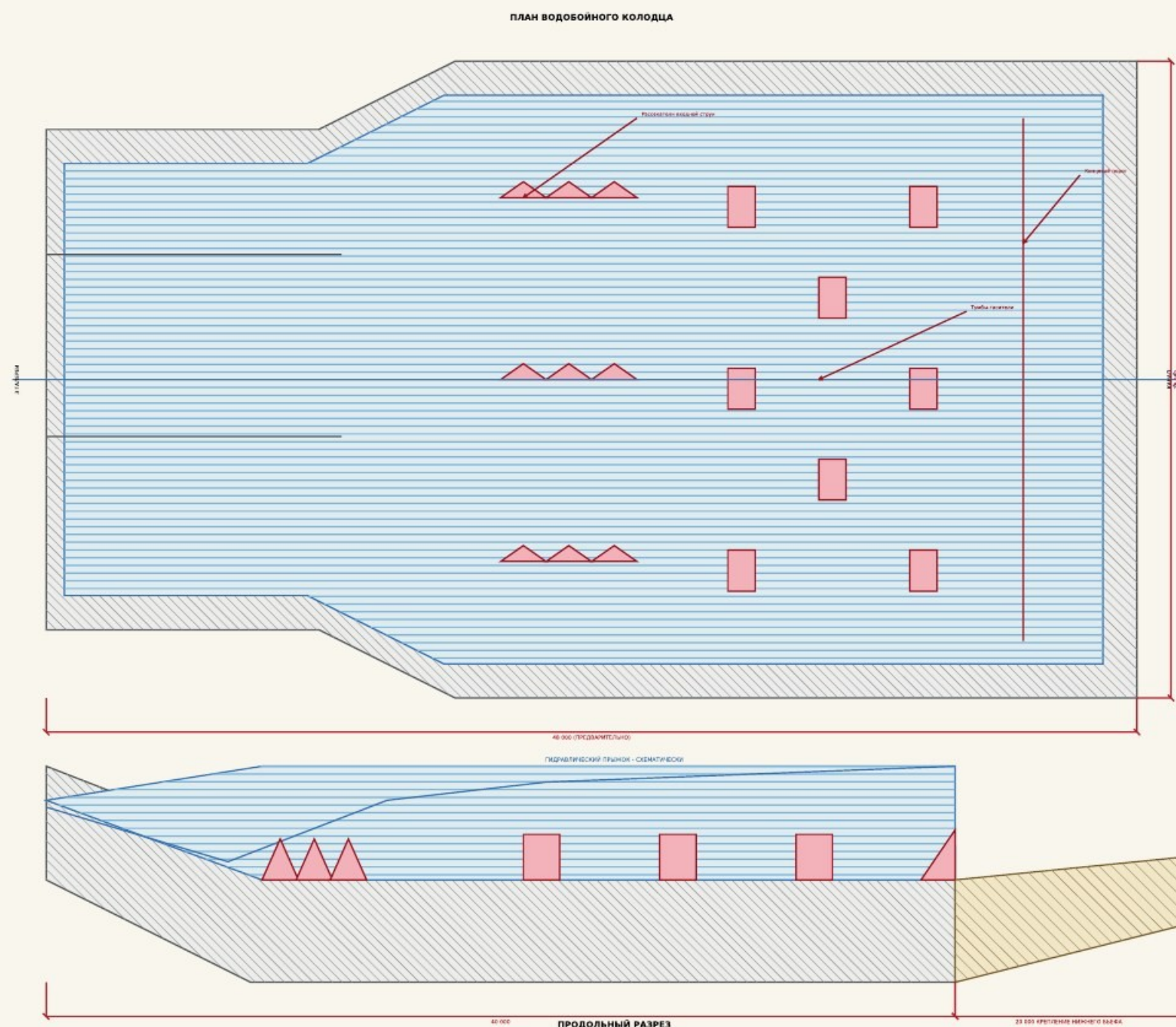


- Полотна и закладные детали: сталь S355 или эквивалент; направляющие и поверхности уплотнений – нержавеющая сталь.
- Уплотнения – сменные, стойкие к минерализации, температуре и наносам.
- FAT каждого привода и одного полностью собранного пролёта; SAT. мокрые испытания и проверка закрытия под расчётным напором.

ГОЛОВНОЕ ВОДОВЫПУСКНОЕ СООРУЖЕНИЕ

ВЫХОДНОЕ СООРУЖЕНИЕ И ГАШЕНИЕ ЭНЕРГИИ

переход от трёх галерей · водобойный колодец · блоки рассекатели · тумбы · концевой порог · крепление нижнего бьефа



РАСЧЕТНЫЕ РЕЖИМЫ

- $Q = 90 \text{ м}^3/\text{с}$ – нормальная эксплуатация.
- $Q = 150 \text{ м}^3/\text{с}$ – максимальный режим головного сооружения.
- Отдельно проверить режим одного пролёта, несимметричную работу двух пролётов, аварийное закрытие и быстрое открытие.
- Геометрия водобоя определяется по числу Фруда, глубине сопряжения, уровню нижнего бьефа и условиям размыва.



СОСТАВ НАПОРОГАСЯЩЕЙ СИСТЕМЫ

- Плавный переход от трёх галерей к общему бассейну.
- Рассекатели входной струи, тумбы-гасители, концевой зубчатый порог.
- Аэрационные устройства при риске кавитации.
- Отсечной зуб, дренаж, фильтр и каменная наброска нижнего бьефа

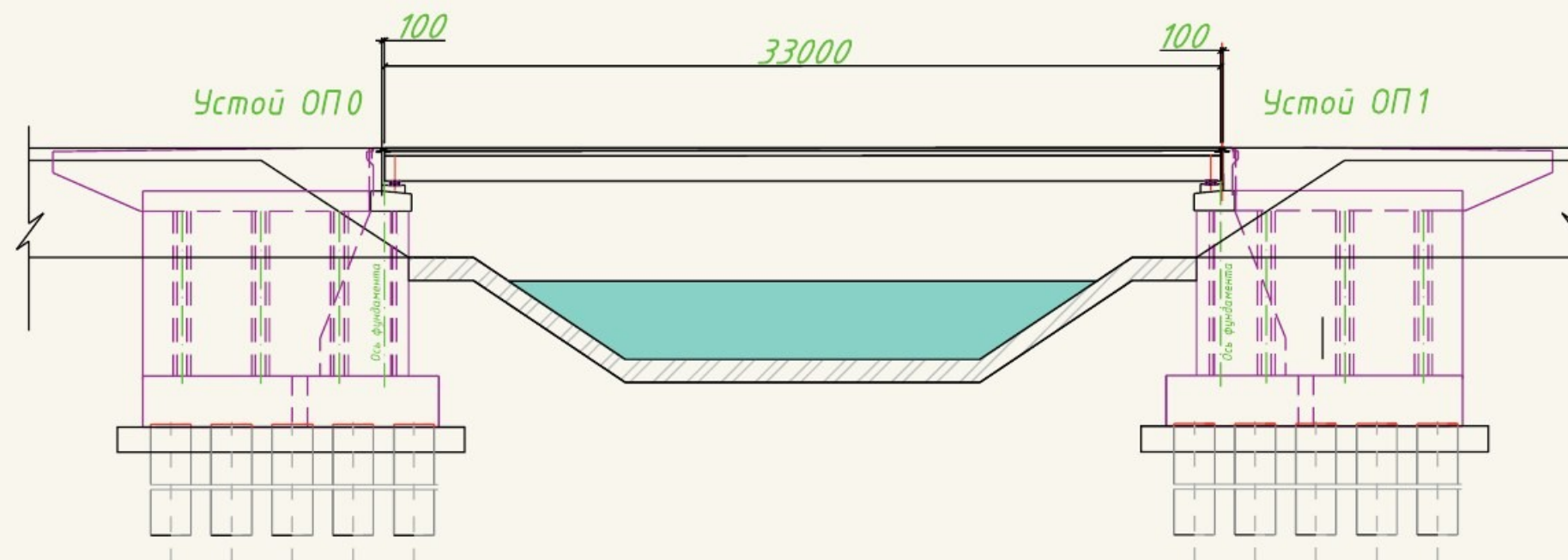


ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРОВЕРКИ

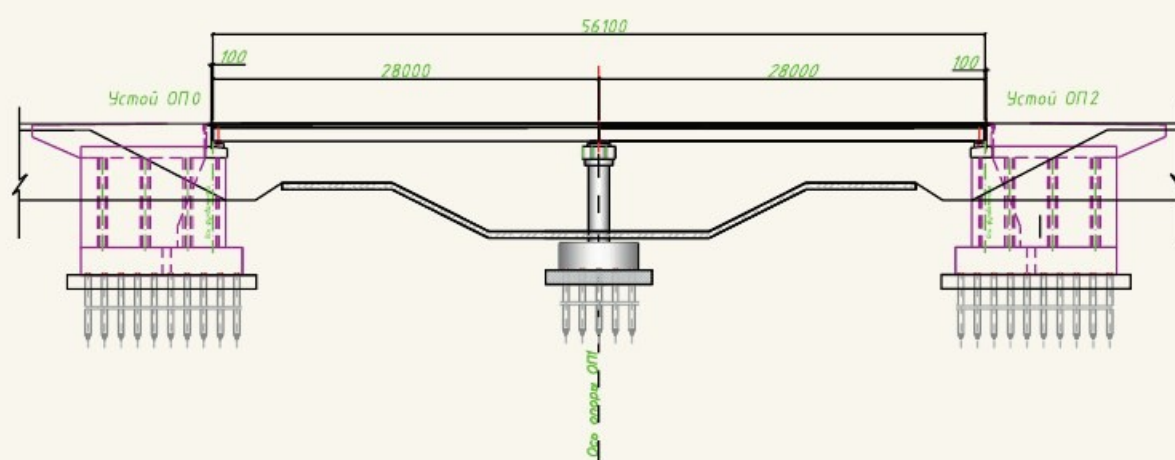
- 3D CFD для всех комбинаций затворов и уровней.
- Расчёт неустановившихся режимов, гидроудара, downpull, кавитации и вибрации.
- Проверка устойчивости плит от подъёмного давления и фильтрации.
- Физическая гидравлическая модель при наличии сложных несимметричных режимов.
- Мониторинг уровней, давления под плитой, вибрации, мутности и размыва.

АВТОДОРОЖНЫЕ МОСТЫ

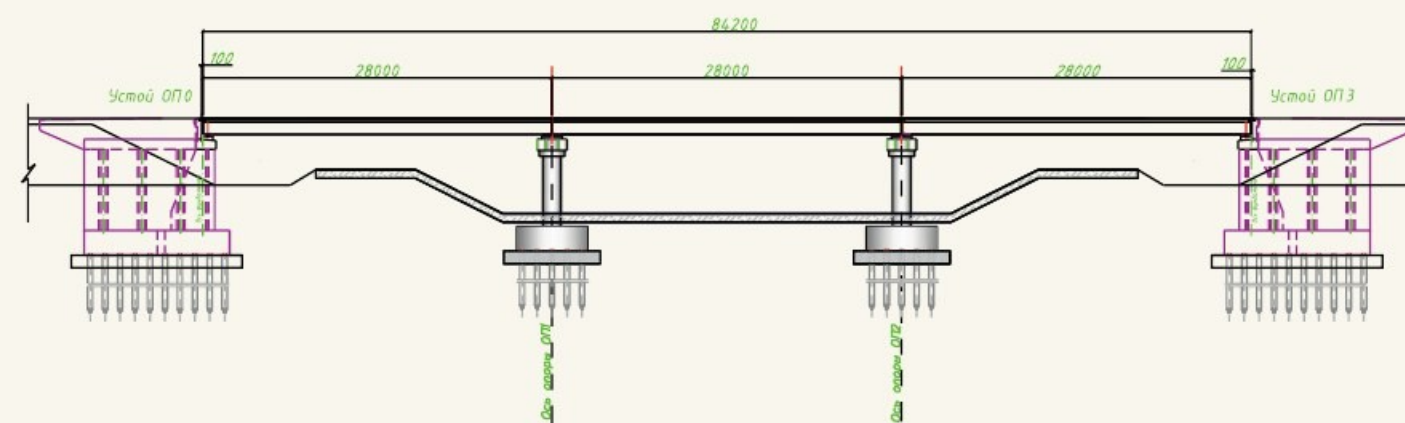
Мост через канал Каракум



Мост на эксплуатационной дороге через селевое русло (Тип 1)



Мост на эксплуатационной дороге через селевое русло (Тип 2)

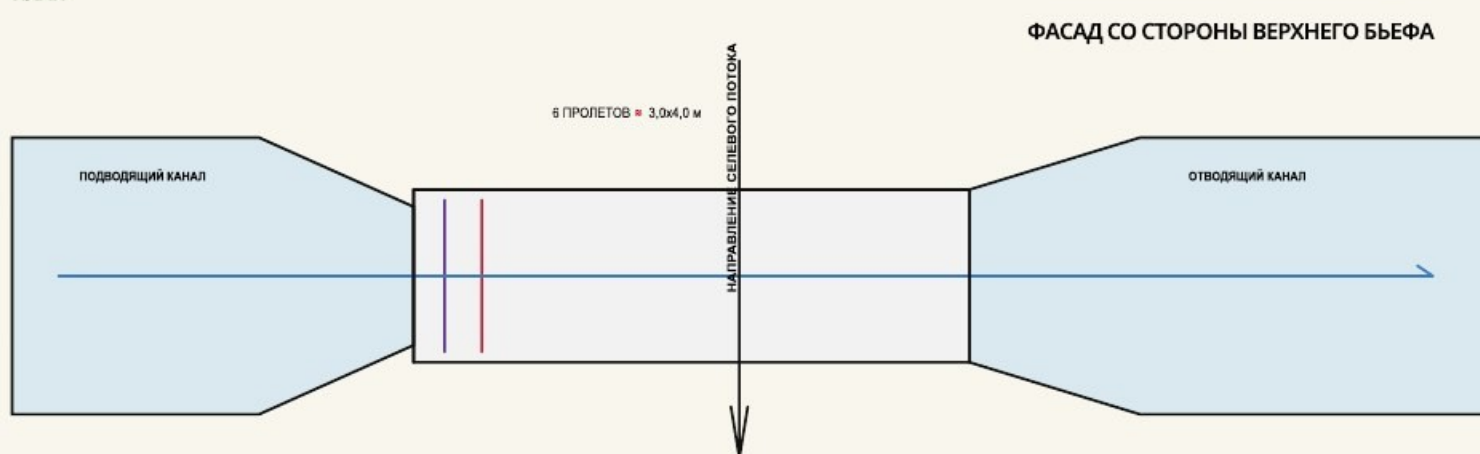


АКВЕДУКИ–СЕЛЕПРОПУСКИ

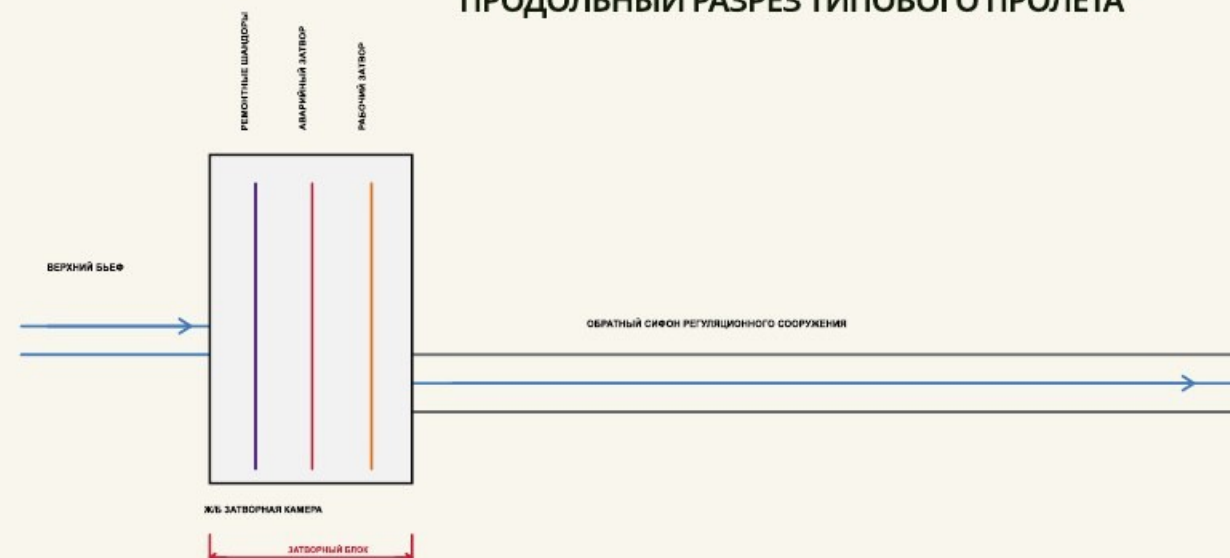
РЕГУЛИРУЕМОЕ СООРУЖЕНИЕ

РЕГУЛИРУЕМОЕ СООРУЖЕНИЕ

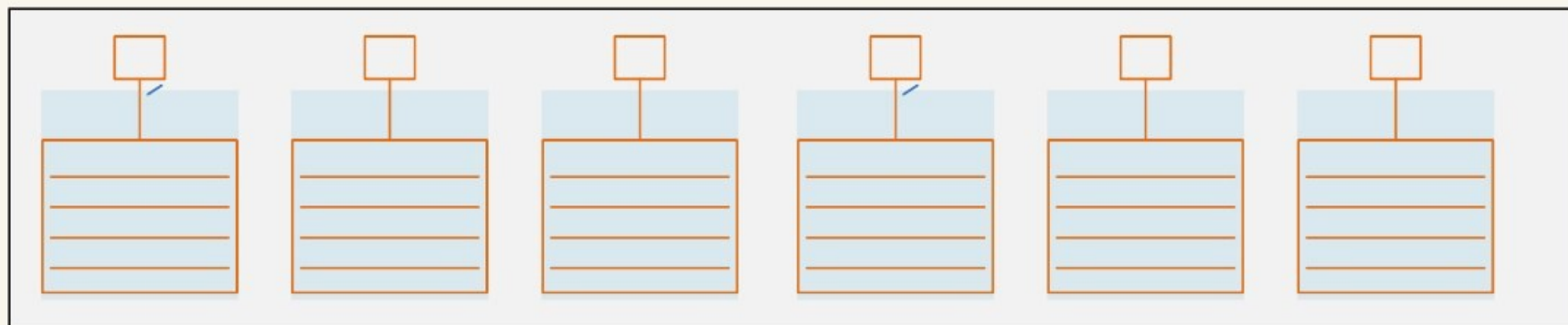
ПЛАН



ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ТИПОВОГО ПРОЛЁТА



ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ



РАБОЧИЕ ЗАТВОРЫ – 6 ШТ.

РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Количество пролётов: 6; чистый проём
- Расход: до 90 м³/с, окончательно по гидравлическому расчёту
- Нормальный режим: автоматическое поддержание уровня или расхода
- Ремонт: поочерёдное отключение пролёта без остановки объекта

ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ, SCADA И БЕЗОПАСНОСТЬ

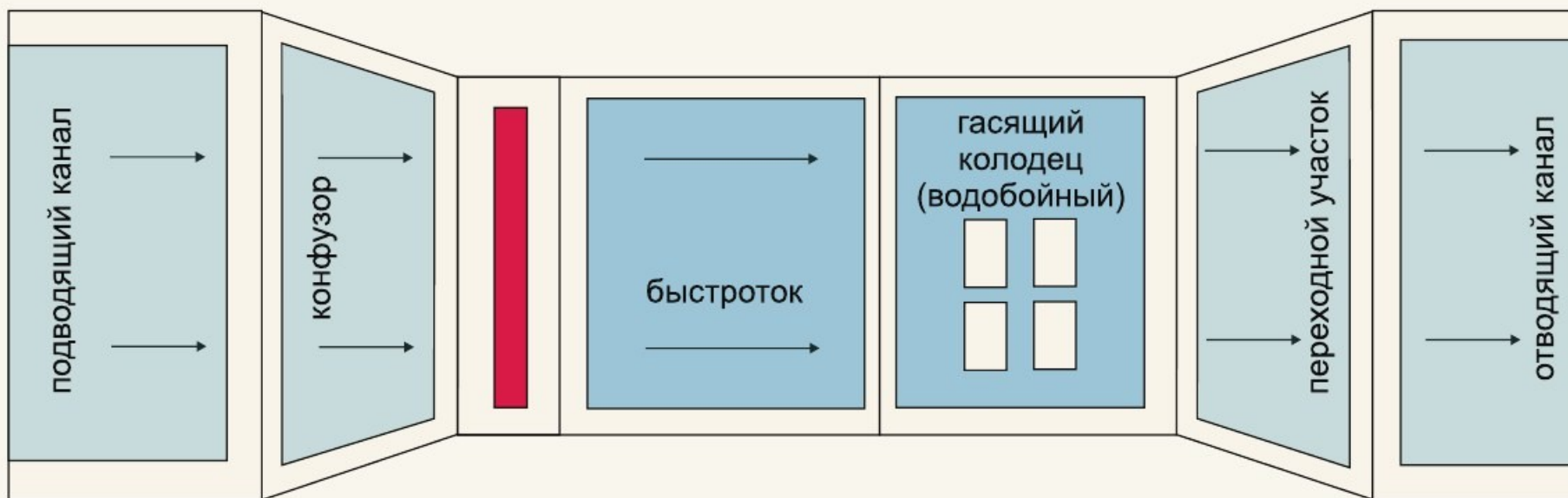
- Модульные электроприводы AUMA SA/GHT либо эквивалент
- Местное, дистанционное и автоматическое управление
- Датчики положения, момента, перекоса, уровня и расхода
- Резервированные PLC/связь/UPS; CCTV и журнал событий
- Hardwired interlocks и аварийное ручное управление

ПОРОГИ-РЕГУЛЯТОРЫ (БЫСТРОТОКИ)

РЕГУЛИРУЕМОЕ СООРУЖДЕНИЕ

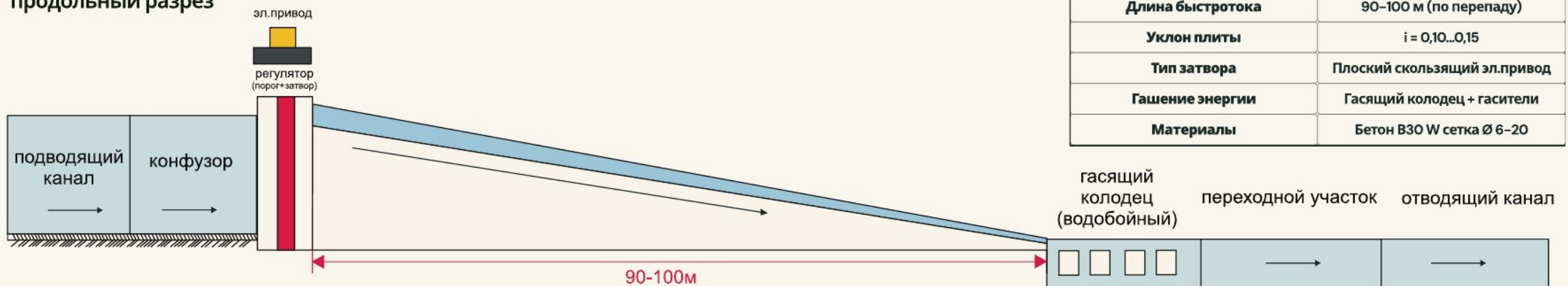
подводящий канал · конфузор · порог · быстроток · гасящий колодец (водобойный) · переходный участок · отводящий канал

БЫСТРОТОК С РЕГУЛИРОВАНИЕМ план



№	РАСПОЛОЖЕНИЕ	УЧАСТОК
1	км 902	участок В
2	км 904	участок В
3	км 910	участок В
4	км 912	участок В
5	км 914	участок В

БЫСТРОТОК С РЕГУЛИРОВАНИЕМ продольный разрез



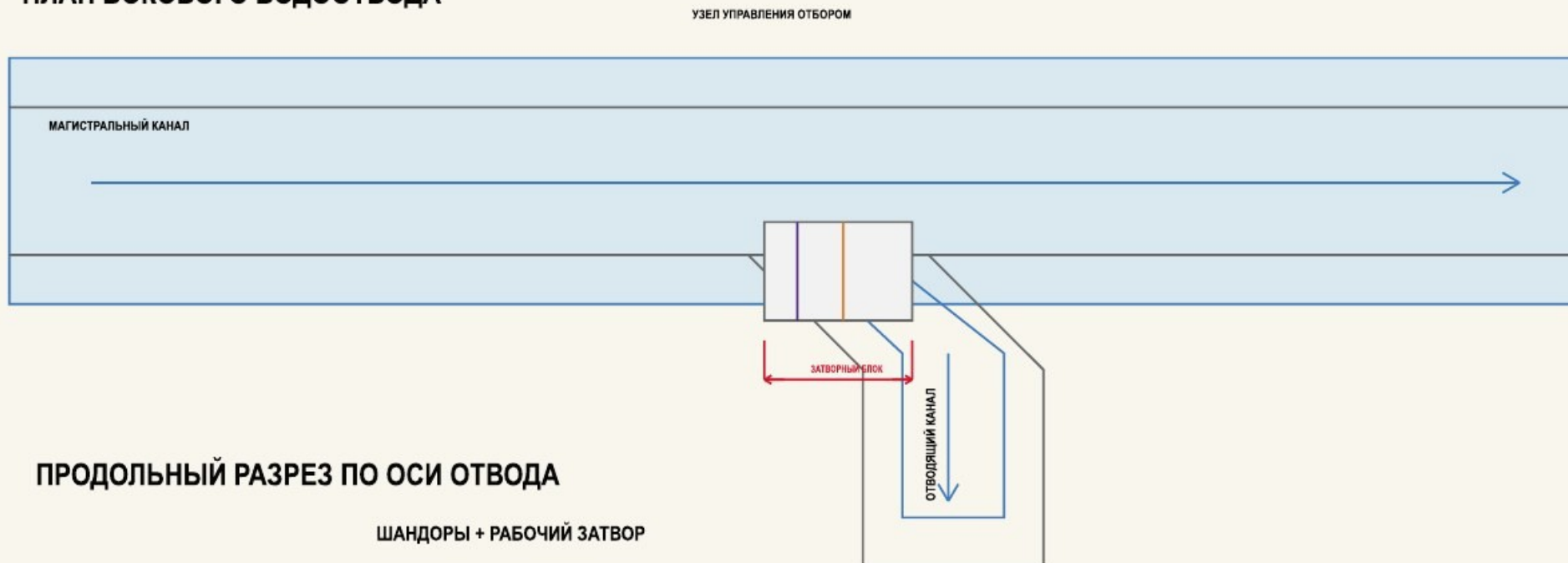
ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТИПОВОГО СООРУЖЕНИЯ

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Тип сооружения	Быстроток с регулированием
Расчётный расход	до 90 м³/с
Перепад отметок	10,0–14,0 м
Длина быстроточа	90–100 м (по перепаду)
Уклон плиты	$i = 0,10 \dots 0,15$
Тип затвора	Плоский скользящий эл.привод
Гашение энергии	Гасящий колодец + гасители
Материалы	Бетон В30 W сетка Ø 6–20

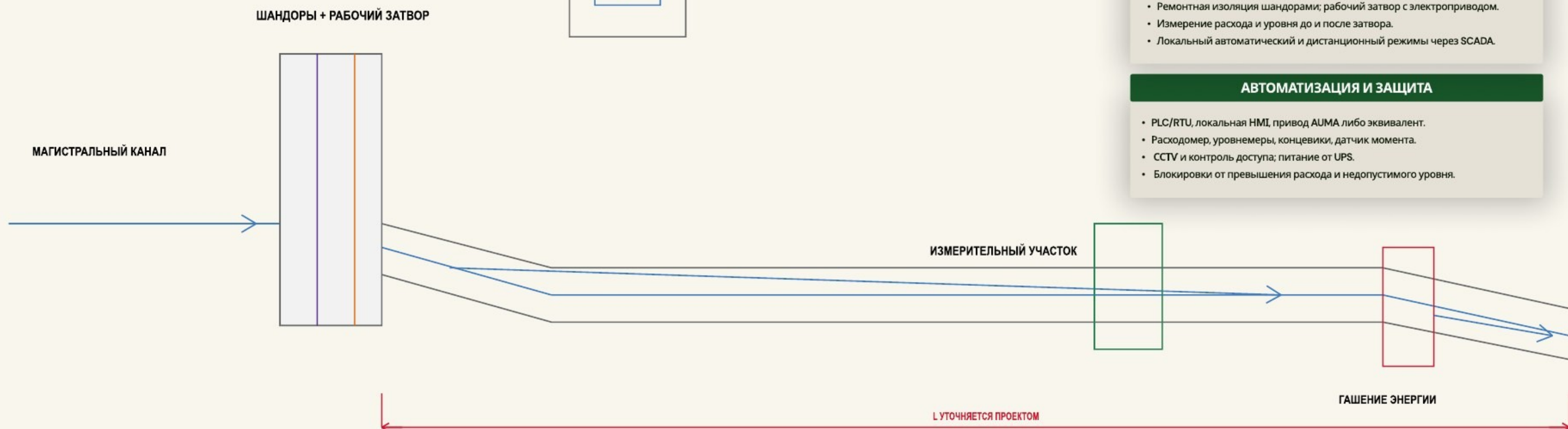
АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЗАТВОРЫ И БОКОВЫЕ КАНАЛЫ

ВОДООТВОДНОЕ СООРУЖЕНИЕ

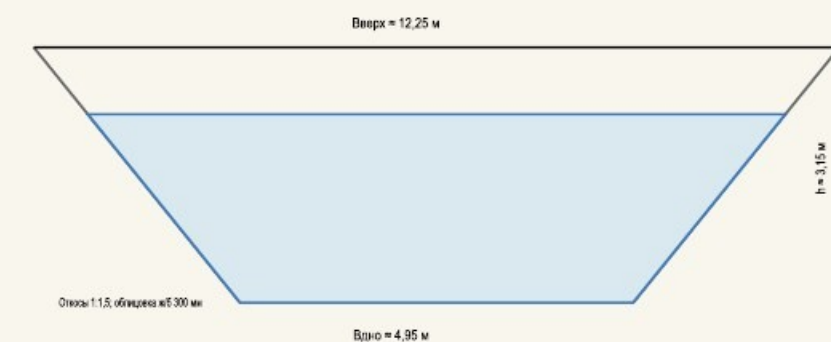
ПЛАН БОКОВОГО ВОДООТВОДА



ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ПО ОСИ ОТВОДА



ТИПОВОЕ СЕЧЕНИЕ ОТВОДЯЩЕГО КАНАЛА



ФУНКЦИИ

- Регулируемый отбор воды из магистрального канала.
- Рабочий расход задается утвержденным водным балансом.
- Ремонтная изоляция шандорами; рабочий затвор с электроприводом.
- Измерение расхода и уровня до и после затвора.
- Локальный автоматический и дистанционный режимы через SCADA.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЗАЩИТА

- PLC/RTU, локальная НМД, привод АУМА либо эквивалент.
- Расходомер, уровнемеры, концевики, датчик момента.
- CCTV и контроль доступа; питание от UPS.
- Блокировки от превышения расхода и недопустимого уровня.

АВАРИЙНЫЙ СБРОС И ОБРАТНЫЙ СИФОН

1. ПЛАН ШЕСТИНИТОЧНОГО СИФОНА

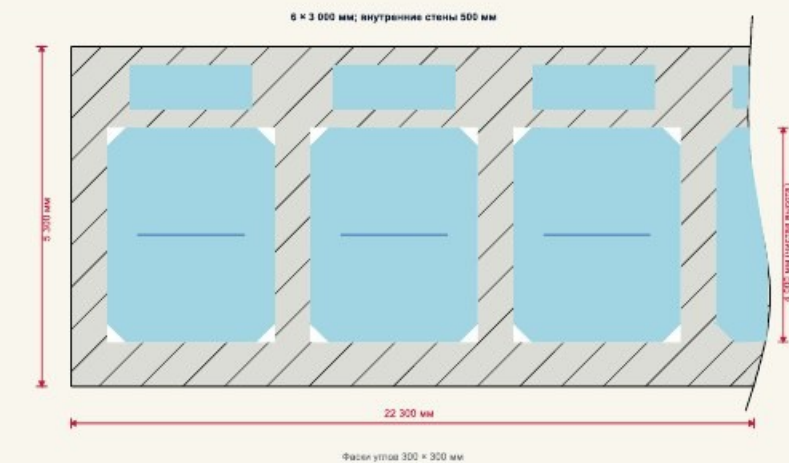


3. ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ПО ОСИ ОДНОЙ НИТКИ



ОБРАТНЫЙ СИФОН – ШЕСТИНИТОЧНЫЙ
отдельное сооружение; прямоугольные водопропускные ячейки

2. ТИПОВОЕ ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ



4. ПАРАМЕТРЫ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ВЫВОДЫ

Геометрическая база (концептуально)

- 6 нитей x 3 000 мм чистой ширины.
- Чистая высота 4 000 мм; общая высота корпуса 5 300 мм.
- Общая ширина корпуса 22 300 мм.
- Длина закрытой части 35 000 мм.
- 6 нитей специального аварийного сброса.
- Бетон: $f_{ck} \geq 27$ МПа; арматура $f_y \geq 400$ МПа – уточнить расчётом.

Эксплуатационная логика

- Распределение расхода по шести ниткам; балансировка по уровням и потерям напора.
- Изоляция каждой нитки верховыми и низовыми ремонтными затворами.
- Режим при выводе одной нитки определяется гидравлическим расчётом; N-1 – не заявляется без проверки.
- Контроль давления, расхода, уровня, заилиenia и состояния швов; CCTV на порталах.
- Аварийный сброс осуществляется через 6 специальных сбросных нитей.

ЗАЩИТНАЯ ДАМБА И СЛУЖЕБНАЯ ДОРОГА

ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ ПОЛОСЫ ОТВОДА

левый берег: защитная дамба

правый берег: асфальтированная дорога



А – ЗАЩИТНАЯ ДАМБА (левый берег)

Расположение	Левый берег, от 850 до 1100 км
Протяжённость	≈ 250 км
Ширина гребня (по верху)	5,0 м
Откосы	1:2 (пологие, устойчивые)
Отметка гребня	выше уровня воды в реке
Материал насыпи	грунт от выемки канала (без вывоза)
Функции	защита от паводков и селевых выбросов
Закрепление	фитомелиорация · ветрозащита от заносов
Ограждение	по п.23 ТЗ – «в необходимых местах»

В – СЛУЖЕБНАЯ И АСФАЛЬТИРОВАННАЯ ДОРОГА (правый берег)

Расположение	Правый берег, от 850 до 1100 км
Протяжённость	≈ 250 км
Ширина проезжей части	5,0 м
Тип покрытия	Асфальтобетон (двухслойный · Т = 50-100 мм)
Основание	Щебень фракционный · Т = 150-250 мм
Отметка полотна	выше уровня воды в реке
Функции	эксплуатация + вторичная защитная насыпь
Расчётная нагрузка	A11 (до 11 т/ось) – под тех. транспорт
Ограждение	барьерное вдоль обочин

БЕТОНОУКЛАДОЧНЫЙ КОМПЛЕКС GOMACO

Три основных производственных потока и комплект стратегического резерва

1

Профиль

9500 trimmer; 3D-контроль основания

2

Геосинтетика

геотекстиль, HDPE, геотекстиль; сварка и испытания

3

Облицовка

индивидуальная GOMACO-система по результату vendor study

4

Швы

гидрошпонка; поперечный шаг 4,5 м тип.

5

Уход

Spanit + T/C-600; температурный контроль

ПЛАНОВАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Суммарно 420–480 м готовой облицовки в сутки. Средняя производительность одного рабочего потока 140–160 м/сутки. Значение подтверждается опытным участком и непрерывной подачей 2 800–3 200 м³ бетона в сутки.

КОНФИГУРАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

SL-750, SL-450 и CF-790 относятся к финишерам. Основная система укладки и индивидуальная форма выбираются GOMACO после анализа сечений, армирования, геосинтетики, логистики бетона и переходов.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НА ЗАХВАТКЕ 400–500 М

1

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ РАЗБИВКА

вынос оси и бровок, реперы, загрузка 3d модели в машины

2

РАЗРАБОТКА ВЫЕМКИ

экскаваторы + бульдозеры; перемещение грунта в кавальеры и насыпь дороги

3

ТОЧНАЯ СРЕЗКА ТРИММЕРОМ

профиль откосов и дна с допуском ± 5 мм под облицовку

4

ОСНОВАНИЕ

уплотнение ложа, отсыпка и уплотнение ПГС 10 – 15 см

5

СИСТЕМА ДРЕНАЖА

двухстенные гофрированные жесткие трубы Ø110 мм в термоскрепленном геотекстиле

6

ГЕОСИНТЕТИКА

геотекстиль + геомембрана ПЭВП; сварка двойным швом, искровой контроль 100 %

7

КАРКАС ИЗ ДВУХ АРМАТУРНЫХ СЕТОК

раскладка карт 200 x 200 диаметр 12, диаметр 16, А 500

8

БЕТОНИРОВАНИЕ

скользящая опалубка: откос + дно + откос за проход; вибрация, отделка

9

ШВЫ

поперечные через 4–4,5 м (нарезка), продольные через 3–4 м (нарезка).
Установка уплотнительных шнуров

10

УХОД ЗА БЕТОНОМ

плёнкообразующий состав машины по уходу за бетоном

11

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

кубики/керны, водонепроницаемость W8, приёмка захватки, исполнительная съемка

ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ И БАЛАНС МАСС

Базовый диапазон до выпуска цифровой модели рельефа

18,19 млн м³

геометрическая призма

по типовым сечениям

22-32 млн м³

плановый диапазон

для мобилизации и графика

45,8 млн м³

верхний сценарий P90

только после подтверждения DTM

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУНТА

Пригодный грунт направляется в тело эксплуатационной дороги, бермы, площадки и обратные засыпки. непригодный, засоленный или просадочный грунт учитывается отдельно с местом складирования и плечом перевозки.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ РАСЧЁТ

Продольные профили через 50-100 м, коэффициенты разрыхления и уплотнения, классификация пригодности, среднее плечо перевозки, вместимость кавальеров и помесечная mass-haul диаграмма.

Формулировка для договора: «максимальное повторное использование пригодного грунта в пределах объекта». Утверждение «без вывоза» применяется только после подтверждения баланса масс.

ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ

Контрактная продолжительность 60 месяцев; 48 месяцев сохраняются как внутренний ускоренный план

0

мес. 1-18

Изыскания, гидромодель, ТЭО, проект и опережающие комплекты РД

1

мес. 4-14

Мобилизация, базы, БСУ, карьеры, опытные участки и закупка long-lead оборудования

2

мес. 9-42

Земляные работы четырьмя потоками; дороги, кавальеры и основания

3

мес. 12-48

Облицовка тремя GOMACO-потоками; средний темп 420-480 м/сутки

4

мес. 10-50

Головное сооружение, мосты, акведуки, дюкеры, быстротоки и сбросы

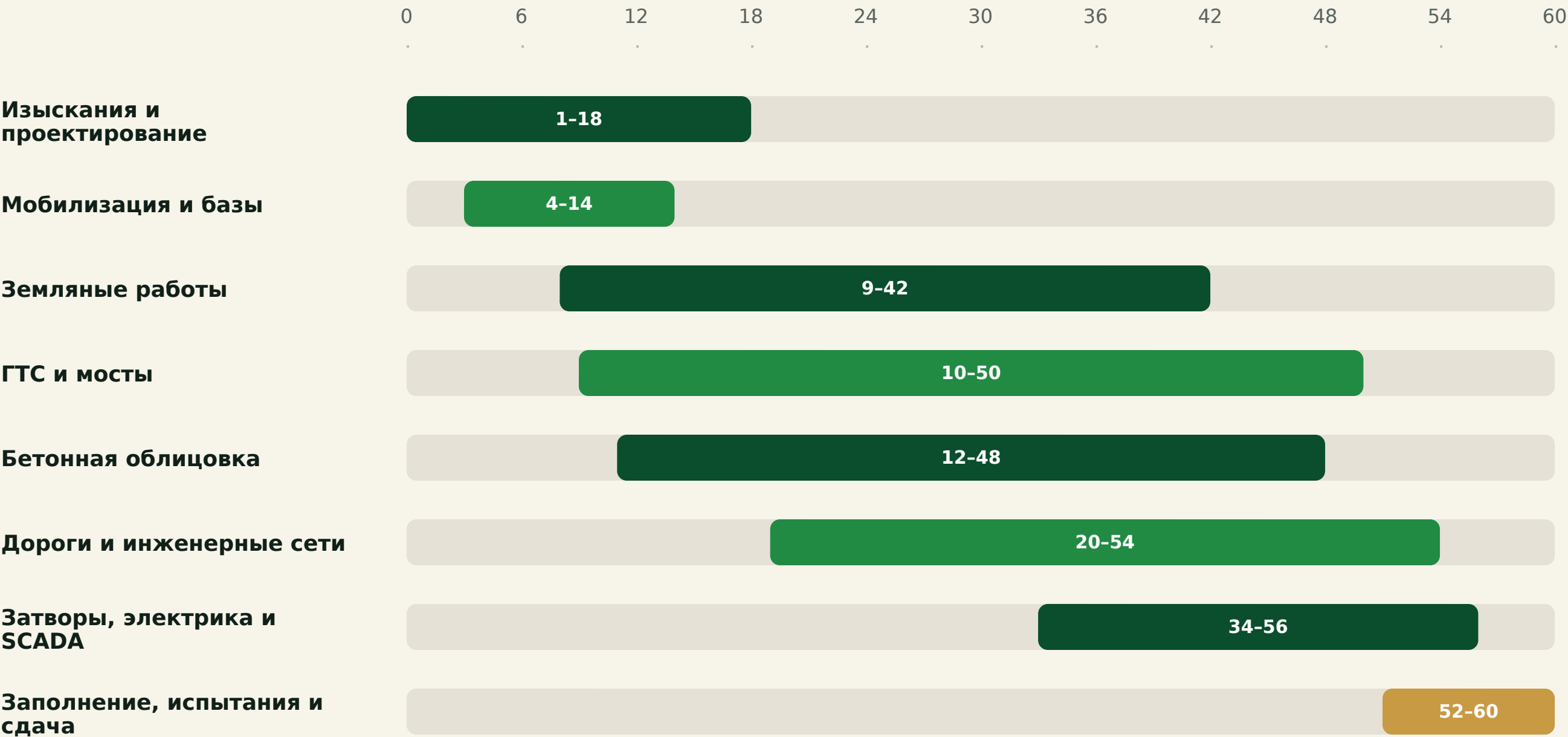
5

мес. 34-60

Затворы, электрика, SCADA, посекционное заполнение, испытания и передача

КОНТРАКТНЫЙ ГРАФИК, 60 МЕСЯЦЕВ

От Notice to Proceed до окончательной передачи



КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА

График становится обязательным после DTM, гидравлической модели, vendor study GOMACO и ресурсно загруженного CPM. Посекционная сдача начинается до завершения всей трассы.

ОСНОВНЫЕ ОБЪЁМЫ ПО УЧАСТКАМ

Земляные работы показаны диапазоном; сооружения учитываются отдельным ВОQ

Участок	Длина, км	Земляные работы, млн м³	Бетон облицовки, тыс. м³	Арматура облицовки, тыс. т	Геомембрана, млн м²
А 850-917	67	6,5-9,4	522	50,2	2,15
В 917-930	13	1,5-2,2	104	10,0	0,43
С 930-958	28	2,9-4,2	214	20,5	0,88
Д 958-1002	44	4,5-6,5	336	32,3	1,38
Е 1002-1100	98	6,6-9,7	644	62,0	2,66
ИТОГО	250	22,0-32,0	1 820	175,0	7,50

ОТДЕЛЬНЫЙ ВОQ

Бетон и арматура головного сооружения, мостов, акведуков, дюкеров, быстротоков и аварийных сбросов добавляются после расчётов. Закупка арматуры облицовки: 180-184 тыс. т с учётом нахлёстов и отходов.

ОСНОВНАЯ ТЕХНИКА ПРОЕКТА

Мобилизационная база для трёх потоков облицовки и четырёх потоков земляных работ

ОБЛИЦОВКА GOMACO

Наименование	Количество
GOMACO 9500 trimmer	3 + 1 резерв
Основная GOMACO paving / finishing system	3 + 1 резерв
Машина установки гидрошпонки	3 + 1 резерв
Spanit work bridge	3 + 1 резерв
T/C-600 texture / cure	3 + 1 резерв
RC conveyors	6 + 2 резерв
SL-450 / Commander III, вспомогательные	2 / 3

БЕТОН, ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ И СООРУЖЕНИЯ

Наименование	Количество
БСУ 120 м³/ч	5 + 1 резерв
Автобетоносмесители 10 м³ / насосы	70 / 8
Экскаваторы 2,5–4 м³: рабочие / резерв	20 / 4
Экскаваторы 1,0–1,8 м³ / бульдозеры D8–D9	12 / 32
Самосвалы 25–40 т	120 + до 30 по mass-haul
Катки / автогрейдеры	26 / 14
Краны 25–100 т / буровые установки	20 / 6
Погрузчики / поливомоечные / тралы / сервис / лаборатории	24 / 30 / 6 / 12 / 6

Экскаваторы: 20 рабочих + 4 резервных машины основного цикла и 12 универсальных машин для сооружений, откосов и сетей.
Общий парк: 36 единиц.

ПЕРСОНАЛ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Пиковая численность для трёх потоков облицовки и одновременного строительства сооружений

Категория	Пик, чел.
ИТР, управление, проектирование, геодезия	450
Земляные работы и водители	700
БСУ, облицовка, арматура и геосинтетика	1 100
Головное сооружение, мосты, акведуки и дюкеры	1 000
Дороги, дренаж, сети и ограждение	500
Механика, электрика и SCADA	220
Ремонт, логистика, склады, лагеря и охрана	480

4 450 чел.

общая пиковая численность

≈3 100 чел.

средняя численность

5 000 мест

вахтовые городки с резервом

СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАНАЛА

АСУ ТП / SCADA

Диспетчерский центр (Берекет)
+ 8 контролируемых пунктов;
дистанционные затворы
регулятора и водовыпуска



ГИДРОМЕТРИЯ

УЗ-расходомеры на
границах участков,
уровнемеры на
акведуках,
автоматические посты
качества воды



СВЯЗЬ И ЭНЕРГЕТИКА

ВОЛС в теле бермы
вдоль 250 км,
резерв — радиоканал;
солнечные станции
с АКБ на удалённых пунктах



СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАНАЛА

КОНТРОЛЬ ФИЛЬТРАЦИИ

Пьезометрические створы через 10 км,
дренажные колодцы у сооружений,
регламент мониторинга



ЗАЩИТА ОТ ЗАНОСОВ

ветрозащитные кавальеры + фитомелиорация;
регламент механической очистки русла и швов



СЛУЖБА ЭКСПЛУАТАЦИИ

Эксплуатационные участки, техника
и аварийный резерв материалов
для планового обслуживания и
оперативного ремонта.



МИРОВЫЕ АНАЛОГИ

ТЕХНОЛОГИЯ СКОЛЬЗЯЩЕЙ ОПАЛУБКИ GOMACO (США)

мировой стандарт облицовки крупных каналов

ALL-AMERICAN CANAL, США

37 км бетонного канала: поезд GOMACO «укладчик + машина ПВХ водостопов + мост отверждения»; ширина по верху 45,7 м; скользящая опалубка 21,9 м за один проход.

КАНАЛ НАРМАДА, ИНДИЯ

Крупнейший облицованный канал мира: 444 км магистрали + 3 000 км ветвей; десятки комплексов GOMACO серии 700, конвейеры RC, мосты Spanit.

ВОДОХРАНИЛИЩЕ, КАЗАХСТАН

Финишер GOMACO SL-750 с рамой 45 м; климат-аналог Каракумов

КАНАЛЫ ТУРЦИИ (АМАСЬЯ – ТАСОВА)

Трапецеидальные сечения как на участках А-Е; одновременная срезка триммером и укладка — темп до 500 м/сутки.

КЛЮЧЕВЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Техническая готовность, контролируемые объёмы и организация строительства

01

Единая ответственность EPC

ALTCOM объединяет изыскания, проектирование, закупки, строительство и ввод объекта в эксплуатацию.

02

Гидравлическая безопасность

Одномерная и двумерная модели, CFD и физическое моделирование подтверждают режимы головного сооружения и переходных участков.

03

Промышленная технология GOMACO

Три параллельных потока облицовки и стратегический резерв обеспечивают плановый темп 420-480 м готового канала в сутки.

04

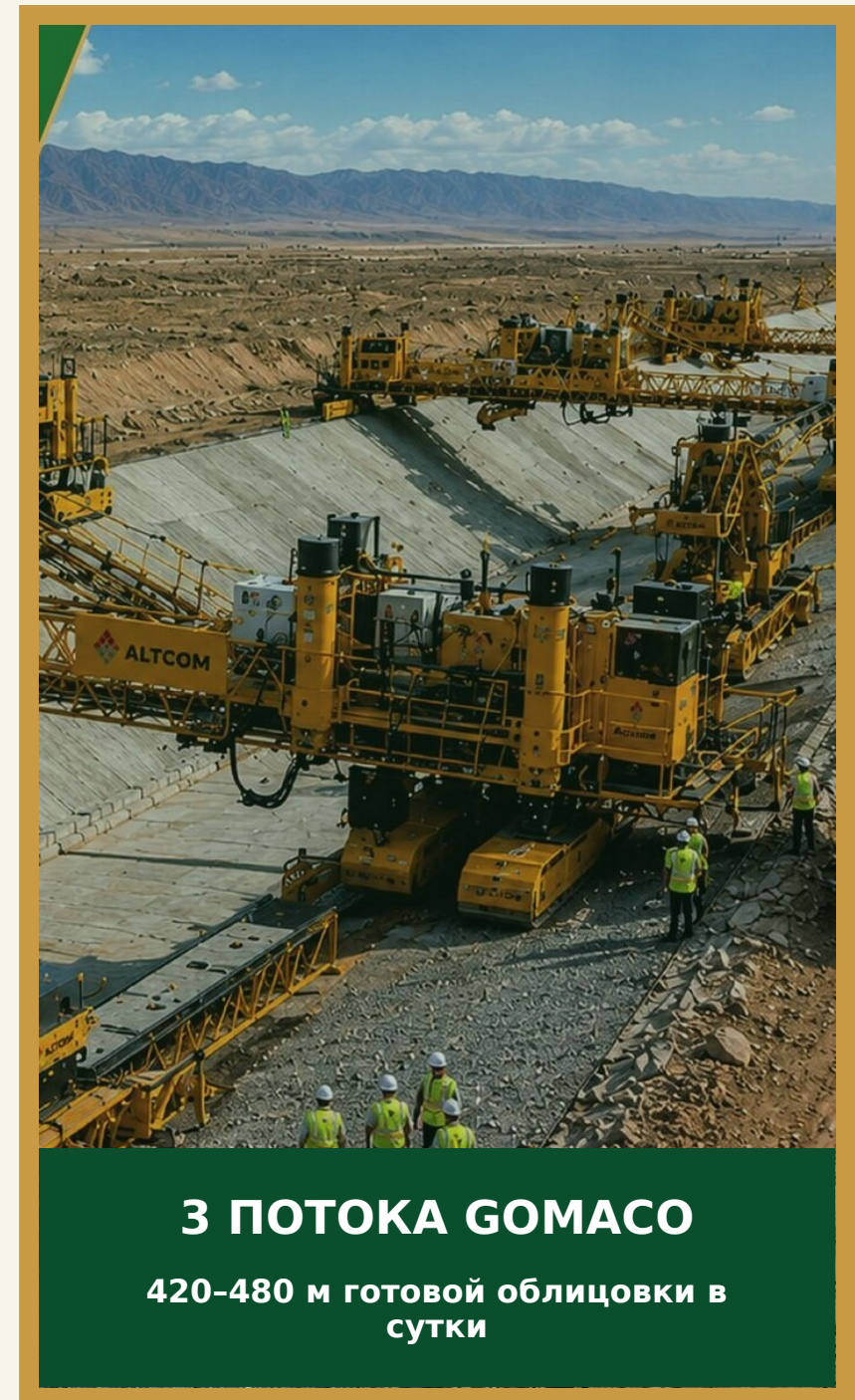
Контроль объёмов и ресурсов

Геометрия облицовки подтверждена типовыми сечениями. Земляной баланс и BOQ сооружений уточняются по DTM и рабочему проекту.

05

Опыт бетонных линейных сооружений

ALTCOM построил взлётно-посадочные полосы в Дашогузе и Туркменабате и располагает практическим опытом бетонных работ в климате Туркменистана.



3 ПОТОКА GOMACO

**420-480 м готовой облицовки в
сутки**

Предлагаемая программа подтверждения проектных решений до начала основных строительных работ

90 м³/с

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ

Уточнение продольного профиля, расчётных уровней, свободного борта, режимов регулирования, наносов и алгоритмов управления затворами.

250 КМ

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Единая цифровая модель коридора, инженерная геология, гидрология пересечений, сейсмические параметры и обследование существующих сооружений.

ДО МОБИЛИЗАЦИИ

ОПЫТНЫЕ УЧАСТКИ

Пилотные карты облицовки, испытания местных материалов, сварки геомембраны, качества бетона и промышленной производительности.

Результат подготовительного этапа

- Согласованные исходные данные и критерии проектирования для всех пяти участков.
- Уточнённая ведомость объёмов, календарный график и план мобилизации производственных потоков.
- Типовые решения по каналу, головному сооружению, мостам, акведукам, быстротокам и водоотводам.
- План качества, безопасности, экологического контроля и поэтапного ввода в эксплуатацию.

Распределение ролей на основе компетенций, локализации и единой ответственности перед заказчиком

ALTCOM - ВЕДУЩИЙ ГЕНПОДРЯДЧИК

Управление EPC, земляные работы, бетонная облицовка, сооружения, мосты, дорога, график и контроль исполнения.

ПРОЕКТНЫЙ ПАРТНЁР

Изыскания, гидравлика, геотехника, сейсмика, рабочая документация, авторский надзор и цифровая модель.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРТНЁРЫ

GOMACO, геомембрана, затворы, гидрометрия, связь, SCADA, испытания и обучение персонала.

ЛОКАЛЬНЫЙ ПАРТНЁР

Разрешения, местные ресурсы, логистика, персонал, базы, безопасность, поставщики и взаимодействие на площадке.

Принципы JV

- Единый руководящий комитет и интегрированный офис управления проектом.
- Прозрачная матрица объёмов, ответственности, гарантий и интерфейсов между участниками.
- Согласованный бюджет, календарный план, закупочная стратегия и единая система отчётности.
- Локализация закупок и занятости при сохранении международных требований к качеству и безопасности.

Совместная подготовка проекта к контрактованию и мобилизации

1

СОЗДАНИЕ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ

Заказчик, ALTCOM, проектировщик и потенциальные JV-партнёры.

2

СБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Топография, геология, гидрология, водный баланс, существующие проекты и требования.

3

СОВМЕСТНЫЙ ВЫЕЗД

Осмотр трассы, карьеров, подъездов, баз, источников воды, энергии и местных поставщиков.

4

РЕФЕРЕНСНЫЙ ПРОЕКТ

Уточнение технических решений, объёмов, этапности и программы поэтапного ввода.

5

КОММЕРЧЕСКОЕ СОГЛАСОВАНИЕ

Структура контракта, ответственность участников, график платежей и обеспечение исполнения.

6

МОБИЛИЗАЦИЯ

Ранние работы, базы, БСУ, техника, испытательные участки и выпуск рабочей документации.