

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЭО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОЙ ГЭС

ФАЗА II: ВАРИАНТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКТА

Том4: Исследования реализации

Глава 1: График реализации и метод строительства

Август 2014

P.002378 RP 44_ред.В

В	14/08/2014	Заключительная версия	Винсент Либо	Л. Корти	Луи Буза
Б	31/03/2014	Окончательная	Винсент Либо	Н. Санс	Н. Санс
А	12/11/2013	Первая редакция	Винсент Либо	Л. Корти/Н. Санс	Николя Санс
0	10/04/2013	Первый выпуск	Ф. Ферранти	А. Лара/ Л. Корти	Николя Санс
Редакция	Дата	Тема редакции	Подготовлено	Проверено	Одобрено

Содержание

1	ВВЕДЕНИЕ	1
2	Список литературы	2
3	Краткое описание основных компонентов Рогунского гидроэнергетического проекта	3
3.1	<i>Общие сведения</i>	3
3.2	<i>Перемычки и каменно-набросные плотины</i>	4
3.3	<i>Строительные тоннели, водоспускные сооружения среднего и высокого уровня и водосбросы</i>	5
4	Краткое описание текущего хода работ по наиболее важным существующим сооружениям	6
5	Строительные производственные установки	10
6	Строительный материал на стройплощадке	12
7	Особенности проекта	13
8	Предварительный график реализации проекта	14
8.1	<i>Общее</i>	14
8.2	<i>Контрольные точки</i>	15
8.3	<i>Основные работы, которые рекомендуется выполнить в рамках предварительного контракта</i>	16
8.4	<i>Описание графика строительных работ</i>	20
8.5	<i>Темпы выполнения основных работ по графику строительных работ</i>	20
8.6	<i>Критические пути для начального этапа выработки</i>	24
8.7	<i>Критические пути для основной плотины</i>	29
8.8	<i>Синтез основных результатов графиков выполнения работ для трех предусмотренных проектов</i>	30
9	Выводы и рекомендации	31
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕКРЫТИЯ РЕКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЕРЕМЫЧКИ	33
	приложение 2 – оптимизация скоростей засыпки для Рогунской плотины	34
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – ГРАФИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ДЛЯ ТРЕХ ВАРИАНТОВ	35
	ПРИЛОЖЕНИЕ 4 – ГРАФИК СТРОИТЕЛЬСТВА СТЗ И СПРАВОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ	36

РИСУНКИ

Рис. 3-1: Проектные мощности.....	4
Рис. 3-2: Поперечное сечение плотины с НПУ 1290.....	5
Рис. 4-1 : Выработка машинного зала	7
Рис. 4-2 : Слева выработка машинного зала: Вид со стороны монтажной площадки, справа – установленный мостовой кран.....	7
Рис. 4-3 : Выработка трансформаторного помещения, верховая стена, вид со стороны агрегата № 6	8
Рис. 4-4 : Кабельные галереи, вид со стороны трансформаторного помещения	9
Рис. 4-5: СТ1, отремонтированные участки на месте зоны вывала – разлом № 35	10
Рис. 4-6: СТ2, слева зона вывала, после участка затворов; справа трещины в своде на участке между затворами и зоной вывала	10
Рис. 6-1 : Остатки участков установленного конвейера	12
Рис. 6-2 : Вид общего плана, фиолетовым цветом выделена конвейерная линия, пунктирной линией выделен участок в тоннелях, сплошной линией обозначена линия на открытом воздухе	13
Рис. 8-1: Определение предварительного контракта	17
Рис. 8-2: Разделение плотины на этапы.....	23
Рис. 8-3: Скорости засыпки – Средняя за рабочий месяц (Мм3/месяц).....	24
Рис. 8-5: Поперечное сечение машинного зала [13].....	27
Рис. 8-6: Продольное сечение машинного зала [13].....	27
Рис. 8-7: Машинный зал, приведенный из чертежей подземного комплекса 2, ИГП 2009	28

ТАБЛИЦЫ

Таблица 8-1: Резюме основных ключевых точек проекта для трех предусмотренных вариантов	30
Таблица 8-2 строительные работы: продолжительность по предварительному и основному договору для трех предусмотренных альтернатив	31

1 ВВЕДЕНИЕ

В рамках задания Т2-14, по контракту оказания консультационных услуг между ОАХК «Барки Точик» и Консорциумом “Coyne et Bellier” (Tractebel Engineering S.A.) - ELC-Electroconsult – IPA Energy, был разработан график строительства для трех вариантов плотины (с НПУ 1290 м.н.у.м., 1255 м.н.у.м. и 1220 м.н.у.м., соответственно).

В этом отчете идет речь о предварительном графике строительства для 3 вышеуказанных вариантов, оценивается общий период строительства и важные мероприятия, а также представлены рекомендации.

2 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОАО “Проектно-исследовательский и научно-исследовательский институт Гидропроект, 1861-2-VII Организация строительства, 2009 год
2. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, Отчет о посещении стройплощадки, февраль 2013 года
3. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, Фаза 2, *Отчет об обследовании строительных материалов*, август 2014 года
4. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, Фаза 2, Записка по управлению паводка во время строительства, август 2014 года
5. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, Начальный отчет, май 2011 года
6. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, *Состояние существующих сооружений Рогунской ГЭС и состояние соответствующей информации*, август 2011 года
7. Равло А., *Управление строительством*, Развитие гидроэнергетики, Том №15, 2003 год
8. Ховард Л., *SME Справочник по горнотехническим мероприятиям*, 2011 год
9. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, Отчет по Фазе 0, август 2014 года
10. ОАО Гидропроект “Концепция развития станции первой очереди, объяснительная записка”, 1861-1-ВК2
11. USBR, “Проектирование маленьких плотин”, Бюро мелиорации США, 2006 год
12. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, Фаза II *Инженерия и проектирование*, август 2014 года
13. Набор чертежей, ИГП, 2010 год
14. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, *Отчет по моделированию водохранилища*, август 2014
15. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, *Смета затрат, Фаза 1 и 2*, август 2014 года
16. Набор чертежей по исследованию ТЭО 2013 года, Том 3, раздел 4
17. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, Отчет по 1 фазе, август 2014 года
18. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, Записка по управлению МВП, август 2014 года
19. Исследование ТЭО для Рогунской ГЭС, *Геотехнический отчет*, август 2014 года
20. “Исследование процессов деформации и конвергенции подземных стен машинного зала и трансформаторного помещения Рогунской ГЭС” – Душанбе, 2009 год

3 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ РОГУНСКОГО ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

3.1 Общие сведения

Рогунская ГЭС расположена в Таджикистане, примерно в 120 км на восток от столицы, Душанбе, на реке Вахш, выше по течению от Нурекского водохранилища. Координаты створа плотины 38.67°N – 69.77°E.

Строительство Рогунской ГЭС началось в 1981 году, сразу после завершения плотины Нурека, но было остановлено в 90-х годах примерно на 10 лет. В данный момент ведутся незначительные восстановительные работы и работы по обслуживанию.

Рогунский проект состоит из камено-набросной плотины, подземного машинного зала, оборудованного 6 агрегатами с радиально-осевыми турбинами, в конечной конфигурации питающихся 6 независимыми подводными тоннелями, турбинными водоводами и коллекторами, в то время как во время временной конфигурации (называемой этапом начальной выработки), предусматриваются две турбины по временной схеме (рабочие колеса и генераторы). В течение этой фазы, работающие агрегаты будут питаться временным подводным тоннелем, расположенным ниже по течению от временного водоприемника, расположенного на отметке 1035 м.н.у.м., недалеко от строительных тоннелей. Коллекторы также как и отводящие тоннели для этапа начальной выработки будут сделаны уже для конечной конфигурации. Следует отметить, что водовыпускные отверстия отводящих тоннелей будут спускать воду в два строительных тоннеля.

Требуется комплексная система подземных тоннелей для доступа и строительства машинного зала, соответствующего электромеханического оборудования и установок вспомогательных систем. Дополнительно предусмотрено постоянное число сооружений для управления паводками во время перекрытия реки и водохранилища, а также несколько транспортных сооружений.

Консультант просмотрел проект, сделанный ИГП и предлагает некоторые модификации, особенно с учетом водосбросных сооружений, необходимых для пропуска паводков. В любом случае, план представленный Консультантом старается использовать уже построенные сооружения для сохранения средств и времени.

Консультант проанализировал 3 варианта с НПУ 1290, НПУ 1255 и 1220, которые отличаются друг от друга в основном в:

- Отметка гребня плотины
- Проектная мощность

- Выходные порталы водосбросных сооружений для пропусков паводков

Схема расположения подводящих водоводов, а также местоположение КРУЭ значительно не изменится, рассматривая определенный вариант НПУ по сравнению с двумя остальными.

В рамках оказания консультационных услуг (т.е. исследование эксплуатации водохранилища и т.д.), для каждого варианта НПУ, были рассмотрены три проектные мощности, в следующем виде:

	НПУ = 1220 м.н.у.м.	НПУ = 1255 м.н.у.м.	НПУ = 1290 м.н.у.м.
Высокая проектная мощность	2 800 МВт	3 200 МВт	3 600 МВт
Средняя проектная мощность	2 400 МВт	2 800 МВт	3 200 МВт
Низкая проектная мощность	2 000 МВт	2 400 МВт	2 800 МВт

Рисунок 3-1: Проектные мощности

Для данных вариантов НПУ изменение проектной мощности не влияет на соответствующий график строительства, поэтому Консультантом исследованы всего три графика строительства (по одному для каждого варианта НПУ).

Так как графики строительства для трех вариантов НПУ очень похожи (основная разница в продолжительности строительства), в настоящем отчете идет речь в основном о варианте с НПУ 1290, а также представлено сравнение с оставшимися двумя вариантами НПУ. В любом случае, в приложении 3 приводится график Гантт для всех трех вариантов.

3.2 Перемычки и каменно-набросные плотины

Для каждого из 3 вариантов представлены следующие каменно-набросные плотины:

- Верхний банкет и перемычка, верхний банкет имеющая отметку гребня 1000 м.н.у.м., включена в тело перемычки, которая имеет гребень на отметке 1050 м.н.у.м. В перемычке представлена полимерная диафрагма, чтобы обеспечить водонепроницаемость насыпи.
- Плотина первой очереди. Это каменно-набросная плотина с бетонно-асфальтным ядром и отметкой гребня на уровне 1110 м.н.у.м. для варианта с НПУ 1290, 1090 для НПУ 1255 и 1075 для НПУ 1220. Следует отметить, что тело перемычки будет включено в тело плотины первой очереди.
- Основная плотина с центральным ядром и тремя разными отметками гребня, в зависимости от рассматриваемого варианта: 1300, 1265 и 1230 м.н.у.м.

Полное описание плотины приводится в ([12]), в то время как соответствующие чертежи для каждого варианта приведены в томе 3, разделе 4. Ниже приводится рисунок с поперечными разрезами для плотины для варианта в НПУ 1290.

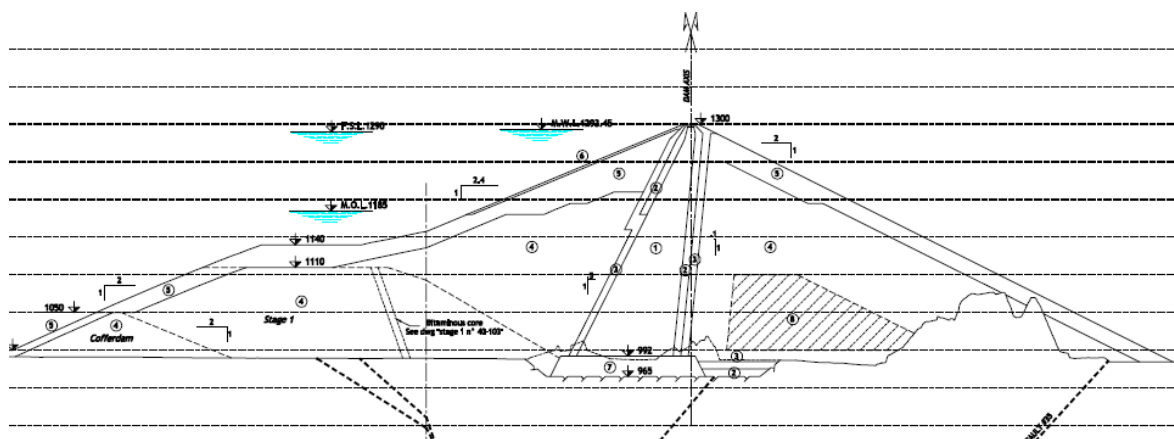


Рисунок 3-2: Поперечное сечение плотины с НПУ 1290

3.3 Строительные тоннели, водобросные сооружения среднего и высокого уровня и водобросы

Как описывается в [4], во время фазы перекрытия реки, будут использоваться строительные тоннели СТ1, СТ2 и СТ3 для отвода реки Вахш

СТ 1 и СТ2 уже пройдены и облицованы, даже если требуются важные восстановительные работы. Напротив СТ3 еще не пройден, и как и СТ1 и СТ2 должен быть готов к эксплуатации перед датой перекрытия реки [4].

Во время строительства плотин и во время эксплуатации Рогунской ГЭС, предусмотрены следующие гидравлические сооружения, в дополнение к СТ1, СТ2 и СТ3, для пропуска паводков:

- Средние водоспускные сооружения СВО1 и СВО2, имеющих водоприемные отверстия на уровне 1085 и 1140 м.н.у.м. соответственно. СВО2 предусмотрено только для варианта с НПУ 1290, в то время как СВО1 предусмотрено для всех трех вариантов.
- Водобросные тоннели верхнего уровня ВТВУ1, ВТВУ2 и ВТВУ3, чьи рабочие эксплуатационные уровни и количество отличаются в зависимости от выбранного варианта, приведены в [4]. Два водоброса верхнего уровня предусмотрены для варианта с НПУ 1290, три для НПУ 1255 и только один для НПУ 1220.
- Поверхностные водосливы с затворами, чьи рабочие эксплуатационные уровни и количество отличаются в зависимости от выбранного варианта, приведены в [18]. Этот водослив необязателен для пропуска паводков во время строительства.

Вышеперечисленные сооружения еще не построены и они должны быть готовы к эксплуатации перед достижением воды в водохранилище отметок водоприемников каждого сооружения, во время первой фазы заполнения.

4 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕКУЩЕГО ХОДА РАБОТ ПО НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫМ СУЩЕСТВУЮЩИМ СООРУЖЕНИЯМ

Как написано выше, план предложенный Консультантом, намечен на то, чтобы максимально использовать уже построенные сооружения, даже если потребуется проводить восстановительные работы во многих из них.

По мнению Консультанта, восстановление существующих подземных работ может ускорить завершение строительства станции и может сэкономить средства., по сравнению со строительством новых сооружений, играющих эквивалентную роль.

Исчерпывающая оценка построенных сооружений была проведена в первой фазе оказания консультационных услуг и подробно описана в отчете [17].

В любом случае, следует отметить, что следующие основные сооружения уже построены, так как они будут упоминаться в следующих разделах и их описание может помочь более четкому пониманию восстановительных и завершающих работ, которые следует провести:

- **Выработка машинного зала** Общие размеры: ширина 21 м, высота 69 м и длина 220 м; согласно информации имеющейся у Консультанта, машинный зал, главным образом, пройден до отметки 966 м.н.у.м., в то время как оставшаяся часть должна достигнуть отметки 947 м.н.у.м. (за исключением выемок, в которых находятся отсасывающие трубы и достигающие отметки 932 м.н.у.м.). На месте агрегатов № 5 и 6 проходка достигла 958,50 м.н.у.м.

На пройденной части уже установлены временные опоры, а так же бетонная обделка. Виден некоторый ущерб на обнаженных бетонных поверхностях, нанесенный локальными неустойчивостями, дополнительно была зафиксирована важная конвергенция (сходимость) боковых стен машинного зала, особенно в части выработки, относящейся к алевролиту (западная часть выработки) [20]. Это ведет к необходимости подробного анализа стабильности и определении системы опор для выработки в дальнейшие этапы (см. отчет 1 фазы).

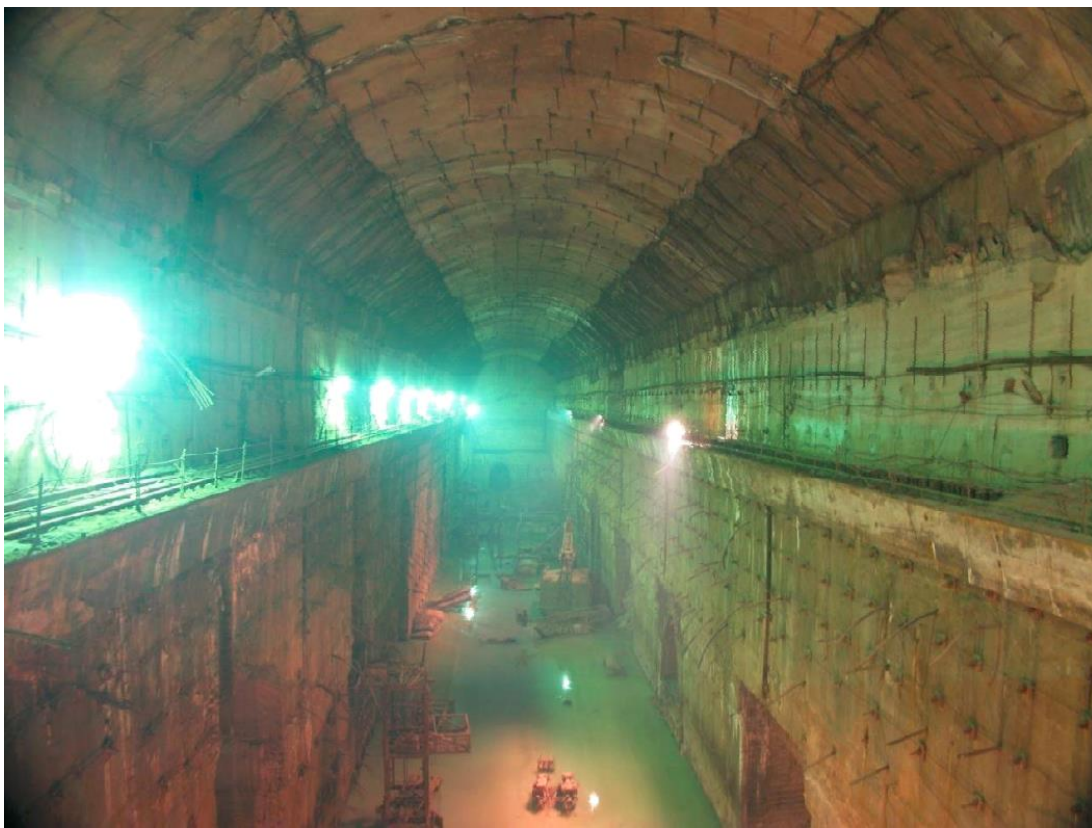


Рисунок 4-1 : Выработка машинного зала

Сектор машинного зала, в части монтажной площадки почти закончен. Бетонная конструкция мастерской уже залита.

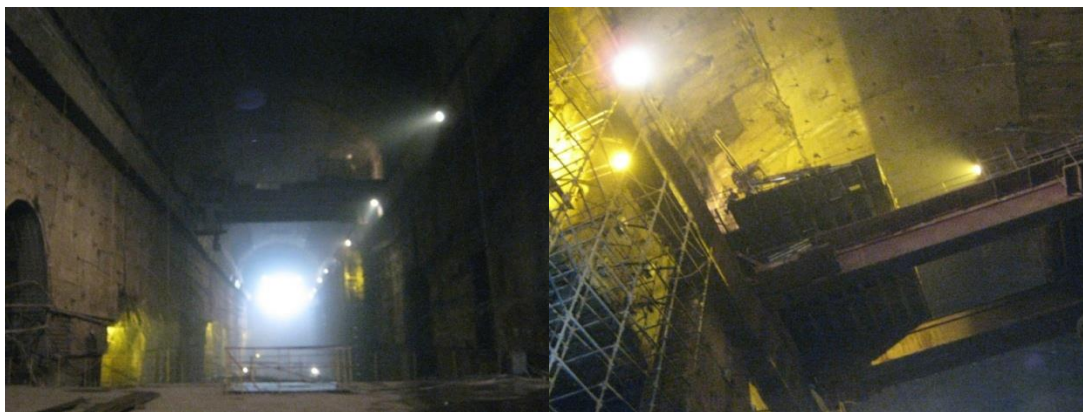


Рисунок 4-2 : Слева выработка машинного зала: Вид со стороны монтажной площадки, справа – установленный мостовой кран

Крановые балки для мостового крана также построены и в настоящий момент машинный зал оборудован краном с грузоподъемностью 160 т, но требуются некоторые стабилизационные работы по крановым балкам.

- **Выработка трансформаторного помещения** общие размеры: ширина 19 м, высота 42 м и длина 212 м. Выработка пройдена приблизительно до отметки 983 м.н.у.м., в то время как самая глубокая точка оставшейся части достигает отметки 966 м.н.у.м. Следует отметить, что не было зафиксировано никаких признаков глобальной нестабильности со времени осмотра стройплощадки, произошедшей в июне 2011 года.



-

Рисунок 4-3 : Выработка трансформаторного помещения, верховая стена, вид со стороны агрегата № 6

- **Кабельные галереи.** Кабельные галереи являются двумя параллельными тоннелями, длиной около 700 м, расположенных около подходного тоннеля к машинному залу Т4, на левом берегу. Основные геометрические данные, соответствующее поперечное сечение:
 - Ширина выработки: 5.8 м
 - Высота выработки: от 7.7 до 8.2 м
 - Толщина обделки: от 0.5 м до 0.6 м

Согласно текущей информации, имеющейся у Консультанта, основные профилактические работы уже проведены, во время посещения стройплощадки, в июне 2011 года, проводились цементационные работы, а также другие незначительные восстановительные работы.



Рисунок 4-4 : Кабельные галереи, вид со стороны трансформаторного помещения

- **Временный подводящий тоннель – турбинный водовод** Подводящий тоннель первой очереди характеризуется D-образным поперечным сечением, приблизительно 8 м в ширину и 7.5 м в высоту; толщина обделки составляет приблизительно 0.5-0.6 м. Длина тоннеля около 373 м; эта дистанция включает участок со стальной облицовкой на месте сооружений основного и аварийного затвора. Два турбинных водовода, каждый примерно 105 м в длину.

Строительство водоприемника находится на уровне основания и осталось примерно 15 м проходки и обделки тоннеля на месте входного портала. Была установлена стальная облицовка на месте сооружений затворов. Были проведены некоторые восстановительные работы по бетонной обделке в камере затворов.

Выемка участка турбинного водовода была завершена, в то время как обделка не была завершена, так же как и монтаж механических компонентов.

Дополнительно предусмотрены некоторые восстановительные работы.

- **Плотина Оби Шур** Эта плотина предусмотрена для задержания крупно-обломочного материала, который может принести река Оби-Шур, и пропуска только воды и частиц маленького размера, которые легко могут быть смыты рекой Вахш, и не возникнет перекрытия или заграждения реки Вахш.
- **Строительные тоннели СТ1 и СТ2** Как упоминалось в предыдущих параграфах, СТ1 и СТ2 уже пройдены и облицованы, согласно информации имеющейся у Консультанта, смонтированы и испытаны затворы, но требуется проведение соответствующих восстановительных строительных работ (дренажные скважины, установка активных и пассивных анкеров, дополнительная бетонная обделка, гидроизоляционная цементация). Для экономии времени, предусматривается одновременное ведение восстановительных работ в СТ1 и в СТ2.



Рисунок 4-5: СТ1, отремонтированные участки на месте зоны вывала – разлом № 35



Рисунок 4-6: СТ2, слева зона вывала, после участка затворов; справа трещины в своде на участке между затворами и зоной вывала

Следует отметить, что во время первого периода эксплуатации строительных тоннелей произошли некоторые вывалы, эта тема обсуждается в отчете 1 фазы.

5 СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ УСТАНОВКИ

Инфраструктура бывших установок стройплощадки до сих пор существует ([17]), но требует ремонта. Основные подъездные дороги к стройплощадке и подъездные дроги внутри стройплощадки должны быть расширены и/или восстановлены для транспортировки тяжелой техники и оборудования, а также для интенсивного трафика самосвалов и грузовиков.

Дополнительно должны быть построены временные и постоянные дороги, а также транспортные тоннели, в то время как в существующих тоннелях должны быть проведены восстановительные работы. Более подробно об исправительных мерах, которые должны быть проведены в этих сооружениях, говорится в [17].

Основные дороги показаны в отчете чертежей (Том 3, Глава 4), между тем как список наиболее важных транспортных тоннелей приведен ниже.

1. Постоянные транспортные тоннели

- T₂: подход к камере затворов, к соляной галерее (которая не будет использоваться) и галереи завесы плотины;
- T₄: тоннель T₄ является подходным тоннелем к машинному залу;
- T₆: тоннель T₆ присоединен к тоннелю T₄ и представляет подходной тоннель к трансформаторному помещению;
- T₈: тоннель T₈ является основным подходным тоннелем к камерам затворов строительных тоннелей;
- T₁₀ этот тоннель осуществляет доступ к левому берегу от низовой боковой призмы плотины;
- T₁₈: тоннель T₁₈ является подходным тоннелем к верхней камере шахты турбинного водовода;
- T₃₉: этот тоннель соединяет верхний и нижний бьеф плотины на правом берегу и предоставляет доступ к новым водосбросным сооружениям и боковой призме нижнего бьефа;
- T₅₀: тоннель T₅₀ подходит к шахтной площадке затворов для варианта НПУ 1290
- T_{50A}: тоннель T_{50A} подходит к гребню плотины с левого берега для вариантов с НПУ 1255 и НПУ 1220 м.н.у.м.;
- T_{3'}: тоннель T_{3'} является продолжением тоннеля T₃, описано ниже

2. Временные транспортные тоннели

Транспортные тоннели, которые должны рассматриваться как временные, являются следующими:

- T₃: транспортный тоннель T₃ является основным подходным тоннелем к месту работ во время строительного периода
- T_{5A} - T₇ - T_{7A}: тоннели T_{5A}, T₇, T_{7A} являются ответвлениями от тоннеля T₃ и они также будут заглушены после завершения заполнения водохранилища;
- T_{10A} этот тоннель будет использоваться только для строительства тела плотины
- P₂₈: тоннель P₂₈ предоставляет доступ к нижнему основанию шахты турбинного водовода
- T₂₂: тоннель T₂₂, на левом берегу, является подходным к гребню плотины первой очереди
- T₃₇: тоннель T₃₇ является продолжением тоннеля T₃
- T_{37A}: тоннель T_{37A} является продолжением тоннеля T₃
- T_{3a}: обеспечивает подходную к T₃ после первой фазы заполнения
- Конвейерные тоннели

Эти тоннели должны быть заглушены по мере подъема уровня водохранилища.

6 СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ НА СТРОЙПЛОЩАДКЕ

Подробное описание карьеров приводится в [3]. Следует отметить карьер № 15, расположенный на левом берегу, приблизительно в 7 км выше по течению от плотины. Этот карьер является одним из важнейших, так как это источник материала для каменно-набросной призмы, заполнителей бетона и материалов фильтров и переходных участков плотины. На строительном графике видно, что следует извлечь приблизительно 31,4 млн м³, до подъема водохранилища до отметки 1045 м.н.у.м. На эту задачу отводится приблизительно 4 года.

Конвейерная система является выбранным вариантом для транспортировки материалов призмы и фильтра в тело плотины. Описание конвейера приводится в [2], между тем как ниже приводится только наиболее важные данные.

Часть конвейера уже была установлена в прошедшие годы, но она не может быть использована в том виде, в каком находится в данный момент, поэтому требуется повторная установка все конвейерной системы.



Рисунок 6-1 : Остатки участков установленного конвейера

Предусмотрен ленточный конвейер для доставки галечника из карьера № 15 к створу плотины. Схема ленточного конвейера приведена ниже.

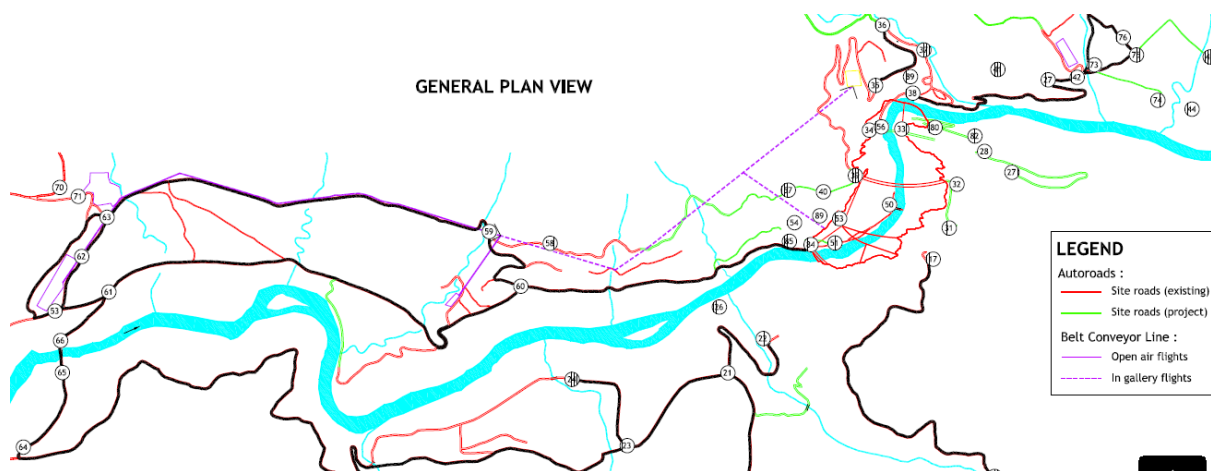


Рисунок 6-2 : Вид общего плана, фиолетовым цветом выделена конвейерная линия, пунктирной линией выделен участок в тоннелях, сплошной линией обозначена линия на открытом воздухе

Необходимая средняя скорость доставки для удовлетворения требуемой скорости укладки насыпи, может оцениваться примерно 4000 т/час, ленточный конвейер доставляет в основном галечник.

Выходной портал конвейерной линии предусмотрен на отметке 1100 м.н.у.м., откуда материалы будет перегружаться, и транспортироваться до нужной отметки по ходу работ.

Соответствующий график установки конвейера следующий:

- Заказ - 6 месяцев
- Доставка - 12 месяцев
- Монтаж, пуско-наладочные работы и ввод в эксплуатацию - 6 месяцев

Так как часть конвейерной линии будет установлена в тоннеле, он должен быть готов до осуществления доставки конвейера.

Учитывая предусмотренный график, конвейер сможет обеспечить часть галечника для плотины первой очереди и основной плотины, до достижения водохранилищем отметки 1200 м.н.у.м., так как после этой отметки он будет затоплен.

7 ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

В этом параграфе рассматриваются некоторые особенности проекта: меры по смягчению последствий Йонахшского разлома и стабилизационные меры против потенциальной нестабильности вдоль геологического разрыва сплошности ("S4" или похожие), расположенные на левом борте плотины.

В Йонахшском разломе, который пересекает створ Рогунской плотины в СВ-ЮЗ направлении, в верхней части стройплощадки обнаружено присутствие соли (эвапориты). Соляной купол подвергается выщелачиванию, а также диапиризму. Для

того чтобы оценить и смягчить возможные последствия потери равновесия между этими двумя противоположными эффектами предусмотрены следующие работы:

- Купол цементной завесы (участки, которые должны быть зацементированы варьируются от отметок 940 до 960 м.н.у.м., так как верхушка соляного купол зафиксирована на отметке 950 м.н.у.м.)
- Должны быть пробурены скважины ниже по течению от соляного купола (гидравлическая завеса)

Эти работы должны быть завершены после завершения перемычки и перед укладкой насыпи плотины первой очереди.

Общая длина зоны основания, которая должна быть обработана, равна приблизительно 350 м в русле реки.

Предполагается, что для выполнения этих работ потребуется 8 месяцев.

Следует отметить, что предложенные работы по минимизации последствий предусмотрены согласно информации, имеющейся на данный момент по соляному куполу. Согласно [9], должны быть проведены дальнейшие испытания и исследования, и поэтому изменения в работах по минимизации последствий могут произойти в следующей фазе проектирования.

Присутствие нарушения сплошности "S4", которая имеет угол падения в 40° , с направлением падения 0° , с промежутком около 40 м, является причиной обеспокоенности устойчивости части склона водохранилища, расположенного чуть выше левого борта плотины, в дополнение к устойчивости постоянного водоприемника, которая может оказаться под вопросом в случае нестабильности. Вследствие этого, должны быть предусмотрены значительные стабилизационные работы. Учитывая геологическую/геотехническую информацию, имеющуюся на данный момент у Консультанта, галереи, воспринимающие сдвиги были определены как подходящее решение, но этой фазе консультаций невозможно ни подробно определить стабилизационные меры ни утверждать, что другие решения могут быть применены.

В любом случае, вышеуказанные стабилизационные работы не играют большой роли в графике строительства, так как они не попадают на критический путь проекта во всех трех вариантах.

8 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ГРАФИК РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

8.1 Общее

Как упоминалось ранее, проекты всех трех вариантов очень похожи. Основная разница в проектах состоит в отметке гребня плотины первой очереди и основной плотины, а также в количестве строительных тоннелей и их отметках. Детально представлена плотина с НПУ 1290, а для двух других вариантов представлена сводная информация основных результатов для возможности сравнения.

Для выработки электроэнергии предусмотрено два основных этапа:

- **Этап ранней выработки:** она предусмотрена на период строительства ГЭС и будет реализовываться за счет агрегатов 5 и 6, снабженных временными генераторами. Ввод в эксплуатацию состоится, когда уровень воды в водохранилище достигнет отметки в 1100 мнум. Плотина первой очереди должна обеспечить данную отметку воды в водохранилище до даты ввода в эксплуатацию.
- **Окончательный этап выработки:** на данном этапе агрегаты 5 и 6 будут снабжены рабочими колесами и генераторами, а турбины и генераторы агрегатов 1, 2, 3 и 4 будут установлены с остальным электромеханическим оборудованием в финальной конфигурации.

8.2 Контрольные точки

При реализации программы строительства необходимо учитывать следующие основные контрольные точки:

1. Утверждение ИТЭО со стороны ОАХК «Барки Точик» и решение ПРТ о продолжении проекта. В соответствии с текущим графиком, это утверждение будет в июне 2014 года.
2. Подписание предварительного контракта на строительные работы с местным подрядчиком или Консорциумом.
3. Подписание основного контракта на строительные работы, выбор международного подрядчика или Консорциума. Предполагается, что заключительный акт по финансированию будет получен до момента подписания договора.
4. Подписание контракта на электромеханическое оборудование для агрегатов 5 и 6 с украинским поставщиком.
5. Подписание основного контракта на электромеханическое оборудование (для агрегатов 1, 2, 3 и 4) и стальные гидравлические конструкции после выбора международного поставщика.
6. Дата перекрытия реки.
7. Ввод в эксплуатацию агрегатов 5 и 6, как предусмотрено в рамках начального этапа генерирования
8. Ввод в эксплуатацию агрегатов 1, 2, 3 и 4

8.3 Основные работы, которые рекомендуется выполнить в рамках предварительного контракта

Рогунский проект является сложным и перспективным проектом, который реализуется на протяжении многих лет. Для максимального снижения общего периода строительства проекта были сформулированы следующие обоснованные, хотя и трудновыполнимые, предпосылки:

- а) Выполнение некоторых восстановительных работ (перечисленных ниже), необходимых для возобновления строительства проекта, должно начаться сразу после утверждения ИТЭО Клиентом / Финансирующей Организацией.
- б) В период проведения тендера на выбор основного Подрядчика / Консорциума, строительство некоторых сооружений (перечисленных ниже) должно выполняться местными подрядчиками.

Основные работы, которые необходимо выполнить при возобновлении строительства проекта, разделены следующим образом:

- Финансовый процесс
- Тендерный процесс

Следующий график выполнения работ можно считать приемлемым:

- Детальный проект и приготовление технических условий параллельно с условиями Контракта, общая продолжительность 9 месяцев. months. Это время включает в себя подготовку пред квалификационных документов и пред квалификационный процесс будущих участников торгов.
- Тендерный процесс, длительностью 6 месяцев. Это включает подготовку предложений от квалифицированных участников торгов (включая посещение объекта, и одна пре-тендерная конференция для уточнения тендерных документов и условий объекта).
- Оценка предложений, переговоры с выбранным участником торгов и присуждение контракта, в течение 6 месяцев.
- Мобилизация Подрядчика, продолжительностью 12 месяцев (3 месяца совмещения с пред-контрактным контрактом, 9 месяцев в начале основного контракта)

График строительства и строительные методы

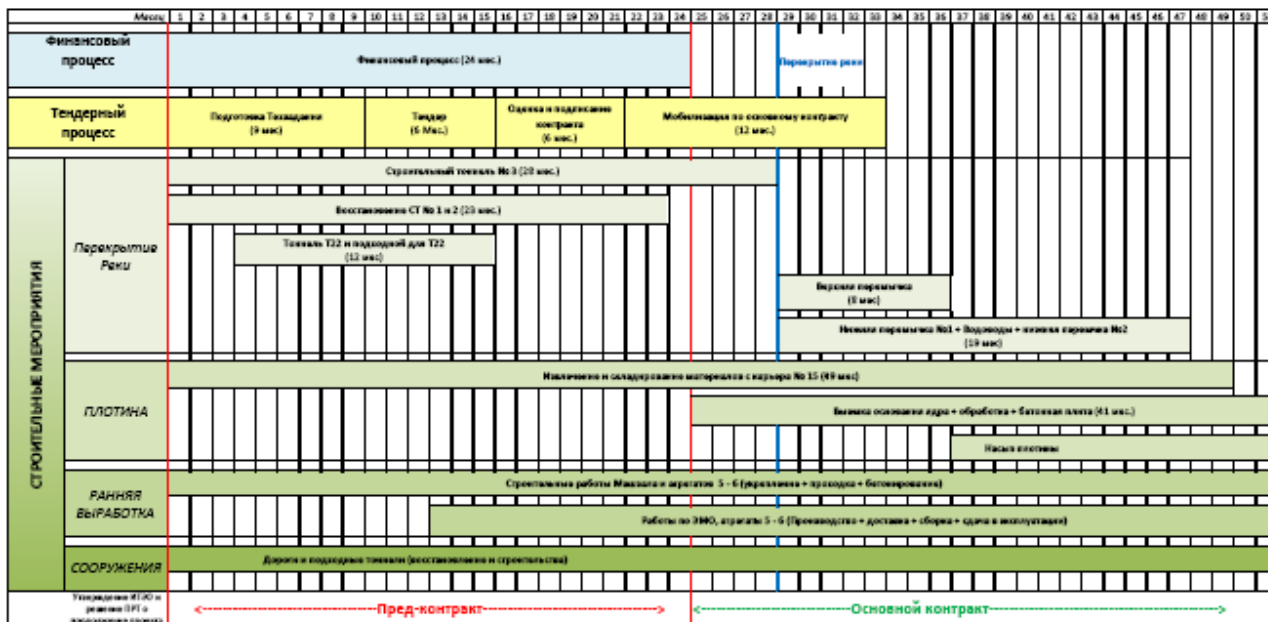


Рисунок 8-1: Определение предварительного контракта

На рисунке выше показаны основные мероприятия, рассмотренные для пред-контрактных работ и взаимодействия с основным контрактом. Пред-контракт часто встречается в строительстве ГЭС и представляет несколько преимуществ:

- Прямые переговоры по пред-контрактным действиям позволят избежать проведения длительного процесса тендерных торгов в соответствии с международными тендерными торгами для мероприятий, которые могут проведены местными подрядчиками, уже знакомых с условиями проекта и имеющих опыт по Рогунскому проекту.
- Работы, возложенные на местных подрядчиков/консорциум менее сложные, чем работы, предусматриваемые в данный момент в графике реализации Консультанта для основного контракта.
- Помехи между местными подрядчиками, ответственными за пред-контракт и основным подрядчиком ограничены, четко определены и в результате легче управлять основным контрактом для всех вовлеченных сторон. От основного подрядчика потребуются принять работы, выполненные подрядчиками, ответственными за пред-контрактные работы. От основного потребуются рассмотреть и утвердить то, что работы, выполненные на объекте по предварительному контракту, соответствуют своим целям, и могут быть интегрированы в общую схему проекта под его полную ответственность.

Эта последовательность работ наиболее эффективна для обеспечения возобновления работ в ближайшее время. Учитывая важность проекта и долгосрочность

строительства проекта (по прогнозам, сделанным консультантом, это 10, 11.8 и 13.6 лет, соответственно для вариантов НПУ 1220, 1255 и 1290, от начала предварительного контракта до конца строительства плотины), по мнению консультанта, должны быть предприняты все усилия, направленные на снижение времени строительства, включая присутствие предварительного контракта на начальном этапе строительства.

Таким образом, за эти 24 месяца Основной Подрядчик(и) не сможет быть готовым и выполнять основные работы. Поэтому рекомендуется выполнение следующих работ местным подрядчиком / Консорциумом до даты перекрытия реки: насколько это возможно, работы, начатые на стадии пред-контракта, должны быть завершены теми же подрядчиками.

Должны быть начаты следующие работы во время предварительного контракта:

Основные сооружения / работы, которые необходимо выполнить для перекрытия реки

1. Работы по укреплению строительных тоннелей СТ1 и СТ2
2. Строительство тоннеля СТ3 (включая соответствующие подходные тоннели и дороги)
3. Тоннель Т22 (тоннель для подхода к перемычке и к гребню плотины первой очереди)
4. Подъездные дороги к тоннелю Т22

Основные сооружения / работы, которые необходимо выполнить для начального этапа выработки

1. Стабилизационные меры для выработки машинного зала (включая крановые балки)
2. Проходка в выработке машинного зала для агрегатов 5 и 6
3. Проходка отсасывающих труб для агрегатов 5 и 6
4. Завершение проходки трансформаторного помещения, в зоне агрегатов 5 и 6
5. Дренажная галерея на отметке отсасывающих труб, и соответствующий подходной тоннель Р37
6. Тоннель Т18 (подходной тоннель к верхней постоянной камере турбинного водовода)
7. Подходной тоннель к поворотам нижнего турбинного водовода и к коллекторам Р28
8. Временный водоприемник
9. Временные турбинные водоводы
10. Бетонирование тоннелей, машинного зала и трансформаторного помещения для агрегатов 5 и 6
11. Установка электромеханического оборудования

Основные сооружения / работы необходимые для строительства плотины

1. Конвейерные тоннели (завершающаяся часть имеет общую протяженность приблизительно 1800 м)
2. Проходка на русле реки на выходных порталах СТ
3. Выемка из карьера №15 (около 20 млн м3), который будет затоплен, когда отметка воды в водохранилище достигнет 1050 м (отметка гребня перемычки).
4. Строительство дорог:
 - 31 – 32 (подход к гребню плотины на правом берегу)
 - 38 - 37 – 36 – 35 – 39 (подход к гребню плотины на левом берегу)
 - 39 – 40 – 57 – 58 (подход к карьеру)
5. Строительство тоннелей:
 - T39
 - T-50
 - T-10A
 - T5
6. Ремонтно-восстановительные работы или завершение строительства тоннелей:
 - T3 and T3'
 - T37 and T37'
 - T2
 - T4
 - T8
 - T6
 - Кабельные галлерей №1 и №2

Основные сооружения / работы необходимые для реализации проекта

1. Восстановление всех существующих дорог включая подъездную дорогу в город Рогун;
2. Восстановление БСУ;
3. Восстановление ДСХ;
4. Восстановление здания в г. Рогун;
5. Восстановление системы питьевой воды;
6. Восстановление канализаций;
7. Телекоммуникационная система;
8. Очистка строительного мусора и оборудования расположенного на стройплощадке номер 1 (данная стройплощадка расположена на правом берегу, примерно 2 км вверх по течению от основной плотины).

Большая часть работ должна начаться до даты перекрытия реки, чтобы избежать возникновения задержек для начального этапа выработки и строительства основной плотины.

Следует отметить, что большинство этих работ должны быть выполнены до того, как будет готов Детальный проект / Тендерный проект. В графике выполнения работ дается срок в шесть месяцев для детального проектирования или заранее или параллельно для некоторых сооружений.

Разделение контракта / Определение комплексов работ

Относительно разделения работ для подрядчиков, консультант предлагает следующее:

- Пакет 1: Плотина и сооружения отвода (строительные работы и оборудование гидравлических стальных конструкций)
- Пакет 2: Машинный зал и подземные сооружения (Водоводы: строительные работы и оборудование гидравлических стальных конструкций)
- Пакет 3: Электромеханическое оборудование
- Пакет 4: ЛЭП/П/п (Линии электропередачи и ячейки подстанции)
- Пакет 5: Дороги, переселение и замена инфраструктуры

8.4 Описание графика строительных работ

Для представленных в исследовании всех трех вариантов можно предусмотреть два основных под-графика:

- Под-график для строительства плотин и Генерирующих средств
- Под-график для начального этапа выработки

Эти под-графики строго связаны между собой, и для каждого найден свой критический путь.

Критический путь является самым важным звеном в графике строительных работ, так как изменение в продолжительности работ может задержать выполнение первоначально утвержденного проекта и/или соблюдение предполагаемых установленных сроков.

8.5 Темпы выполнения основных работ по графику строительных работ

Ниже обсуждаются принятые темпы выполнения и краткие описания основных работ по графику строительных работ.

Достижение нужного темпа выполнения работ на строительной площадке основано на следующих работах:

- Насыпные работы
 - Ядро: 9 месяцев в год, с 3 месячным перерывом из-за погодных условий (дождь, снег и мороз)
 - Призмы и укрепление верхнего и нижнего бьефа: 11 месяцев в год из 12 месяцев (из-за мороза).
- Наземные работы
 - Обработка заполнителей 11 месяцев в году (из-за мороза).
 - Бетонирование 11 месяцев в году (из-за мороза).
- 25 рабочих дней в месяц
- 18 рабочих часов в день

Проходка и бетонирование подземных сооружений:

Тоннели и выработки

Проходка всех подземных сооружений будет выполнена методом бурения и взрывов.

Темп выполнения работ в тоннеле приравнивается к 15м в неделю. Для каждого тоннеля предполагается проходка с двух сторон, и проходка подхода к камерам затворов будет проводиться параллельно с проходкой основного тоннеля.

Средний темп работ в выемке машинного зала приравнивается приблизительно к 3,000 м³ в месяц, учитывая ограниченное рабочее пространство для каждого агрегата.

В случае строительного тоннеля №3, ввиду его важности для отвода реки, был подготовлен специальный график реализации, основанный на информации, предоставленной Заказчиком относительно текущего прогресса работ и результатов осмотров объекта, представителями панели экспертов ВБ:

- Верховая штольня ТТ1 уже построена, достигает верховой участок тоннеля примерно в 330 и 400 м от портала водоприемника;

- Почти построена низовая штольня ТТ2, которая достигнет тоннель в соответствии с верховыми и низовыми концами камеры сегментного затвора, а так же в среднем положении: осталось построить только ответвления от основной штольни.
- В верховом конце тоннеля, было пройдено несколько участков верхнего уступа, общей суммой около 400 м.

Вышеуказанная ситуация была представлена в схеме, которая прикреплена к отчету, называемого «Ход работы по строительству СТЗ, предполагаемый консультантом ИТЭО, для подготовки графика реализации».

Таким образом, начиная от вышеуказанной информации, был подготовлен график реализации, который прикреплен к данному документу, с учетом характеристик СТЗ, предлагаемых в исследованиях ИТЭО, как показана на чертежах 40111 «Строительные тоннели – общий план» и 40121 «СТЗ – Профиль, водоприемник, камера затворов и секции», которые так же прикреплены к этому отчету. Рассматривались следующие скорости:

Средняя проходка тоннеля: 12.5 м/неделя, когда штольня, через которую идет проходка используется только для одного уступа, 10 м/неделю, если штольня используется для двух уступов.

Для верхового конца тоннеля, где было сообщено о низком качестве горной породы, скорости завершения были снижены до 6 м/неделю (верхний уступ) и 9 м/неделю (уступная проходка).

Обделка текущего сечения тоннеля: 12.5 м/неделя.

Что касается специальных сооружений вдоль тоннеля, они рассматриваются отдельно от текущих работ по тоннелю.

Учитывалось следующее время для проходки и строительства этих сооружений:

- Около 7 месяцев проходки для верховой камеры затворов (160 м длиной, включая переход);
- Около 10 м проходки для низовой камеры затворов (160 м длиной, включая переход);
- Около 1.5 до 2 дополнительных месяцев для каждого из двух пересечений разломов.

Что касается бетонирования, были рассмотрены следующее время:

- Около 5 месяцев для верховой камеры затворов;
- Около 6 месяцев для низовой камеры затворов;
- Около 2 дополнительных месяца для каждого специального сооружения для пересечения разлома.

После этого, учитывая, что выработки затворов уже построены, должно быть установлено электромеханическое оборудование.

Рассматривается строительство мобилизационных и подходных дорог (3 месяца) перед утверждением ИТЭО.

Учитывая вышеизложенное, общее время строительства СТЗ оценивается в 28 месяцев.

Шахта

Выемка шахт будет выполнена методом бурения восстающей выработки. Наверху шахты буровая установка пробурит пилотную скважину к нижней камере. Далее на буровую установку надевается буровой расширитель, и тянется вверх (разбуривание). В данном исследовании предполагается, что после бурения восстающей выработки, увеличение окончательного диаметра будет выполнено методом бурения и взрывов. Для данного вида работ считается приемлемым средний темп в 16 м в месяц.

Бетонная обделка тоннелей

Для бетонной обделки тоннелей предполагается темп в 15 м в неделю, а для бетонирования водоприемников и водосбросов потребуются приблизительно 6 месяцев. Также предполагается, что их выполнение будет вестись параллельно. Для бетонирования каждой из камер затворов понадобится 6 месяцев.

Бетонная обделка шахты водосброса выполняется ускоренным темпом в 1,5 м в день.

Насыпь

После встречи в сентябре 2013 года с делегацией правительства РТ в Париже, была произведена оптимизация скорости засыпки. Эти скорости засыпки были утверждены правительством РТ, ВБ и панелью экспертов на следующей октябрьской встрече в 2013 году в Париже.

Плотина разделена на 4 этапа, для определения средней скорости засыпки для каждого этапа (как показано на рис. 8-2):

- Перемычка
- Плотина первой очереди
- Этап В (тело основной плотины)
- Этап С (верхняя часть основной плотины)

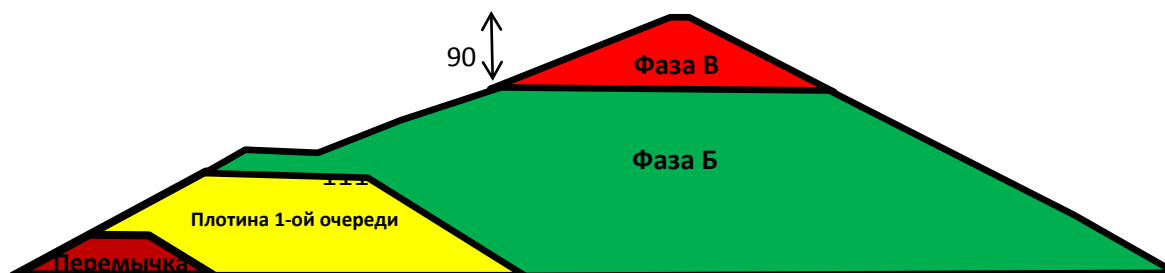


Рисунок 8-2: Разделение плотины на этапы

Учитывались следующие скорости засыпки.

	Alt. 1290	Alt. 1255	Alt. 1220
Перемычка	300 000	300 000	300 000
Плотина первой очереди	600 000	550 000	500 000
Фаза Б	800 000	750 000	700 000

Рисунок 8-3: Скорости засыпки – Средняя за рабочий месяц (Мм3/месяц)

	Alt. 1290	Alt. 1255	Alt. 1220
Перемычка	275 000	275 000	275 000
Плотина 1-ой очереди	550 000	504 200	458 300
Фаза Б	733 300	687 500	641 700
Фаза В	320 800	275 000	229 200

Рисунок 8-4: Скорости засыпки - Средняя за рабочий месяц (Мм3/месяц)

Специальная заметка, представляющая больше подробностей по выполненным расчетам представлена в приложении 2.

8.6 Критические пути для начального этапа выработки

Критический путь для этапа ранней выработки состоит из следующих строительных работ:

- Стабилизационные меры для выработки машинного зала Проходка в выработке машинного зала для агрегата 6
- Бетонирование и установка агрегата 6
- Проходка в выработке машинного зала для агрегата 5
- Бетонирование и установка агрегата 5

Далее следует описание каждого упомянутого этапа строительства:

Стабилизационные меры для выработки машинного зала

Разбивка основных работ для данного задания предполагает:

- **Детальное проектирование:** Так как на момент начала стабилизации машинного зала, тендерный проект еще будет разрабатываться, необходим проект по стабилизации машинного зала. Предполагаемый период для данного задания составляет 6 месяцев.
- **Мобилизация:** Предполагается, что для мобилизации местного подрядчика потребуется 3 месяца.

- **Укрепление стен выработки машинного зала:** Это первое что нужно сделать, перед тем как продолжать проходку машинного зала. Две стороны выработки машинного зала общей площадью около 15,000 м² нуждаются в укреплении. Оценка выработки машинного зала, а так же мер по стабилизации была закончена в июне 2013 года. Выводы, сделанные после моделирования, проведенного консультанта привели к предложению следующего набора стабилизационных мер:
 - Установка анкеров (активные анкера с 80-тонной проектной нагрузкой) и на нижней и на верхней стенах, между пассивными анкерами, уже установленными в вышеуказанных местах, над текущим уровнем проходки, с такими же характеристиками как у тех, что уже установлены в выработке машинного зала, за исключением зоны, где будет применена система мульти-пакерных манжетных труб. Их длина оценивается приблизительно в 35 м, со схемой в 2.5 x 2.5 м.

Эти меры стабилизации будут применяться также и для стабилизации выработки в ходе работ по проходке ниже текущего уровня.

- Стабилизация сильно пред-напряженной горной породы в целике между выработками машинного зала и трансформаторного помещения путем установки стальных свай (микро-свай) с правильными промежутками между валами, позволяя проводить укрепительную цементацию на определенных уровнях давления. В этом случае будет использоваться система мульти-пакерная манжетных труб (MPSP), разработанная Родю в ранних 1990-х. Эта система должна быть внедрена вдоль длины около 115 м, начиная от западной части выработки, соответствующей агрегатам №5 и 6, в основном в алевролите, со схемой 2.5 x 2.5 м и продолжающейся до агрегата №4, до конца контакта между алевролитом и песчаником.

Таким образом, общая продолжительность работ приблизительно составит 19 месяцев, включая монтаж и демонтаж строительных лесов. Эта продолжительность подразумевает одновременное присутствие двух рабочих команд для каждой боковой стены между машинным залом и трансформаторным помещением для внедрения системы мульти-пакерных манжетных труб и одна команда на противоположных стенах для установки активных анкеров, и в машинном зале, и в трансформаторном помещении. Одновременно с укреплением стен, необходимо выполнение стабилизационных / укрепительных работ для существующих крановых железобетонных балок, чтобы они были в состоянии поддерживать постоянные краны для установки двух первых агрегатов 5 и 6. После должного укрепления и стабилизации, крановые балки можно будет использовать и для других агрегатов. Также возможна необходимость проведения других работ, но по мнению Консультанта они являются второстепенными, по сравнению с установкой активных анкеров.

Проходка в выработке машинного зала для агрегата 6.

Необходимо выполнить выемку объемом около 10'000 м³.

Для агрегатов предвидятся следующие этапы проходки:

1. Проходка горизонтального участка отсасывающей трубы (от дренажной галереи к колену отсасывающей трубы под агрегатом)
2. Проходка шахтного водосброса в соответствии с коленом отсасывающей трубы, данная шахта будет использована для извлечения вынутаго грунта
3. Проходка зоны, соответствующей агрегату и расширение шахты до размеров отсасывающей трубы

Необходимо отметить, что дренажная галерея на отметке 932 м должна быть построена до выполнения этапа №1.

После того, как проходка для агрегата 6 и стабилизационные меры будут выполнены, настанет очередь установки гидромеханического оборудования и поэтапного бетонирования для агрегата 6.

Вышеописанные шаги будут впоследствии повторены для агрегата 5. Соответствующие работы начнутся спустя 11 месяцев после начала установки агрегата 6.

Укрепление и мониторинг за стенами машинного зала будет продолжаться одновременно и сразу же после выполнения проходки.

Время необходимое на проходку машинного зала для каждого из первых двух агрегатов оценивается в 8 месяцев.

Планируется продолжать проходку для каждого агрегата одновременно, чтобы максимально снизить конвергенцию стен машинного зала, которая может произойти во время выемки для агрегатов. Только два последних агрегата № 2 и 1, которые должны быть пройдены в песчанике, будут пройдены одновременно.

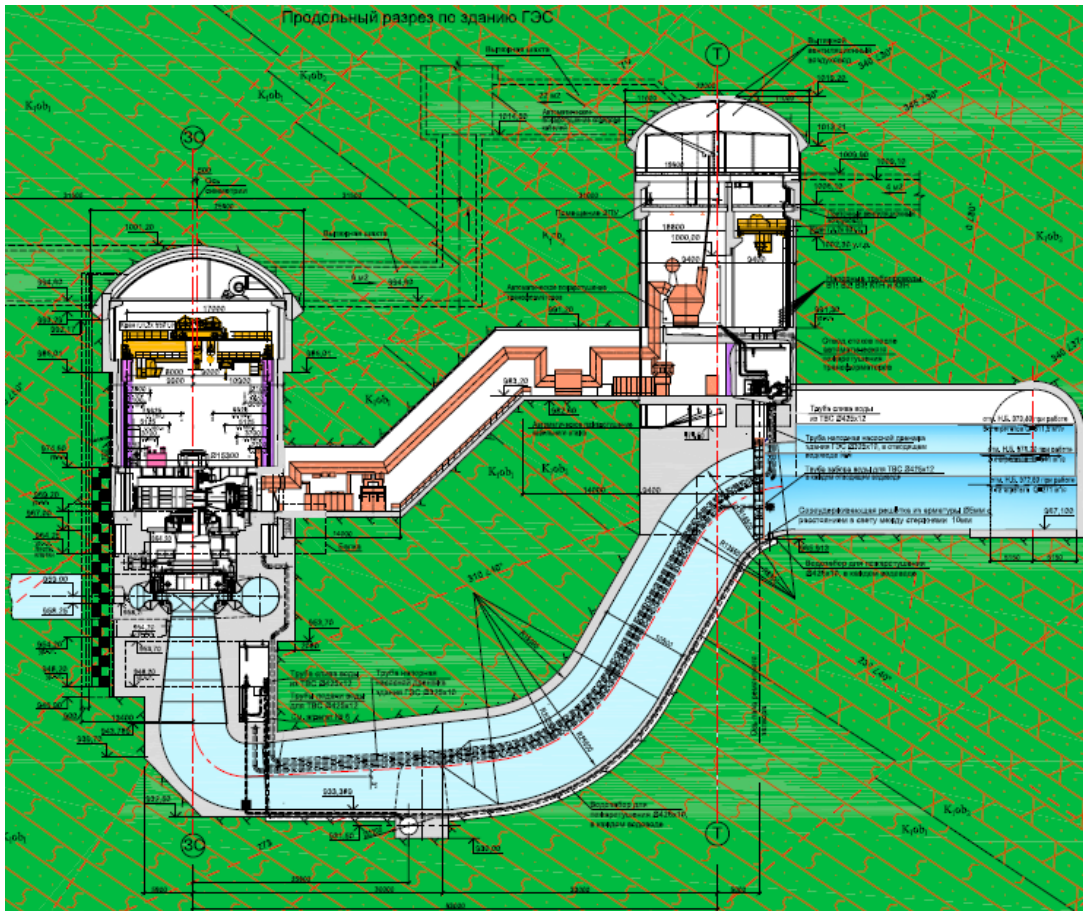


Рисунок 8-5: Поперечное сечение машинного зала [13]

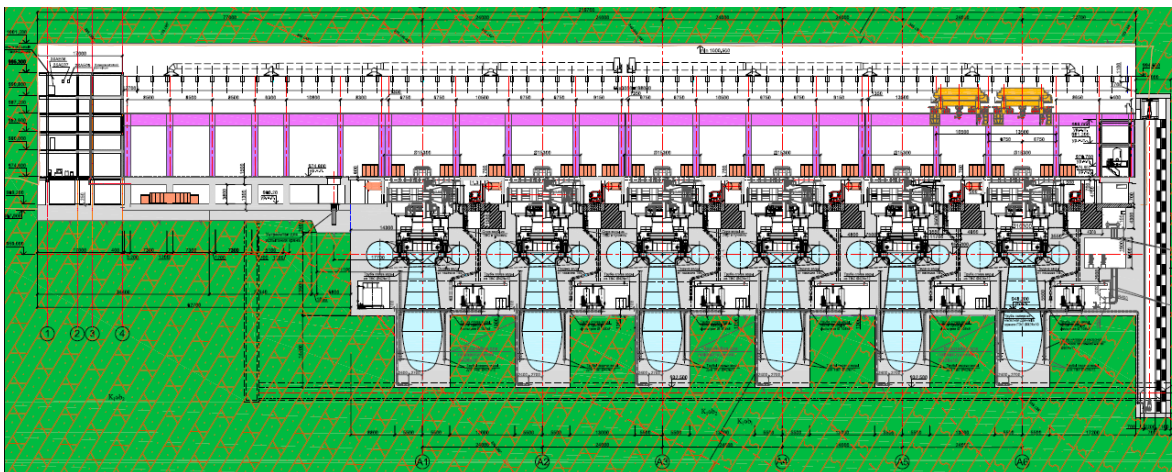


Рисунок 8-6: Продольное сечение машинного зала [13]

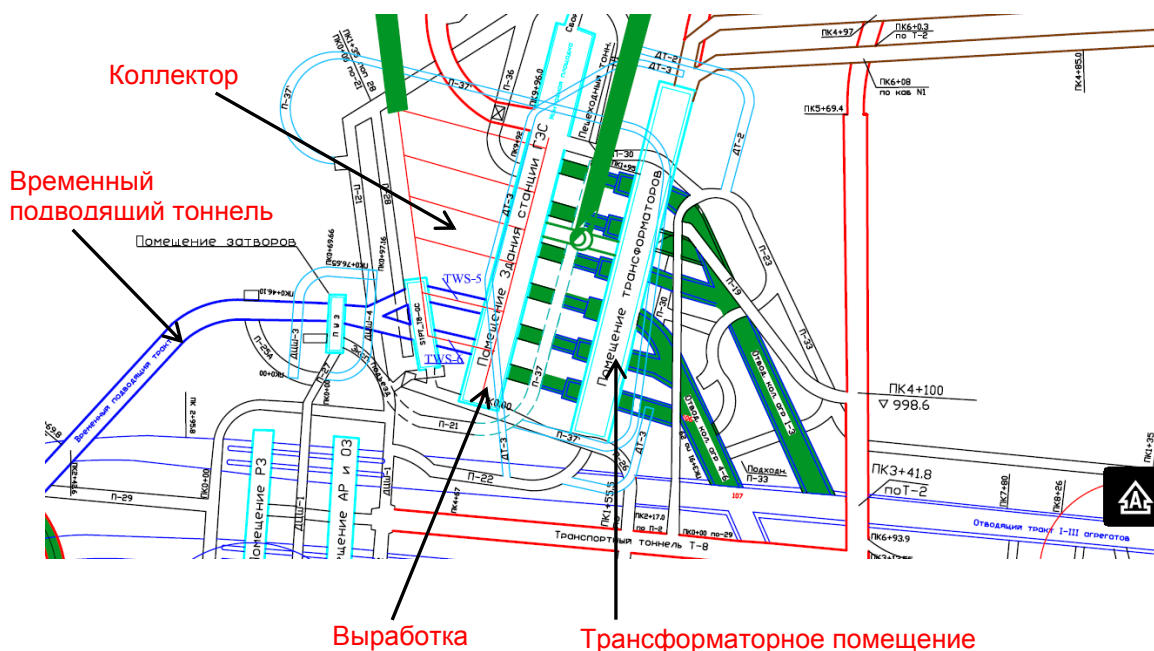


Рисунок 8-7: Машинный зал, приведенный из чертежей подземного комплекса 2, ИГП 2009

- Установка агрегатов 6 и 5:** Следует отметить, что агрегат 6 расположен напротив монтажной площадки машинного зала. Для управления агрегатами 6 и 5 на монтажной площадке следует построить диспетчерский пункт. Впоследствии, бетонные работы будут продолжаться для агрегата 6 и диспетчерского пункта одновременно. Для данного задания потребуются кинематический грузоподъемный механизм с высоким крюком. Предполагалось, что для бетонных работ будут использоваться временные мостовые краны и бетонные насосы. Дополнительно, для установки валов турбинного колеса и роторов понадобятся постоянные мостовые краны. Эти краны и требуемые рельсовые пути должны быть установлены на начальной стадии строительства машинного зала.

Для выполнения данных работ предполагается затратить 18.5 месяцев.

Бетонирование для агрегата 6 рекомендуется начинать, как только закончится проходка. Эти же рекомендации действительны и для агрегата 5.

Вслед за установкой второго агрегата (5), последуют испытания на холостом ходу и в мокром режиме для обоих агрегатов, общей продолжительностью 5 месяцев. Совершенно необходимо, чтобы постоянные мостовые краны были готовы к моменту установки самых тяжелых деталей агрегатов.

Также совершенно необходимо, чтобы функционировали следующие сооружения и были выполнены следующие работы для обеспечения начального этапа выработки агрегатов 6 и 5:

- Монтаж кабелей
- Трансформаторы для агрегатов 6 и 5
- Подстанция
- Линия электропередач

- Плотина первой очереди, с минимальной отметкой в 1110 мнм

8.7 Критические пути для основной плотины

Критический путь для основной плотины определяется следующими строительными работами:

- *Строительство / реконструкция транспортных сооружений*
- *Выемка бортов основания ядра*
- *Выемка основания ядра ниже отметки 1000 м*
- *Плита уплотненного катком бетона (УКБ), расположенная под ядром*
- *Ядро / отсыпка насыпей*

Далее следует разбивка основных работ для выполнения вышеперечисленных заданий.

- *Строительство / реконструкция основных транспортных сооружений*
- *Выемка бортов основания ядра: общий объем выемки бортов ядра составляет около 1.8 км³. К тому же откосы бортов ядра очень крутые, что делает выемку трудновыполнимой. Также трудно построить временные дороги. Для верхней части выемки бортов понадобятся скалолазы. Время необходимое на выполнение данного задания, учитывая, что выемка обоих бортов будет вестись одновременно, составляет 30 месяцев.*
- *Выемка основания ядра ниже отметки 1000 м: общий объем выемки ядра составляет около 0.53 км³ и требует приблизительно 5 месяцев на выполнение.*
- *Плита уплотненного катком бетона (УКБ), расположенная под ядром: дренажно-цементационные штольни будут вмонтированы в бетонную плиту, общим объемом около 0.35 км³, требующих 7 месяцев для выполнения.*
- *Отсыпка насыпей: укладка насыпей основной плотины (без учета перемычки и плотины первой очереди) займет 135 месяцев. Следовательно, средний темп укладки для плотины составляет около 0.5 км³ в месяц.*

8.8 Синтез основных результатов графиков выполнения работ для трех предусмотренных проектов

В данном параграфе резюмируется планирование строительства для трех вариантов.

Время, необходимое для достижения основных контрольных точек, рассмотренных в графике выполнения работ, и самые важные даты (напр. завершение перемычки, завершение первой очереди, и т.п.) представлены для трех вариантов. Отсчет времени ведется с момента утверждения ИТЭО.

Ключевые даты в месяцах, с момента утверждения ИТЭО и решения ПРТ продолжить Проект

	Вариант НПУ 1290 м нум	Вариант НПУ 1255 м нум	Вариант НПУ 1220 м нум
Подтверждение ИТЭО и решение ПРТ продолжить проект	0	0	0
Дата перекрытия реки	28	28	28
Конец строительство перемычки	36	36	36
Конец строительства плотины первой очереди	58	53	49
Ввод в эксплуатации агрегата 6 – временно	73	73	82
Ввод в эксплуатации агрегата 5 – временно	75	75	84
Завершение монтажа агрегата 4	85	85	85
Завершение монтажа агрегата 3	98	98	98
Завершение монтажа агрегата 2	112	112	112
Завершение монтажа агрегата 1	112	112	112
Минимальный уровень водохранилища	112	94	80
Временные агрегаты 5 и 6 отключаются	117	114	
Ввод в эксплуатации агрегата 4	115	101	101
Ввод в эксплуатации агрегата 3	117	114	114
Ввод в эксплуатации агрегата 2	119	116	116
Ввод в эксплуатации агрегата 1	121	118	118
Ввод в эксплуатации агрегата 6	123	120	
Ввод в эксплуатации агрегата 5	127	122	
Конец строительства плотины	163	142	120

Таблица 8-1: Резюме основных ключевых точек проекта для трех предусмотренных вариантов

Ниже представлена таблица, в которой указаны периоды строительных работ для предварительного договора и основного договора для трех альтернатив:

Ключевые даты в месяцах, отсчитанных с момента утверждения ИТЭО и решения ПРТ продолжить Проект

	Вариант НПУ 1290 мнум	Вариант НПУ 1255 мнум	Вариант НПУ 1220 мнум
Срок предварительного контракта	24	24	24
Срок основного контракта	139	118	96

Таблица 8-2 Строительные работы: продолжительность по предварительному и основному договору для трех предусмотренных альтернатив

Следует подчеркнуть, что вышеприведенные значения включают совмещение работ между предварительным и основным контрактом.

9 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Данный отчет посвящен графику выполнения работ Проекта по трем разработанным Консультантом вариантам, в которых нормальный подпорный уровень водохранилища предвидится на отметках 1290, 1255 и 1220 м.н.у.м.

Детальный анализ этих трех графиков выполнения работ Проекта основан на данных предоставленных Заказчиком и/или полученных во время посещения Консультантом стройплощадки, и на некоторых предположениях, сделанных Консультантом, исходя из опыта предыдущих крупномасштабных гидропроектов. Уровень детализации в настоящем исследовании отвечает требованиям ТЭО Проекта, выполненного Консультантом.

В настоящем исследовании детально изучен вариант НПУ 1290, а для двух других вариантов, очень близких к первому, предоставлены только основные результаты и сравнения с вариантом НПУ 1290.

Два критических пути найдены для каждого варианта: один для основной плотины и один для начального этапа выработки. Данные критические пути детально описаны в настоящем отчете, а также представлена их связь с основными работами.

Основные результаты можно резюмировать следующим образом:

- Дата **перекрытия реки** зависит от строительства СТЗ, которое не было предусмотрено в варианте ИГП 2009. Строительство данного СТЗ (28 месяцев) откладывает произвести перекрытие реки за два периода дождей, т.е. в октябре 2016 года. Укладка материала для строительства перемычки может ожидать в течение 4 месяцев сезона дождей (см. приложение 1 – оптимизация перекрытия реки для строительства перемычки).
- **Сроки ранней выработки** (ввод в эксплуатацию агрегатов 5 и 6) предвиденных ИГП нельзя подтвердить по существующим предположениям и фактическому

состоянию работ. Не только из-за большей продолжительности перекрытия реки, но и ввиду стабилизационных работ в выработке машинного зала.

- Для снижения общей продолжительности строительства Проекта ожидается, что некоторые постоянные работы, как и ремонтно-восстановительные работы дорог и установок стройплощадки, будут выполняться по предварительному соглашению местным подрядчиком, во время тендерного периода основного контакта строительных работ.
- Для ускорения и содействия поставке и установке электромеханического оборудования для начального этапа выработки, работы по ЭМ были разбиты на два отдельных контракта. Первый, связанный с начальным этапом выработки, обсуждается с предыдущим поставщиком агрегатов 5 и 6 и состоит из доставки и установки компонентов агрегатов 5 и 6 и сопутствующих вспомогательных конструкций, которые еще не были доставлены на стройплощадку с периода 90-ых годов.

Второй является международным тендером и состоит из обеспечения, доставки и установки полного набора оборудования для агрегатов 1, 2, 3 и 4 вместе с сопутствующими вспомогательными конструкциями.

- Консультантом был подготовлен детальный анализ строительства плотины, чтобы получить скорости укладки для заполнения плотины, в соответствии с стандартной практикой в каменно-насыпных проектах такого масштаба (см. приложение 2 – оптимизация скорости укладки для Рогунской плотины).

Графики выполнения работ трех вариантов, представленных в данном отчете были использованы для получения кривой расходов для каждого варианта, который включен в финансовый и экономический анализ вариантов проекта.

Несмотря на достижение удовлетворительного уровня детализации, некоторая оптимизация строительства, в особенности основной плотины, все еще возможна, только после выбора наиболее привлекательной альтернативы (высоты плотины) и в рамках этапа рабочего проекта.

В качестве последней ремарки, настоящее исследование позволяет хорошо изобразить критические пути Проекта (параграф 9) и оценить основные ограничения, последовательность строительства и препятствия, предвиденные на этапах проектирования и выполнения работ. Ввиду важности данных аспектов в реализации Проекта, сложности характера Проекта и его уплотненного графика, Консультант рекомендует приложить все усилия для внимательного выбора опытного и высококвалифицированного основного подрядчика/подрядчиков (и впоследствии субподрядчиков), а также проектировщиков и технического надзора.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕКРЫТИЯ РЕКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЕРЕМЫЧКИ

ИТЭО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОЙ ГЭС

ФАЗА II: ВАРИАНТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПРОЕКТА

Том 4: Исследования реализации

Глава 1: График реализации и метод строительства

Приложение 1: Оптимизация графика

Март 2014

A	13/11/2013	Первый выпуск	Винсент Либо	Ассенсио Лара	Николя Санс

СОДЕРЖАНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ	4
2	ЛИТЕРАТУРА	4
3	МЕТОДОЛОГИЯ	4
4	РАСЧЕТ	7
4.1	<i>Гидравлическое исследование</i>	7
4.1.1	Методология и определения	7
4.1.2	Результаты гидравлического исследования	11
4.2	<i>Исследование размещения материала</i>	15
4.2.1	Определения	15
4.2.2	Результаты исследования размещения материала	15
5	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	17

РИСУНКИ

Рисунок 3-1: Вид сверху (снимок из Гугл планета земля)	5
Рисунок 3-2: Поперечное сечение реки	5
Рисунок 3-3: Представление стока – Вид сверху.....	6
Рисунок 3-4: Представление стока – Продольное сечение.	6
Рисунок 3-5: Трехмерная модель (Rhino 3D)	7
Рисунок 4-1: Методология гидравлического исследования.	8
Рисунок 4-2: Определение Δh	9
Рисунок 4-3: Коэффициент пропускa C , (3).....	9
Рисунок 4-4: Коэффициент пропускa C' , (3)	10
Рисунок 4-5: Кф коэффициент, (3).....	10
Рисунок 4-6: коэффициент K_x (3).....	10
Рисунок 4-7: Коэффициенты пропускa C , C' , Кф и K_x	11
Рисунок 4-8: Функция пропускa и сжатия уровня воды верхнего бьефа	12
Рисунок 4-9: Гидравлическое поперечное сечение.	12
Рисунок 4-10: Функция коэффициента A . $Q_c=4000 \text{ м}^3/\text{с}$ Уровня воды (УВ) и Отметки гребня (ОГ).	13
Рисунок 4-11: Функция Q общего пропускa степени A . $Q=4000 \text{ м}^3/\text{с}$	14
Рисунок 4-12: Функция скорости сечения перемычки коэффициента A . $Q_c=4000 \text{ м}^3/\text{с}$	14
Рисунок 4-13: Типичное поперечное сечение реки и уменьшение.	15
Рисунок 4-14: Объем высоты функции перемычки.....	15
Рисунок 4-15: Объем материала на правом берегу, функция коэффициента A	16
Рисунок 4-16: Вид сверху – Методология сжатия, первый этап.	17

ТАБЛИЦЫ

Таблица 4-1: Параметры для кривых пропускных способностей СТ1 и СТ2.....	11
--	----

1 ВВЕДЕНИЕ

Целью настоящей записки является оптимизация перекрытия реки, чтобы уменьшить скорость размещения материала, необходимую для строительства перемычки. Объем перемычки, 2,4 млн.м³, должен быть размещен в период с октября по май (8 месяцев), соответствующий периоду маловодья. Это вызывает скорость размещения материала в 0,3 млн.м³/Месяц: высокая скорость, учитывая другие мероприятия, которые должны быть выполнены на этом начальном этапе строительства.

Для того, чтобы уменьшить эту скорость размещения материала, было проведено гидравлическое исследование, чтобы оценить возможный объем, который может быть размещен заранее в период высокого уровня воды. Этот объем зависит от сжатия и отметки воды, индуцированной сужением поперечного сечения реки.

2 ЛИТЕРАТУРА

1. **ИТЭО. Отчет Фазы II. Том 3, Глава 3, Приложение 3: Управление паводком во время строительства.** 2013.
2. **Хагер, Уилли Х. и Шлайсс, Антон Дж.** *Traité de Génie-Civil, EPFL: Том 15. Гидравлические характеристики строительства: Постоянные стоки.* 2009.
3. **Шоу, Вен Те.** Гидравлика открытых каналов. 1959.
4. **Халдре, С. В. Избаш и Х. Ю.** Гидравлика перекрытия русла реки: The Butterworth Group, 1959.

3 МЕТОДОЛОГИЯ

Перекрытие реки с перемычкой и строительными туннелями СТ1 и СТ2 представлены на Рисунке 3-1.



Рисунок 3-1: Вид сверху (снимок из Гугл планета земля).

Уровень гребня перемычки⁽¹⁾ составляет 1050 м нум, а общий объем - около 2.4 млн.м³.

Строительство перемычки должно быть закончено до мая. Строительство начинается в октябре (начало сезона маловодья), поэтому существуют 8 месяцев, приводящие к скорости размещения материала 0,3 млн.м³/месяц. Этот показатель является очень высоким в соответствии с необходимыми различными работами на створе плотины на данном этапе. Следовательно, она должна быть снижена за счет прогнозируемого перекрытия реки до октября (во время сезона половодья).

Таким образом, уровень 10хх⁽²⁾ (что соответствует уровню прогнозируемого перекрытия) должен быть определен.

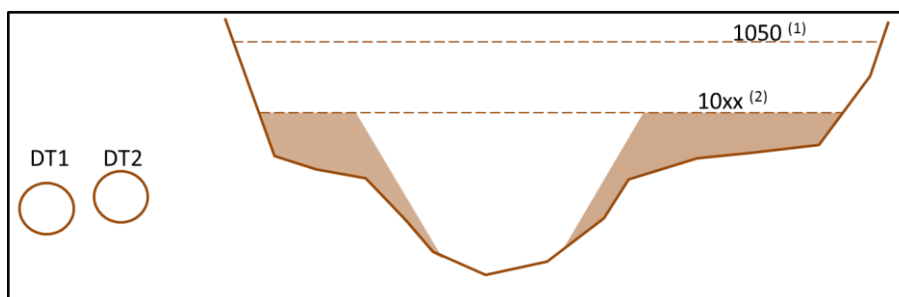


Рисунок 3-2: Поперечное сечение реки.

Общий пропуск является суммой пропуска через строительные тоннели СТ1 и СТ2, и пропуск через поперечное сечение перемычки. Поперечное сечение перемычки зависит от коэффициента м (степень сжатия).

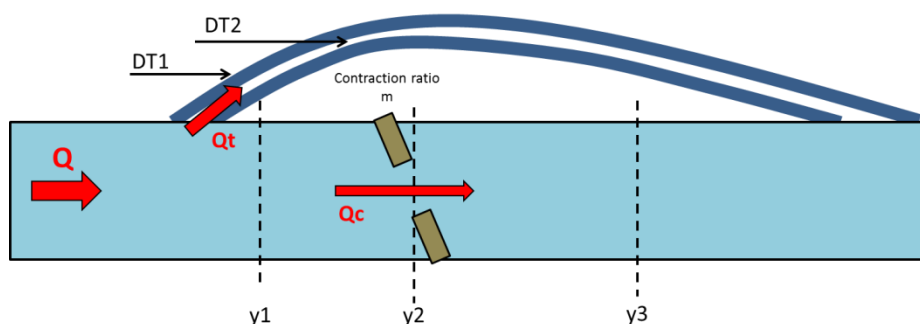


Рисунок 3-3: Представление стока – Вид сверху.

$$Q = Q_t + Q_c$$

$$Q_t = QDt_1 + QDt_2$$

с:

- Q: Общий пропуск, [м³/с]
- Q_t: Пропуск через строительные туннели СТ1 и СТ2, [м³/с]
- Q_c: Пропуск через сечение перемычки, [м³/с]
- m: Степень сжатия такая как $m = 1 - Ah/A_i$, [-]
- A_i: первоначальное сечение без сжатия, [м²]
- Ah: Сжатое гидравлическое сечение, [м²]

Сжатие гидравлического сечения вызывает увеличение уровня воды вверх по течению перемычки. Это повышение ограничивает ожидание строительства, потому что уровень воды должен быть ниже, чем уровень сжатия 10хх. Кроме того, важное увеличение может затопить преждевременно области вверх по течению, и сорвать работы.

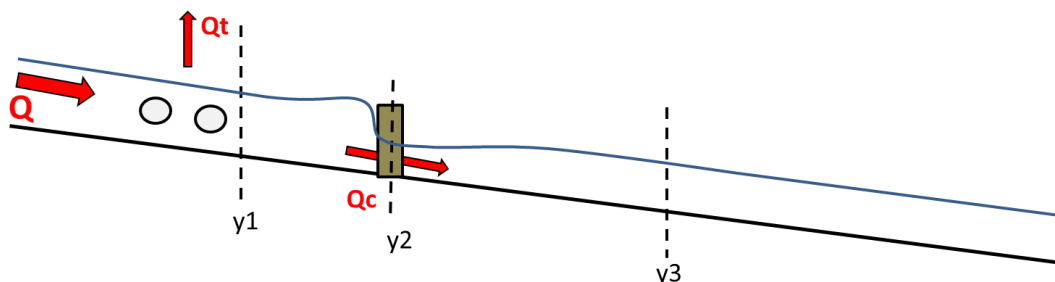


Рисунок 3-4: Представление стока – Продольное сечение.

Период повторяемости стока, рассчитанный для перемычки составляет 100 лет, что соответствует пропуску 3900 м³/с. Для расчета учитывается пропуск в $Q_c = 4000$ м³/с (это консервативный критерий).

Таким образом, методика состоит из двух этапов расчета:

- Определить отметку воды вверх по течению перемычки для каждого сжатия. Для этого, потери напора были оценены для того, чтобы вычислить уровень воды вверх по течению с уровнем воды вниз по течению, равным нормальному уровню воды.
- Рассчитать объем материала для каждого сжатия, чтобы оценить уменьшение скорости размещения материала в течение 8 месяцев маловодья. Трехмерная модель (Программное обеспечение 3D Rhino) позволила точно рассчитать объемы материалов, учитывая сложную геометрию перемычки (ср. рисунок ниже)

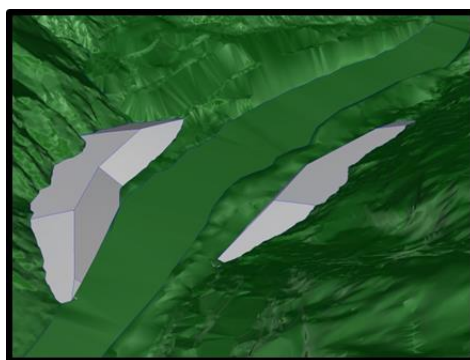


Рисунок 3-5: Трехмерная модель (Rhino 3D)

4 РАСЧЕТ

4.1 Гидравлическое исследование

4.1.1 Методология и определения

Первый этап расчета состоит в определении отметки воды для каждого сжатия. Методология подробно описана на Рисунке 4-1.

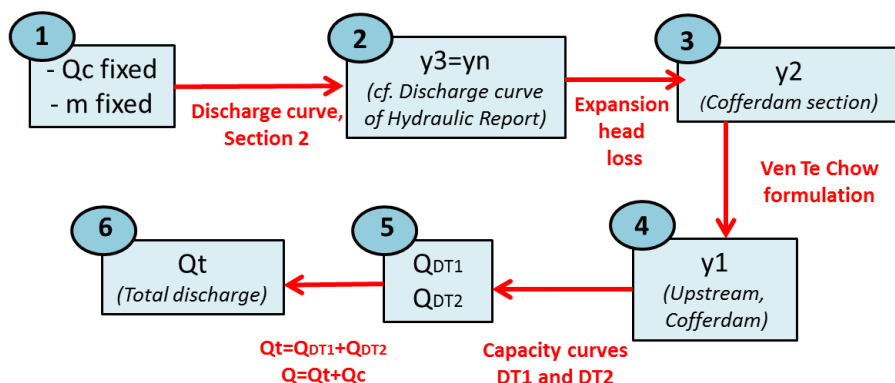


Рисунок 4-1: Методология гидравлического исследования.

Зафиксированные пропуск Q_c и степень сжатия m , приводят к уровню воды вверх по течению и общему пропуску Q .

Формулами, используемыми для гидравлического расчета являются:

- **Кривая пропуска:** (см.(1), пункт 2.1)

Отметка воды H [м нум] формулируется как функция Q :

$$H = 982.1 + 1.24 * Qc^{0.26} \rightarrow H = GWL + y_3.$$

с:

- y_3 : Глубина воды для пропуска Q_c , [м]
- УГВ: Уровень грунтовых вод в сечении 2. УГВ=982.1 м нум.

- **Потери напора увеличения:** (см. (2), стр. 38).

Увеличение после сжатия перемычки приводит к потере напора ΔH_e , сформулированной как:

$$\Delta H_e = \xi_e * \frac{V^2}{2 * g}$$

с:

- ξ_e : Коэффициент потери напора, именуемый потерей увеличения, [-].
- V : скорость в сжатом сечении S_2 , [м/с]
- $g=9.81$ м.с⁻²

- **Формулировка Вен Те Чоу:** (см.(3), стр. 475 до 493).

Отметка воды Δh [м], вызванная сжатием, формулируется как:

$$\Delta h = \frac{V2^2}{2 * g * C} - \alpha1 * \frac{V1^2}{2 * g}$$

с:

- V2: Скорость в сжатом сечении S2, [м/с]
- $\alpha1$: Кинетический коэффициент, учтенный равным 1.1
- V1: скорость вверх по течению перемычки, сечение S1, [м/с]
- C: общий коэффициент пропускa, [-]

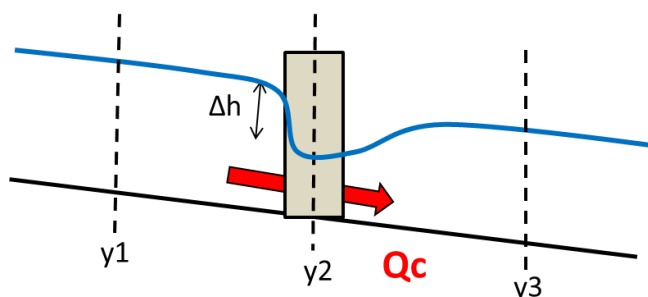


Рисунок 4-2: Определение Δh .

Коэффициент пропускa C

Расчет коэффициента пропускa зависит от различных коэффициентов, описанных на Рисунке 4-3. Эти коэффициенты являются функцией степени сжатия m и геометрии сжатия. Рассматриваемое сжатие является Тип III с углом $\phi = 30^\circ$ между осью перемычки и поперечной осью гидравлического сечения.

$$C = C' K_F K_r K_W K_\phi K_y K_x K_e K_t K_j$$

Рисунок 4-3: Коэффициент пропускa C, (3).

Некоторые коэффициенты не препятствуют выполненному расчету, и поэтому считаются равными 1. Получаемой формулой является:

$$C = C' * K_\phi * K_x$$

с:

- C': Коэффициент пропускa (стандартное значение), [-]

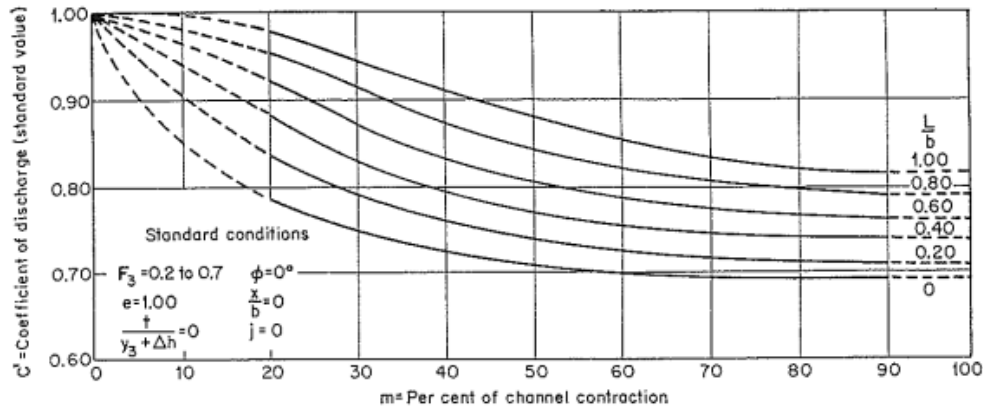


Рисунок 4-4: Коэффициент пропуск C' , (3).

K_ϕ : Функция коэффициента угла между осью перемычки и поперечной осью гидравлического сечения, [-]

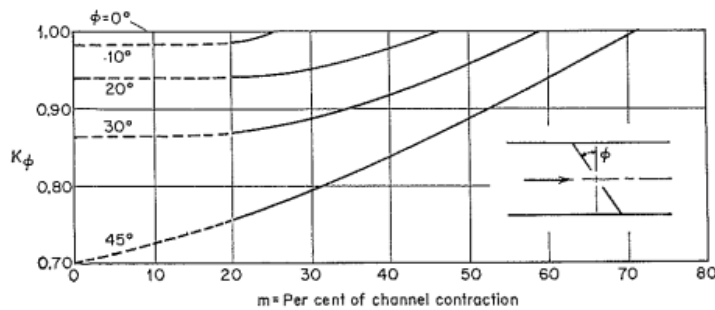


Рисунок 4-5: K_ϕ коэффициент, (3).

- K_x : Функция коэффициента степени x/L . K_x был рассмотрен постоянным и равным 1.05, [-]

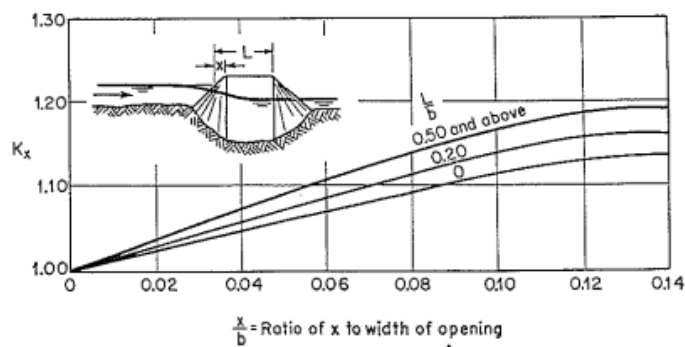


Рисунок 4-6: коэффициент K_x (3).

Рисунок 4-7 обобщает расчет C' , K_ϕ , K_x , и всемирный коэффициент пропуск C .

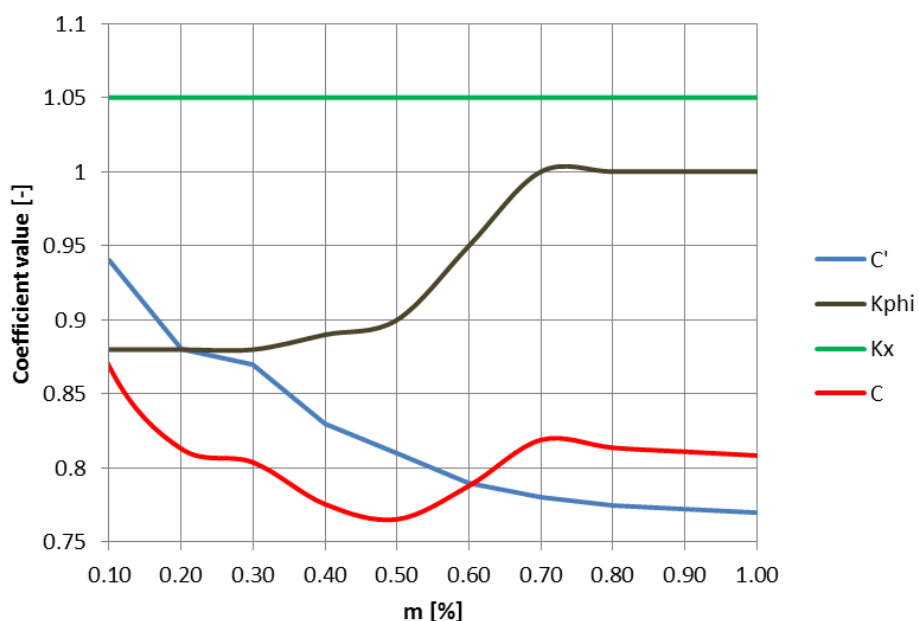


Рисунок 4-7: Коэффициенты пропуска C, C', Kφ и Kx.

- Кривые пропускной способности СТ1 и СТ2

Пропускная способность QDTi [м³/с] каждой строительной туннели DTi формулируется как минимальное значение пропуск между формулировкой отверстия и водослива:

$$QDTi = MIN(k * (H - Ho)^a)$$

Параметры h, Ho и a развернуты в Таблице 4-1:

Параметры для Кривых пропускной способности Строительных туннелей СТ1 и СТ2

	Q, отверстие			Q, водослив		
	k	Ho	a	k	Ho	a
СТ1	215.0	992.82	0.5	13.5	990.00	1.5
СТ2	285.0	995.19	0.5	19.0	1002.00	1.5

Таблица 4-1: Параметры для кривых пропускных способностей СТ1 и СТ2

4.1.2 Результаты гидравлического исследования

На Рисунке 4-8 показано, что на уровень воды верхнего бьефа не влияет степень сжатия m ниже, чем 0,4, т.е. можно размещать материалы заранее в реке, а затем сжать сечение до m=0.4.

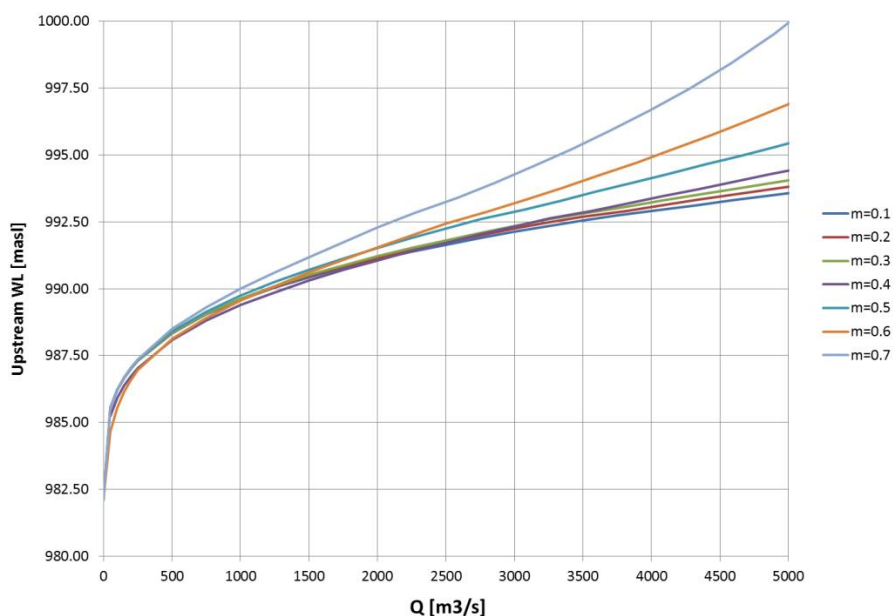


Рисунок 4-8: Функция пропуска и сжатия уровня воды верхнего бьефа.

Параметр m полезен, используя формулировку Вен Те Чоу. Тем не менее, это не связано напрямую с объемом материала. Тогда параметр A определяется как:

$$A = 1 - bc/bi$$

с:

- bi : ширина нижней части первоначального сечения, $bi = 125\text{м}$.
- bc : ширина нижней части сжатого сечения, [м]

Упрощенное гидравлическое поперечное сечение определено на Рисунке 4-9.

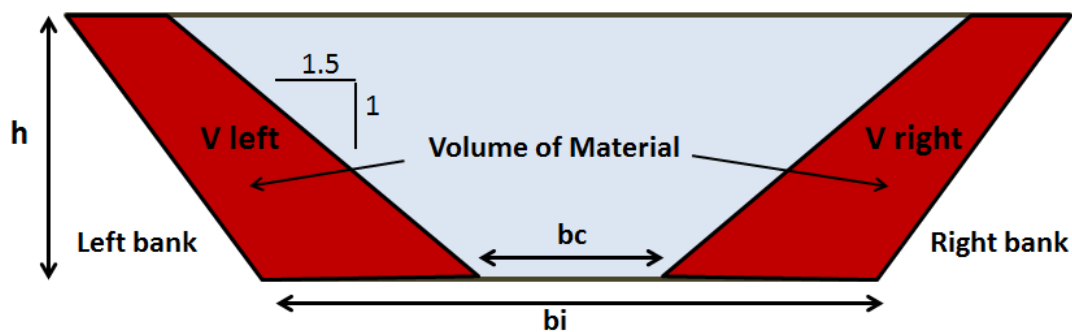


Рисунок 4-9: Гидравлическое поперечное сечение.

С $Q_c = 4000$ м³/с, уровень воды составляет около 995 м нум до $A=0.4$. Для более высокого коэффициента A , отметка воды вверх по течению значительно увеличивается.

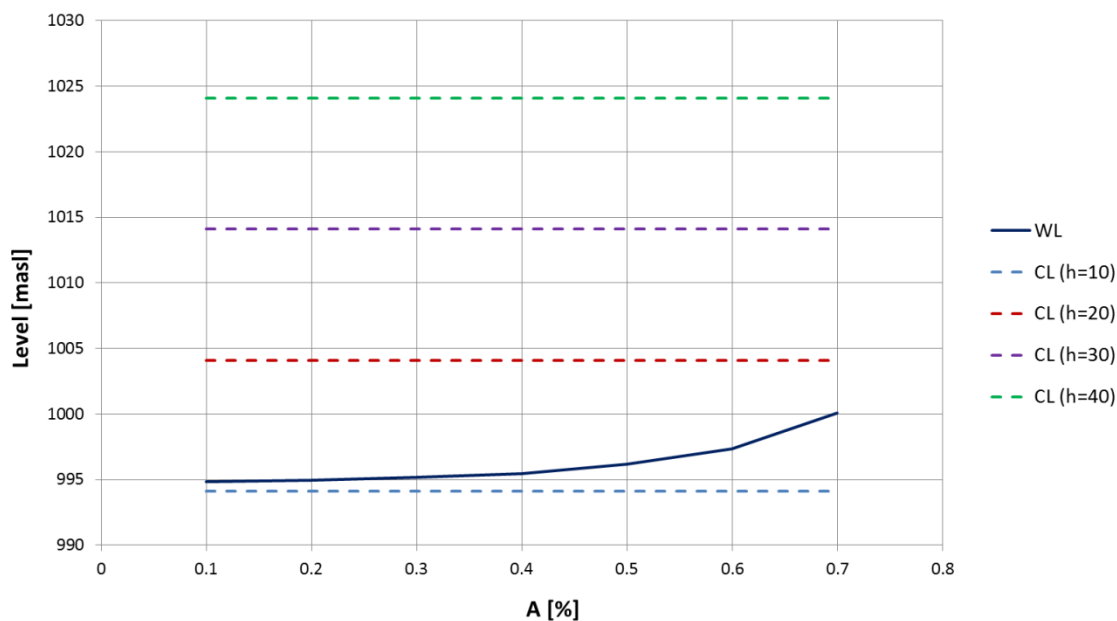


Рисунок 4-10: Функция коэффициента A . $Q_c=4000$ м³/с Уровня воды (УВ) и Отметки гребня (ОГ).

Общий пропуск $Q = Q_c + Qt$ зависит также от сжатия. Рисунок 4-11 показывает значения для $Q_c=4000$ м³/с и A переменные между 0.1 и 0.7. В сущности, для зафиксированного пропуска Q_c , общий пропуск увеличивается со степенью сжатия A .

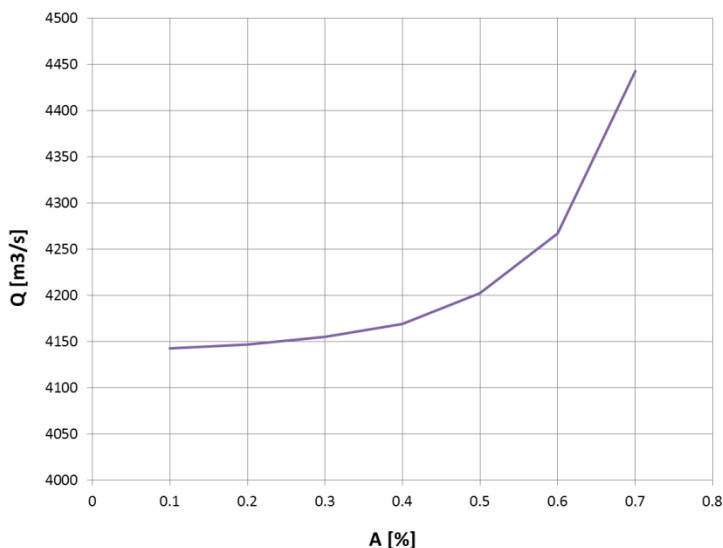


Рисунок 4-11: Функция Q общего пропускa степени A. $Q=4000 \text{ м}^3/\text{с}$.

Кроме того, скорость в поперечном сечении перемычки также увеличивается со степенью сжатия A. Для $A=0.4$, скорость $V_2=4.5 \text{ м/с}$. Во избежание транспортировки материала потоком, размер материалов должен быть выбран соответствующим образом (крепление каменной наброской, размещенное в русле реки может быть полезной для защиты от эрозии).

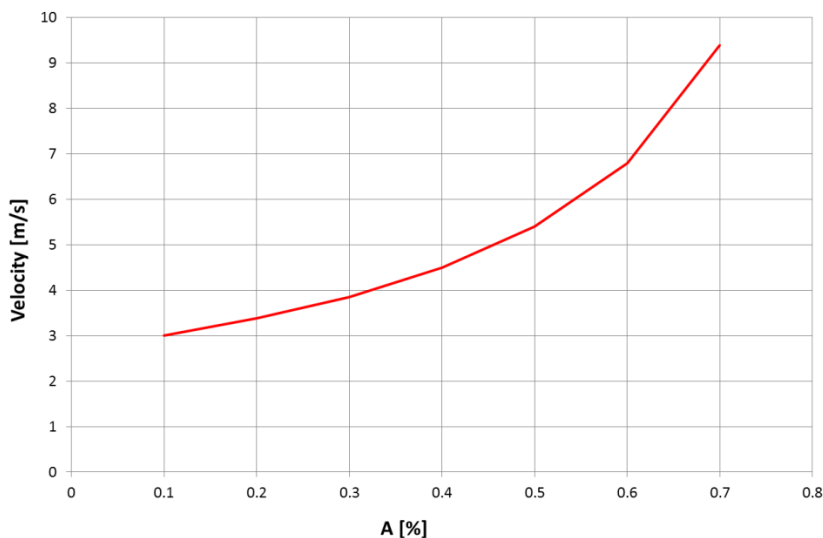


Рисунок 4-12: Функция скорости сечения перемычки коэффициента A. $Q_c=4000 \text{ м}^3/\text{с}$.

В заключении, первый этап расчета показывает, что можно уменьшить гидравлическое сечение до степени $A = 0,4$. Второй этап расчета является определением соответствующего объема (представлен в следующем параграфе).

4.2 Исследование размещения материала

4.2.1 Определения

Объем материала зависит от уровня сжатия и коэффициента A (определенного в предыдущем параграфе). Рисунок 4-13 представляет поперечное сечение по оси плотины. На рисунке показано, что существенный объем может быть размещен на правом берегу, не влияя на гидравлическое сечение.

Расчет выполнен с трехмерной моделью, разработанной с программным обеспечением Rhino. Сжатие было смоделировано на правом и левом берегах для того, чтобы четко наблюдать, где уменьшение скорости размещения материала является более эффективным.

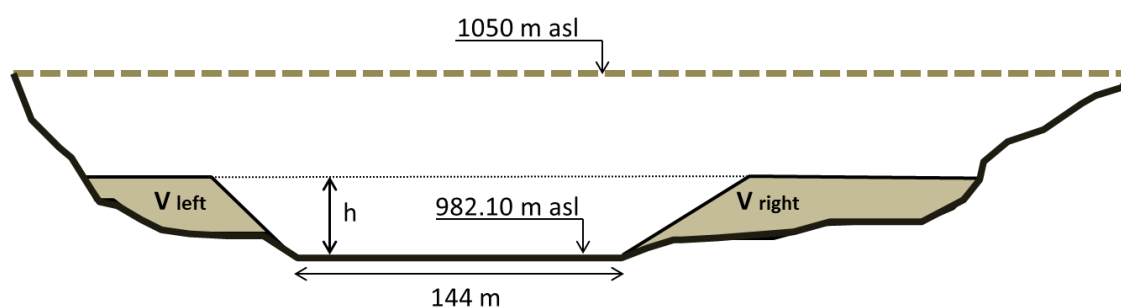


Рисунок 4-13: Типичное поперечное сечение реки и уменьшение.

4.2.2 Результаты исследования размещения материала

Рисунок 4-14 дает общий объем отметки функции перемычки и до отметки гребня 1050 м нум. Общий объем составляет около 2.4 млн. m^3 .

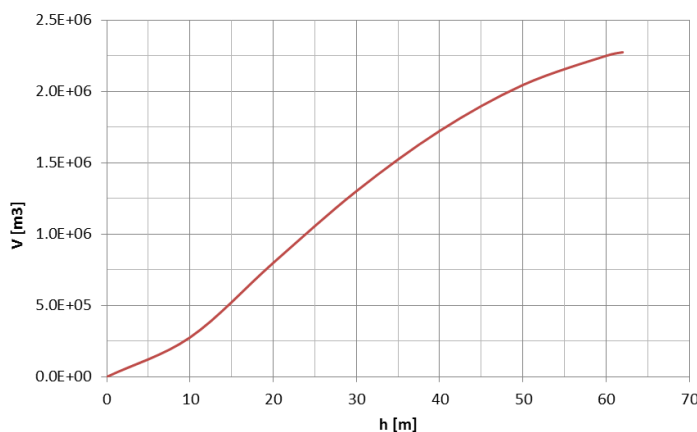


Рисунок 4-14: Объем высоты функции перемычки.

Рисунок 4-15 и Рисунок 4-16 соответствуют объему размещенного соответствующим образом материала на левом и правом берегах, функции степени сжатия A .

Показано, что объем может быть размещен заранее, (особенно на правом берегу без сжатия гидравлического сечения ($A=0$)).

Для степени сжатия $A=0.4$, возможно разместить 0.8 млн.м³ без влияния на отметку воды.

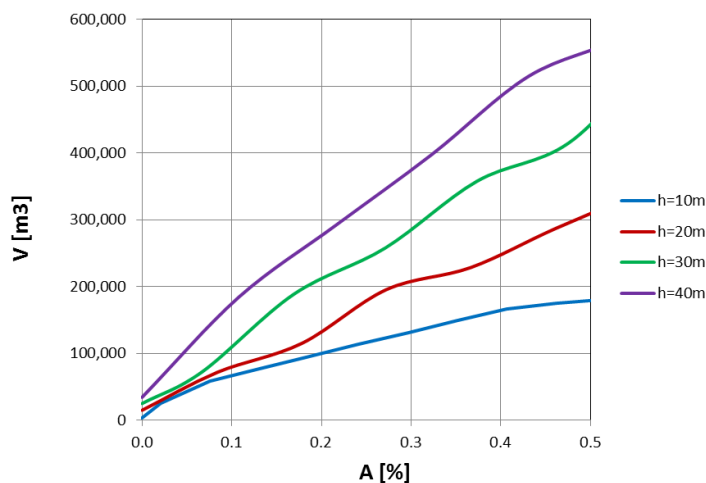


Рисунок 4-15: Объем материала на левом берегу, функция коэффициента A.

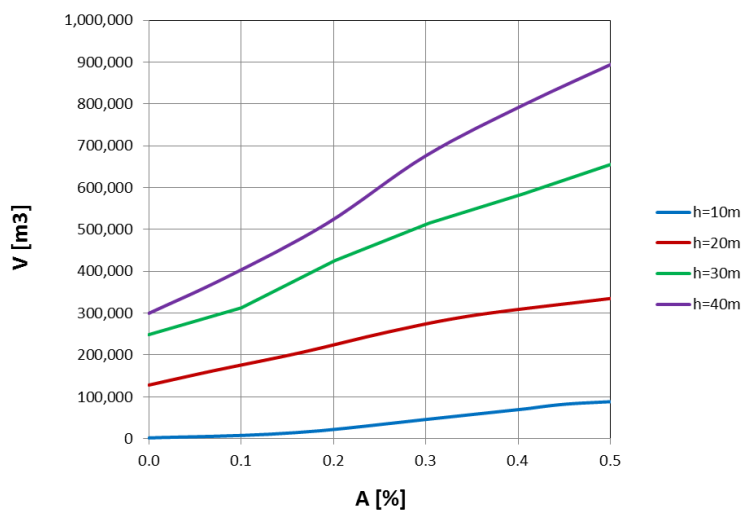


Рисунок 4-15: Объем материала на правом берегу, функция коэффициента A

Рисунок 4-17, Рисунок 4-18 кратко представляют методологию сжатия сечения реки путем создания защищенной зоны, где размещение материала после этого возможно. Этот метод обычно используется для перекрытия реки и должен быть подробно изучен для следующего этапа проекта.

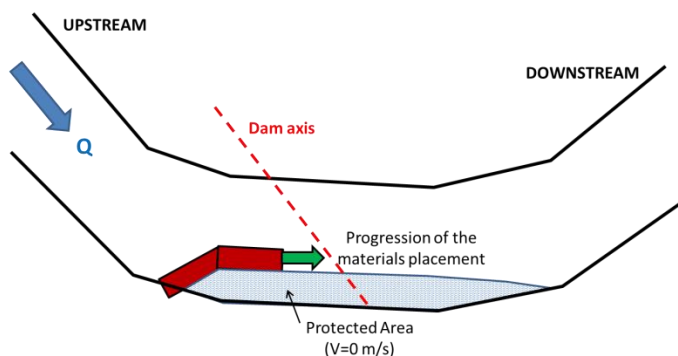


Рисунок 4-16: Вид сверху – Методология сжатия, первый этап.

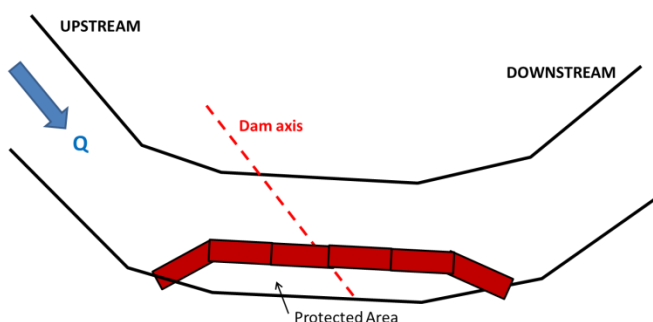


Рисунок 4-18: Вид сверху – Методология сжатия, второй этап.

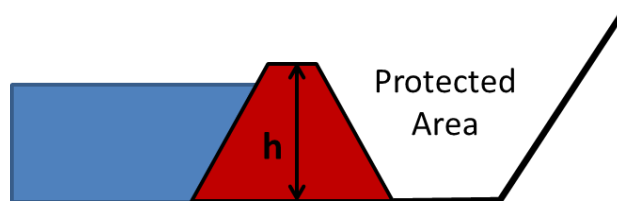


Рисунок 4-19: Поперечное сечение – Методология сжатия второй этап.

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ожидание сжатия для перекрытия реки является часто используемым процессом для строительства плотин для того, чтобы снизить скорость размещения материала в сезон маловодья.

Эта записка показывает, что можно разместить как минимум 0,8 млн м³ в период с мая по октябрь (4 месяца), а затем разместить 1,6 млн. м³ в период с октября по май (8 месяцев) следующего года. Тогда средняя скорость размещения материала может быть уменьшена с 0,3 млн. м³/Месяц до 0,2 млн.м³/Месяц. Перекрытие реки должно быть выполнено с правого берега на левый берег, учитывая существенный объем материала, который может быть размещен, не влияя на поток.

Эта выгода по скорости размещения материала является значительной. Исследование показывает, что эта методология возможна, и должна использоваться для перекрытия реки, чтобы завершить работы вовремя.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – ОПТИМИЗАЦИЯ СКОРОСТЕЙ ЗАСЫПКИ ДЛЯ РОГУНСКОЙ ПЛОТИНЫ

ИТЭО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОЙ ГЭС

ФАЗА II: ВАРИАНТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКТА

Том 4: Исследования реализации

Глава 1: Исследования реализации и метод строительства

Приложение 2 – Оптимизация скорости размещения материала

Март 2014

	13/11/2013	Первый выпуск	Винсент Либод	Асенсио Лара	Николя Санс



СОДЕРЖАНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ	4
2	НАПОМИНАЕМ ПЕРВУЮ ПРЕДСТАВЛЕННУЮ ВЕРСИЮ (Май 2013)	4
3	Важные аспекты для определения скорости размещения материала	9
4	анализ скорости размещения материала	11
4.1	<i>Этапы строительства</i>	11
4.2	<i>Скорость размещения</i>	12
4.2.1	Критический пункт	15
4.2.2	Заключение	16
5	Информация по плотинам с высокой скоростью размещения материала	17
5.1	<i>Грэнд Мейсон (Франция)</i>	17
5.2	<i>Тарбела (Пакистан)</i>	18
5.3	<i>ГЭС Ксиаолангди</i>	18
5.4	<i>Аль-Вахда (Марокко)</i>	19
5.5	<i>Гуавио (Колумбия)</i>	20
5.6	<i>Каранджукар (Исландия)</i>	20
5.7	<i>Нам Нгам 2 (Лаос)</i>	20
5.8	<i>Плотина Бакун (Малайзия)</i>	20
5.9	<i>Плотина Полихали (Лесото)</i>	21
	<i>Плотина Полихали (Лесото) (2007 год) – тендер, еще не построен</i>	21
5.10	<i>Другая предполагаемая для исследований скорость размещения материала</i>	21
5.10.1	Гайб III (Эфиопия)	21
5.10.2	Нам-Нгам 3 (Лаос)	21
5.11	<i>Заключение/Сравнение</i>	22
6	общее заключение	23

РИСУНКИ

Рисунок 1: Упрощенный график – Первая версия (май 2013)	5
Рисунок 2: Поперечное сечение, определение материала	6
Рисунок 3: Условные объемы	6
Рисунок 4: Фазирование плотины (ср. Отчет Оценки затрат)	7
Рисунок 5: Фазирование Плотины, используемое для Скорости размещения материала (май 2013)	7
Рисунок 6: Средняя скорость размещения материала за месяц на один год (май 2013)	7
Рисунок 7: Средняя скорость размещения материала за рабочий месяц (май 2013)	7
Рисунок 8: Выработка электроэнергии (Вариант 1290 мнум)	9
Рисунок 9: Этап строительства. Вариант 1290 мнум	11
Рисунок 10: Фазирование плотины (сентябрь 2013)	12
Рисунок 11: Верхняя часть плотины - подробности	13
Рисунок 12: Скорости размещения материала	14
Рисунок 13: Представление скоростей размещения материала	14
Рисунок 14: Расчет роста гребня плотины	15
Рисунок 15: Анализ критического пункта	15
Рисунок 16: Рост гребня плотины	16
Рисунок 17: Проект плотины Тарбела – Отчет о завершении работ по проектированию и строительству (глава 26)	18
Рисунок 18: Аль-Вахда – Месячная скорость размещения материала насыпи плотины	19
Рисунок 19: Определение Предварительного и Основного Контракта, вариант 1290	24

ТАБЛИЦЫ

Таблица 1: Резюме основных этапов проекта 3 предусмотренных вариантов.	8
Таблица 2: Резюме основных этапов проекта 3 предусмотренных вариантов	16
Таблица 3: Резюме основных этапов проекта 3 предусмотренных вариантов, в месяцах с начала предварительного Контракта.	23

1 ВВЕДЕНИЕ

По итогам Парижских встреч (16-20 сентября), целью настоящей записки является оптимизация графика реализации и особенно предполагаемых ранее скоростей размещения материала для строительства плотины Рогунской ГЭС.

Обоснование скорости размещения материала состоит из трех частей:

- = Анализ подъездных дорог, предоставленный Заказчиком в ходе Парижских встреч (16 по 20 сентября).
- = Информация о плотине, для того, чтобы показать, что эта скорость размещения материала насыпи является надежной.
- = Одобрение/анализ специального эксперта в строительстве каменно-набросных плотин

2 НАПОМИНАЕМ ПЕРВУЮ ПРЕДСТАВЛЕННУЮ ВЕРСИЮ (МАЙ 2013)

- **Было подготовлено 3 графика:** по одному для каждой отметки гребня плотины (1300, 1255 и 1220 мнум)
- **Датой начала был:** Июнь 2013
- **Перекрытие реки было:** Октябрь 2017
- **Наблюдались две критические пункты:**
 - ✓ Основная плотина:
 - Строительство/ Реконструкция транспортных средств
 - Разработка основания ядра (устой, русло реки)
 - Бетонная плита, расположенная под ядром
 - Ядро / Засыпка насыпи
 - ✓ Ранняя выработка:
 - Работы по упрочнению Выработки Машзала
 - Разработка Выработки Машзала, Агрегата 6
 - Бетонирование и монтаж Агрегата 6
 - Разработка Выработки Машзала Агрегата 5
 - Бетонирование и монтаж Агрегата 5

Примечание: Перекрытие реки и наличие СТЗ не является критическим пунктом для ввода в эксплуатацию Агрегатов 5 и 6 для ранней выработки.

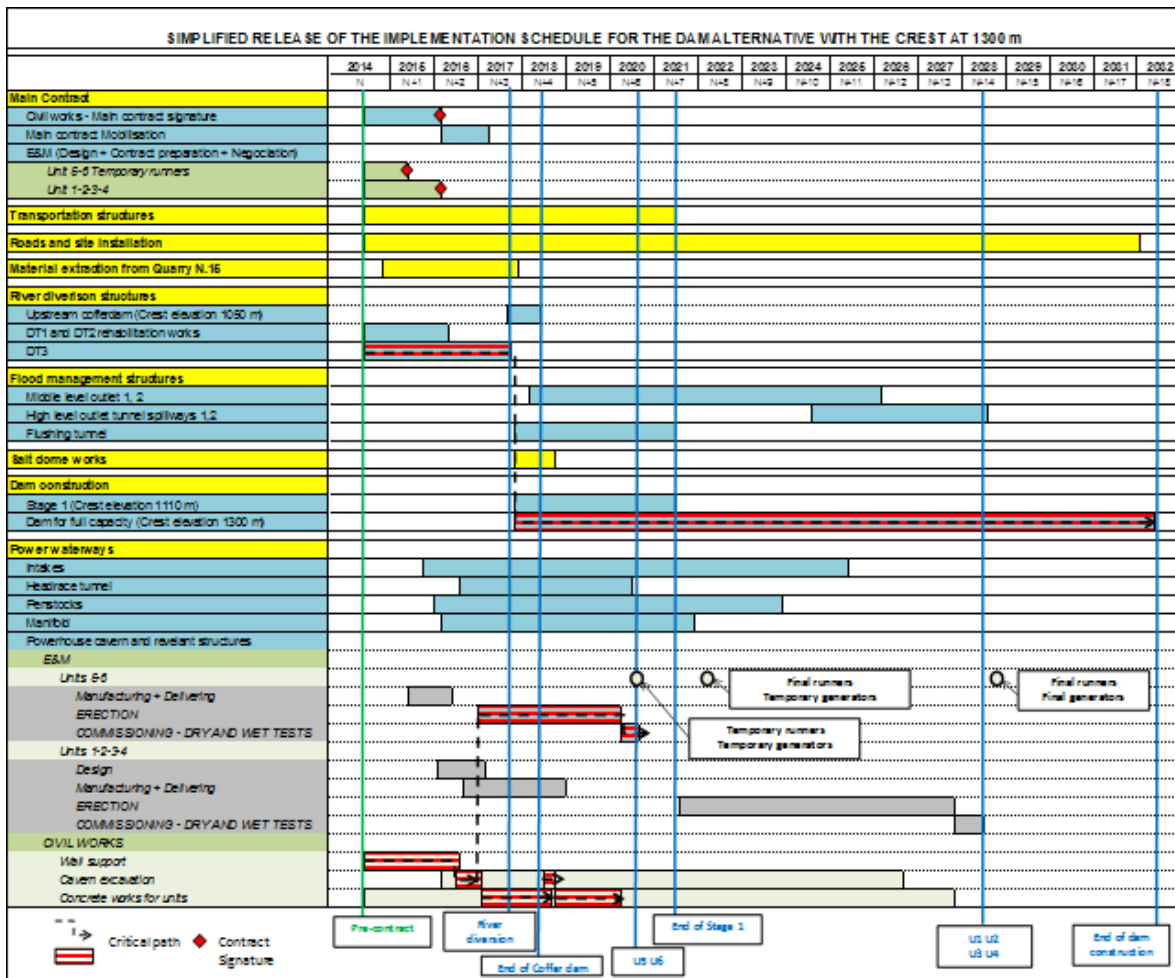


Рисунок 1: Упрощенный график – Первая версия (май 2013)

Критическими аспектами, определяющими скорость размещения материала насыпи являются:

- ✓ Площадь размещения материалов на каждой отметке
- ✓ Подъездные дороги для транспортировки материалов и оборудования
- ✓ Климат/Условия на участке
- ✓ Оборудование, используемое на участке

Определенными темпами прогресса были:

- ✓ 11 рабочих месяцев в году для призм, защиты верхнего и нижнего бьефов
- ✓ 9 рабочих месяцев для Ядра
- ✓ 25 рабочих дней в месяц
- ✓ 18 рабочих часов в день

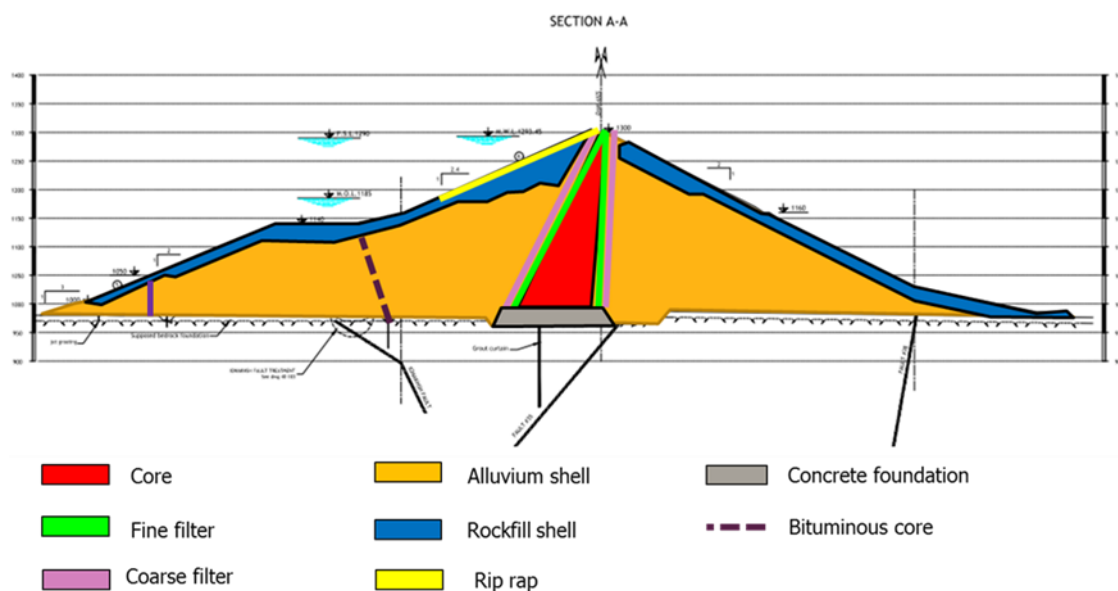


Рисунок 2: Поперечное сечение, определение материала

Материал		НПУ 1290	НПУ 1255	НПУ 1220
1	Аллювиальная Призма	43.06	33.18	18.92
2	Каменно-набросная призма	17.37	12.48	9.35
4	Ядро	6.99	5.10	3.71
5	Фильтр из мелких материалов	2.47	1.35	0.75
6	Фильтр из крупного материала	3.15	2.03	2.00
7	Каменная наброска	0.55	0.37	0.30

Рисунок 3: Условные объемы

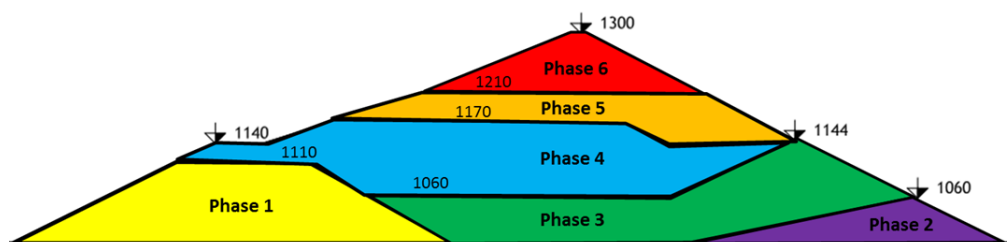


Рисунок 4: Фазирование плотины (см. Отчет Оценки затрат)

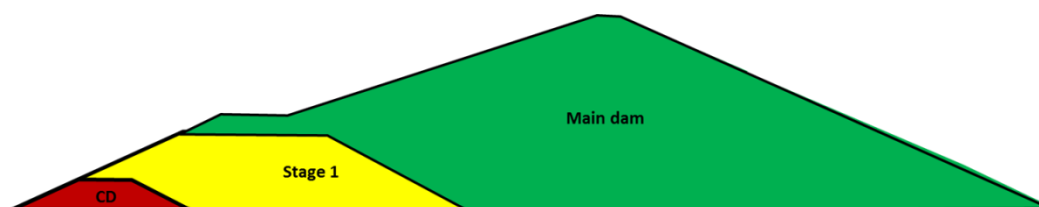


Рисунок 5: Фазирование Плотины, использованная для скорости размещения материала (май 2013)

Одним из важнейших наблюдаемых аспектов из графика реализации является строительство плотины. Первоначально, средние скорости размещения (в месяц за один год), предполагаемые Консультантом были:

- Перемычка: 290 000 м³/месяц
- Плотина 1-ой очереди: 300 000 м³/месяц
- Основная плотина: 455 000 м³/месяц

Средняя скорость размещения материала за месяц на 1 год [м³/месяц]

	Вар. 1290	Вар. 1255	Вар. 1220
Перемычка	290,000	290,000	290,000
Плотина 1-ой очереди	300,000	300,000	300,000
Основная плотина	455,000	455,000	455,000

Рисунок 6: Средняя скорость размещения материала за месяц на один год (май 2013).

Средняя скорость размещения материала за Рабочий месяц [м³/Рабочий месяц]

	Вар. 1290	Вар. 1255	Вар. 1220
Перемычка	316,364	316,364	316,364
Плотина 1-ой очереди	327,273	327,273	327,273
Основная плотина	496,364	496,364	496,364

Рисунок 7: Средняя скорость размещения материала за рабочий месяц (май 2013).

Было предложено пересмотреть эту скорость размещения материала в целях сокращения продолжительности строительства.

Важно также напомнить, что скорость размещения материала насыпи, предполагаемая Консультантом, была согласована с предполагаемой скоростью ИГП 2009 и другими предыдущими исследованиями. Было поручено изучить более детально возможные пути повышения скорости размещения материала, чтобы уменьшить общее время строительства каждого варианта.

Ключевые даты упоминаются в Таблице 1.

Таблица 1: Резюме основных этапов проекта 3 предусмотренных вариантов.

Ключевые даты в месяцах, отсчет с момента утверждения ИТЭО

	Вариант НПУ 1290	Вариант НПУ 1255	Вариант НПУ 1220
Утверждения ИТЭО	0	0	0
Дата перекрытия реки	40	40	40
Завершение строительство перемычки	48	48	48
Сдача в эксплуатации агрегатов 5 и 6 (ранняя выработка)*	73	73	73
Завершение строительство плотины 1-ой очереди	85	76	67
Сдача в эксплуатации агрегатов 3 и 4*	163	140	115
Сдача в эксплуатации агрегатов 2 и 1*	167	144	119
Завершение строительство плотины	215	180	139

Оптимизация графика может иметь важное влияние на производство энергии. Рисунок 8 напоминает о расчете, выполненном в первой версии Эксплуатации водохранилища. Показано, что ограничение вододеления может также ограничить установку заключительного агрегата и наполнение водохранилища. Этот фактор будет учитываться должным образом в анализе.

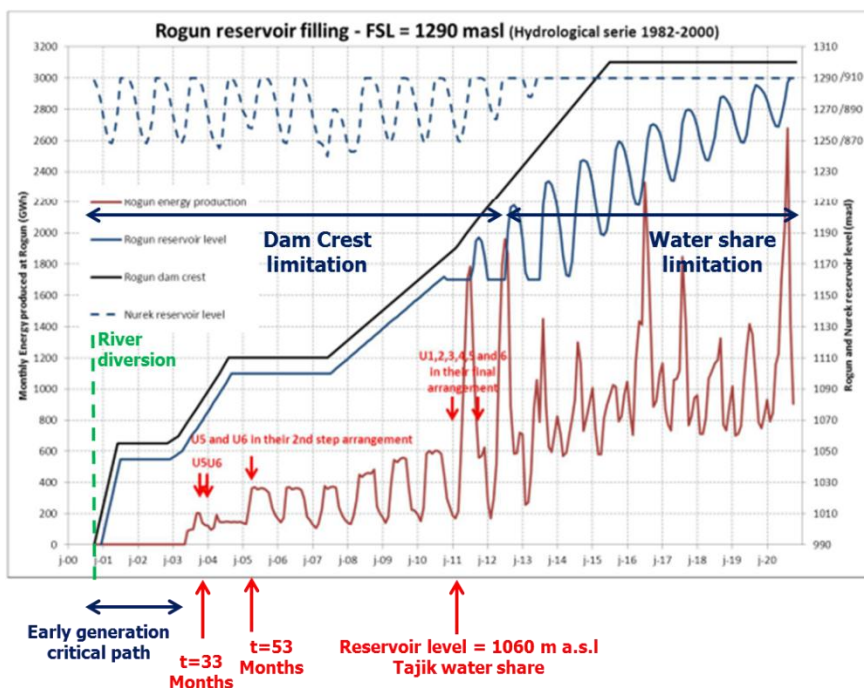


Рисунок 8: Выработка электроэнергии (Вариант 1290 мнм).

3 ВАЖНЫЕ АСПЕКТЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА

Различные параметры должны быть приняты во внимание для определения скорости размещения материала:

- = Площадь размещения материала, которая может ограничить движение оборудования на створе плотины
- = Подъездные дороги часто являются ключом к успеху для завершения работ быстро, и поэтому должны быть адаптированы с точки зрения ширины, количества, типа и содержания.
- = Климат может остановить работы на протяжении нескольких месяцев (дождь, снег, ...)
- = Оборудование должно быть адаптировано к предполагаемой скорости размещения материала.

Что касается проекта Рогунской ГЭС, климат в регионе позволяет, чтобы работы могут выполняться в течение 9 месяцев в год по Ядру и 11 месяцев в год по остальной части плотины. Оборудование должно быть приспособлено, чтобы поддерживать скорость размещения материала, предполагаемого в течение общей продолжительности работ. Подъездные дороги не являются критическими, чтобы построить плотину. Подрядчик должен сделать все возможное, чтобы иметь достаточно подъездных дорог, соответствующих оптимизации строительства плотины. Очевидно, что это должно быть детально изучено на следующем этапе исследования для того, чтобы построить новые дороги и туннели в случае необходимости.

Поэтому площадь размещения материала остается единственным решающим фактором, который был изучен в этой записке, чтобы определить скорость размещения материала насыпи для варианта 1290 в первый раз, и вывести скорости размещения материала для вариантов 1255 и 1220.

4 АНАЛИЗ СКОРОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА

4.1 Этапы строительства

Строительство плотины делится на 6 этапов, как показано на Рисунке 9. Эти этапы соответствуют размещению материалов и необходимым работ для завершения плотины (разработка грунта, обработка Разлома, бетонные основания...).

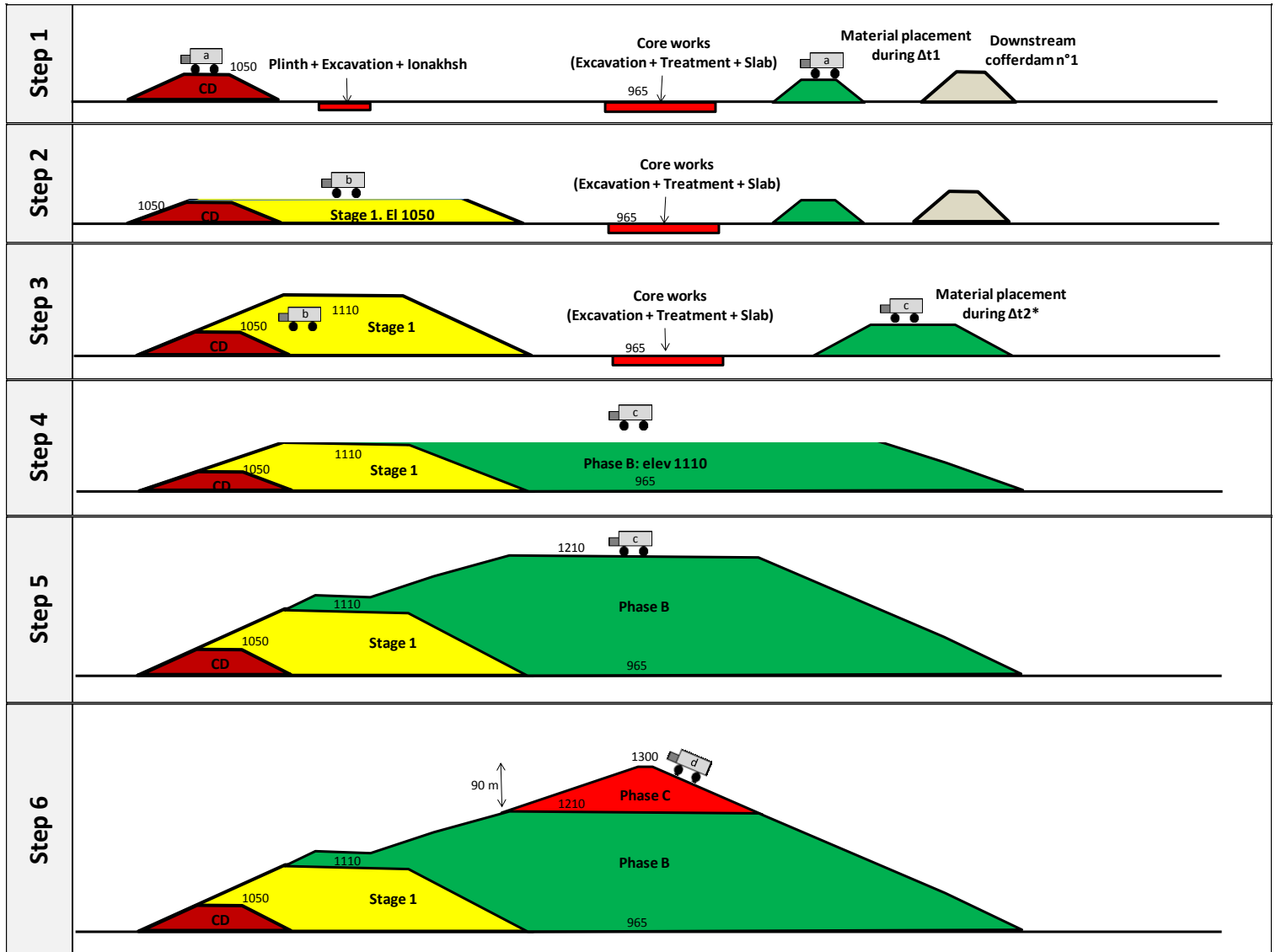


Рисунок 9: Этап строительства. Вариант 1290 мнм.

Плотина разделена на 4 этапа, чтобы определить среднюю скорость размещения материала для каждого (как показано на Рисунке 10):

- Перемычка
- Плотина 1-ой очереди
- Фаза Б (Тело основной плотины)
- Фаза В (Верхняя часть основной плотины)

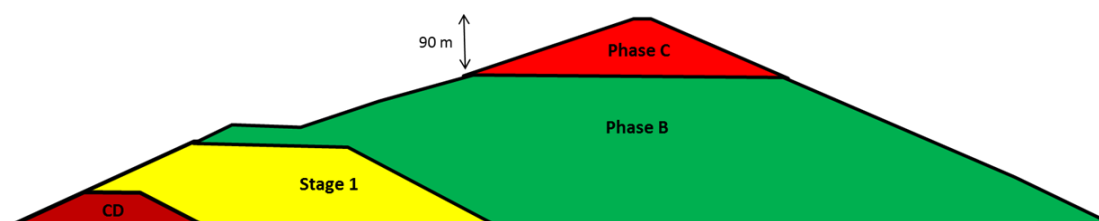


Рисунок 10: Фазирование плотины (сентябрь 2013)

4.2 Скорость размещения

Перемычка:

Согласно схеме перекрытия реки, есть 8 месяцев (с октября по июнь) для перекрытия реки. Допускаемое время приводит к средней скорости размещения в 300 000 м³/Рабочий месяц. Тем не менее, ожидание перекрытия реки в течение предыдущих 4 месяцев позволит снизить эту скорость размещения материала до 220 000 м³/Рабочий месяц, с учетом 11 месяцев работ (см. Приложение 2 «Оптимизация перекрытия реки строительства перемычки»).

Перемычка является одинаковой для всех вариантов, поэтому рассматривается такая же скорость размещения материала.

Плотина 1-ой очереди:

Учитывая, что ленточный конвейер доступен в начале строительства плотины 1-ой очереди, была рассмотрена скорость размещения материала в 600 000 (это не рассматривалось в первоначальной версии). Объем для самого высокого варианта составляет около 10 млн. м³.

Плотина 1-ой очереди имеет такую же ширину, но разную отметку гребня для каждого варианта (соответственно 1110, 1090 и 1075 м н. у. м.). В качестве предварительного подхода, рассматривалась разница в 50 000 м³/Рабочий месяц между каждым вариантом.

Верхняя часть основной плотины (Фаза В):

Верхняя часть основной плотины является более сложной из-за различных слоев, которые должны быть построены на ограниченной площади (см. Рисунок 11). Поэтому скорость размещения уменьшится до очень низкого значения на уровне гребня.

Считается, что Фаза В начнется на 90 метров ниже уровня гребня. Средняя скорость размещения материала для самого высокого варианта зафиксирована на 350 000 м³/Рабочий месяц. Разница в 50 000 м³/Рабочий месяц между каждым вариантом рассматривалась в расчете.

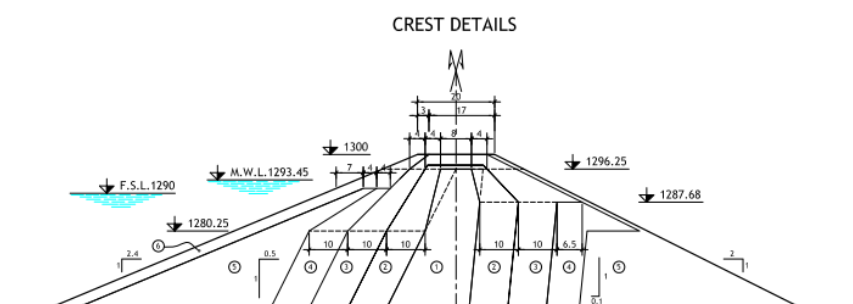


Рисунок 11: Верхняя часть плотины - подробности.

Тело основной плотины (Фаза Б):

Тело основной плотины является областью, где скорость размещения материала достигает максимального значения в связи с очень большим участком. Средняя скорость размещения в 800 000 м³/Рабочий месяц зафиксирована для Фазы Б. Была рассмотрена разница в 50 000 м³/Рабочий месяц между каждым вариантом.

Заключение:

Скорость размещения материала для каждой зоны и варианта приведены на Рисунке 12.

Скорость размещения			
<i>Среднее за рабочий месяц</i>			
	Вар. 1290	Вар. 1255	Вар. 1220
Перемышка	300 000	300 000	300 000
Плотина 1-ой очереди	600 000	550 000	500 000
Фаза Б	800 000	750 000	700 000
Фаза В	350 000	300 000	250 000
<i>Среднее за мес. для 1 года</i>			
	Вар. 1290	Вар. 1255	Вар. 1220
Перемышка	275 000	275 000	275 000
Плотина 1-ой очереди	550 000	504 167	458 333
Фаза Б	733 333	687 500	641 667
Фаза В	320 833	275 000	229 167

Рисунок 12: Скорости размещения материала

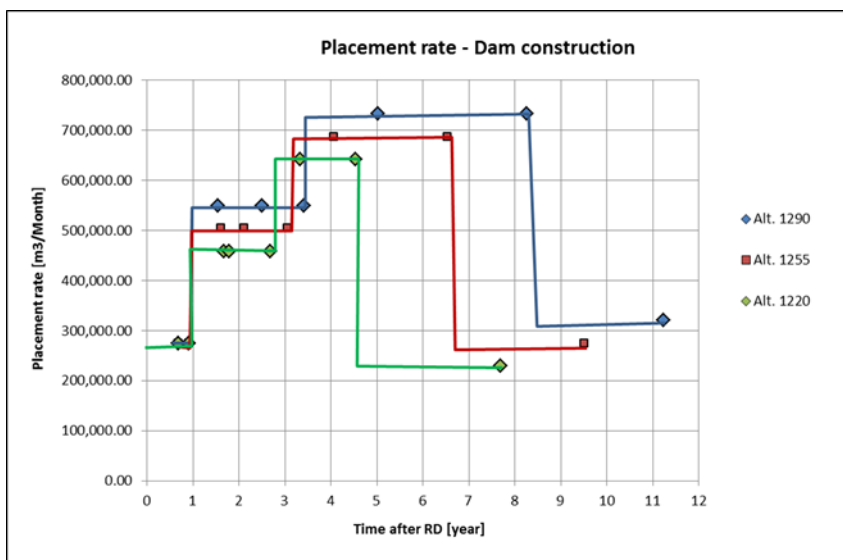


Рисунок 13: Представление скоростей размещения материала

Alt. 1290									from River diversion	
	Elevation [m asl]	Volume	% of the Volume	Vol. Cum	Placement rate [m3/Month]	Δt [Month]	Cumulative t [Month]	Cumulative t [years]		
	970	0	0	0		0	0	0		
Cofferdam	1050	2,274,500	3%	2,274,500	275,000	8	8	0.7		
Δt1 (Cofferdam - Stage 1)	1050	727,144	1%	3,001,644	275,000	3	11	0.9		
St1 El. 1050	1050	4,203,121	6%	7,204,764	550,000	8	19	1.5		
Stage 1	1110	6,322,379	9%	13,527,144	550,000	11	30	2.5		
Δt2 (Stage 1 - Main dam)	1110	6,037,788	8%	19,564,932	550,000	11	41	3.4		
MD El S1	1110	14,140,313	19%	33,705,245	733,333	19	60	5.0		
Up to Phase B	1210	28,450,758	39%	62,156,003	733,333	39	99	8.3		
Phase C	1300	11,441,695	16%	73,597,698	320,833	36	135	11.2		

Alt. 1255									from River diversion	
	Elevation [m asl]	Volume	% of the Volume	Vol. Cum	Placement rate [m3/Month]	Δt [Month]	Cumulative t [Month]	Cumulative t [years]		
	970	0	0	0		0	0	0		
Cofferdam	1050	2,274,500	3%	2,274,500	275,000	8	8	0.7		
Δt1 (Cofferdam - Stage 1)	1050	732,329	1%	3,006,829	275,000	3	11	0.9		
St1 El. 1050	1050	4,203,121	6%	7,209,949	504,167	8	19	1.6		
Stage 1	1090	3,062,459	4%	10,272,409	504,167	6	25	2.1		
Δt2 (Stage 1 - Main dam)	1090	5,729,488	8%	16,001,897	504,167	11	37	3.1		
MD El S1	1090	8,341,103	11%	24,343,000	687,500	12	49	4.1		
Up to Phase B	1175	20,402,739	28%	44,745,739	687,500	30	79	6.5		
Phase C	1265	9,794,784	13%	54,540,523	275,000	36	114	9.5		

Alt. 1220									from River diversion	
	Elevation [m asl]	Volume	% of the Volume	Vol. Cum	Placement rate [m3/Month]	Δt [Month]	Cumulative t [Month]	Cumulative t [years]		
	970	0	0	0		0	0	0		
Cofferdam	1050	2,274,500	3%	2,274,500	275,000	8	8	0.7		
Δt1 (Cofferdam - Stage 1)	1050	732,329	1%	3,006,829	275,000	3	11	0.9		
St1 El. 1050	1050	4,203,121	6%	7,209,949	458,333	9	20	1.7		
Stage 1	1075	632,550	1%	7,842,500	458,333	1	21	1.8		
Δt2 (Stage 1 - Main dam)	1075	4,928,713	7%	12,771,212	458,333	11	32	2.7		
MD El S1	1075	4,942,788	7%	17,714,000	641,667	8	40	3.3		
Up to Phase B	1140	9,278,516	13%	26,992,516	641,667	14	54	4.5		
Phase C	1230	8,667,951	12%	35,660,467	229,167	38	92	7.7		

Рисунок 14: Расчет роста гребня плотины

4.2.1 Критический пункт

Как обсуждалось ранее (см. пункт 2), критический пункт остается таким же как в версии, представленной в мае.

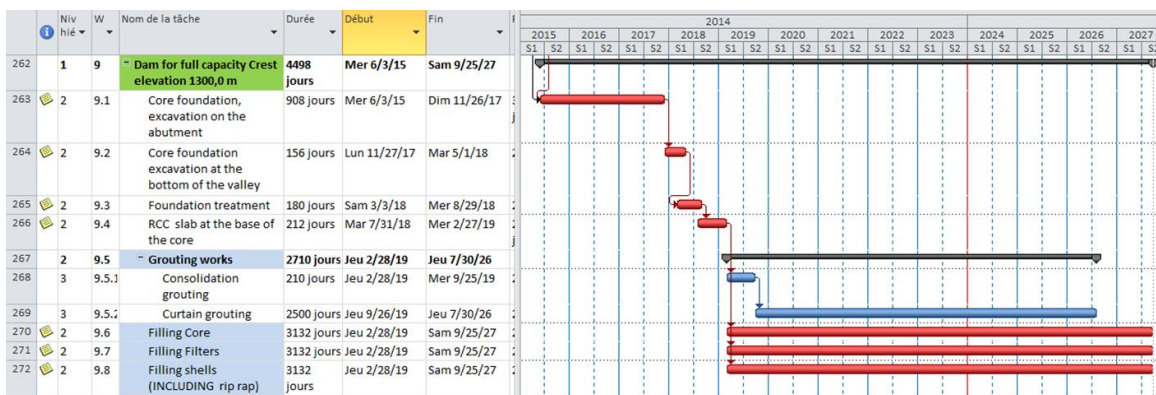


Рисунок 15: Анализ критического пункта

4.2.2 Заключение

Рост гребня плотины для каждого варианта показан на Рисунке 16.

Общая продолжительность строительства тела плотины для каждого варианта следующая:

- Вариант 1290: 11.2 лет
- Вариант 1255: 9.5 лет
- Вариант 1220: 7.7 лет

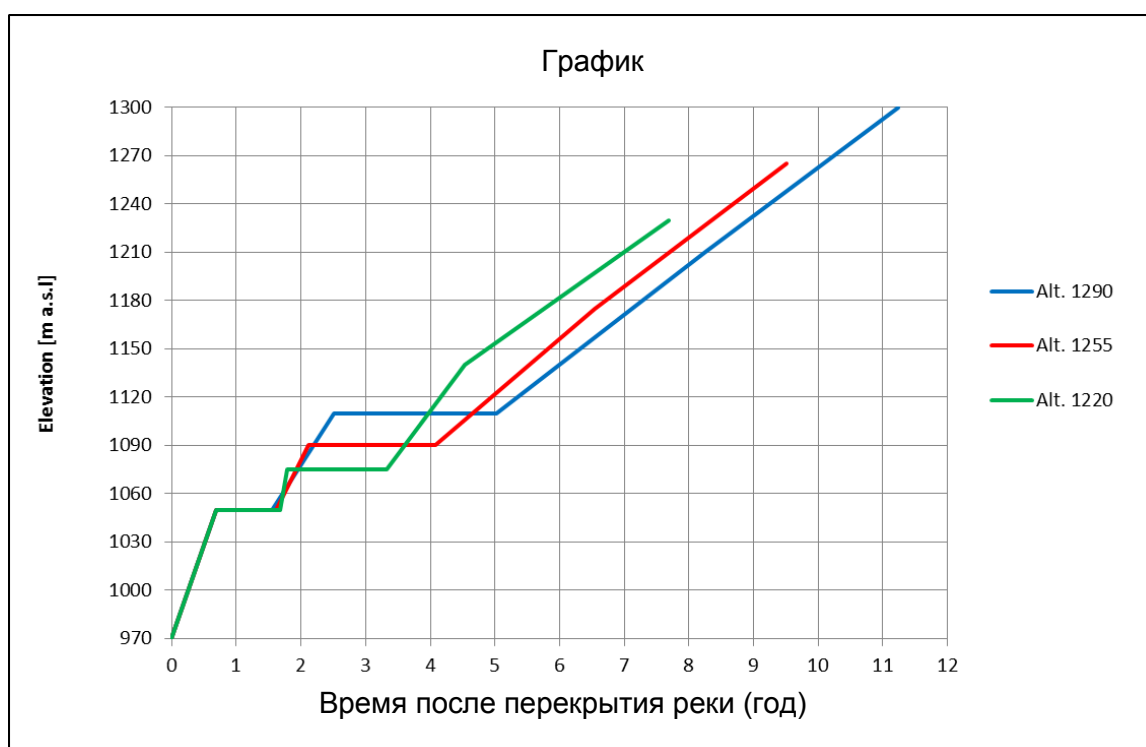


Рисунок 16: Рост гребня плотины

Таблица 2: Резюме основных этапов проекта 3 предусмотренных вариантов

Время с момента пред-контрактных работ (в мес.)

	Вариант НПУ 1290	Вариант НПУ 1255	Вариант НПУ 1220
Утверждения ИТЭО	0	0	0
Дата перекрытия реки	28	28	28
Завершение строительство перемычки	36	36	36
Завершение строительство плотины 1-ой очереди	58	53	49
Завершение строительство плотины	163	142	120

	1290 мнум	1255 мнум	1220 мнум
Утверждение ИТЭО	0	0	0
Перекрытие реки	28	28	28
Пуск агрегата 6 (временный)	73	73	82
Пуск агрегата 5 (временный)	75	75	84
Завершение монтажа агрегата 4	85	85	85
Завершение монтажа агрегата 3	98	98	98
Завершение монтажа агрегата 2	112	112	112
Завершение монтажа агрегата 1	112	112	112
Минимальный уровень водохранилище	112	94	80
Отключение временных агрегатов 5 и 6	117	114	
Сдача в эксплуатации агрегата 4	115	101	101
Сдача в эксплуатации агрегата 3	117	114	114
Сдача в эксплуатации агрегата 2	119	116	116
Сдача в эксплуатации агрегата 1	121	118	118
Сдача в эксплуатации агрегата 6	123	120	
Сдача в эксплуатации агрегата 5	127	122	

5 ИНФОРМАЦИЯ ПО ПЛОТИНАМ С ВЫСОКОЙ СКОРОСТЬЮ РАЗМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА

Некоторая информация приведена ниже, чтобы обосновать среднюю скорость размещения материала, которая может быть принята для строительства Рогунской ГЭС.

5.1 Гранд Мезон (Франция)

Гранд Мезон является каменно-набросной плотиной на притоке реки Романш, О д'Оль, Франция. Она расположена в долине Вожани Изер на французских Альпах. Основной целью плотины является работа в качестве верхнего водохранилища для гидроаккумулирующего гидроузла, где Лак-дю-Верни расположен ниже, в долине нижнего водохранилища. Плотина была построена между 1978 и 1985 году с электростанцией, запущенной в 1987 году. С установленной мощностью 1800 МВт, это самая большая ГЭС во Франции.

Гранд Мезон является каменно-набросной плотиной высотой 140 м (459 футов) от русла реки и 160 м (525 футов) от основания. Она 550 м (1804 футов) в длину и имеет объем заполнения 12.000.000 м³ (15.695.407 куб. ярдов).

Начало строительства: **1978**

Дата открытия: **1985**

5.2 Тарбела (Пакистан)

Плотина Тарбела, гигантская каменно-набросная плотина на реке Инд, Пакистан. Построенная между 1968 и 1976 годами, она имеет объем в 138 600 000 кубических ярдов (106 млн. куб. м). С емкостью водохранилища в 11.098.000 акр-футов (13.690.000.000 куб. м), плотина составляет 469 футов (143 м) в высоту и 8.997 футов (2.743 м) в ширину на гребне. Плотина Тарбела является одним из двух основных сооружений (другим является Плотина Мангла на реке Джелум) в проекте бассейна Инд, которая возникла в результате Водного Соглашения о воде реки Инд между Индией и Пакистаном.

Начало строительства: **1968**

Дата открытия: **1976**

Stage II construction involved placement of the long reach of the MED across the valley floor and the river channel, from the left abutment to the first stage embankment, and construction of the two auxiliary dams. The work proceeded with only brief interruptions in the form of labour strikes and the short India-Pakistan war in December 1971 (when night work was temporarily stopped because of a nationwide blackout). In each instance the lost time was rapidly made up, and for most of Stage II progress was on schedule, with only minor technical difficulties being experienced. The availability of large quantities of fill material from varied sources enabled the Contractor to maximize the use of his processing plants, conveyor system, and haul units. In April 1972 a new world placement record was established when 301,000 cu yd (230,000 cu m) of material were placed in the embankments in one day. Another world record was established soon after with the maximum monthly placement of 6,550,000 cu yd (5,010,000 cu m). By June of 1973 the main embankment was constructed to El. 1520 (463 m) throughout both the Stage I and Stage II sections with some reaches approaching El. 1540 (470 m).

Рисунок 17: Проект плотины Тарбела – Отчет о завершении работ по проектированию и строительству (глава 26)

5.3 ГЭС Ксиаолангди

Плотина Ксиаолангди находится в Джиюан, провинция Хэнань, Китай и запруживает Хуанхэ. Объект расположен примерно в 20 км к северо-западу от Лояна. Он имеет общую установленную мощность 1.836 МВт и вырабатывает до 5,1 млрд. кВт-ч в год с помощью шести турбин 306 МВт. Плотина стоит 154 м (505 футов) в высоту и 1.317 м (4.321 футов) в ширину, и стоит 3,5 млрд. долл. США на строительство.

ГЭС Ксиаолангди в Китае

Проект гидроэлектростанции Xiaolangdi в Китае имеет общий объем ок. 52.000.000 м³. Проект финансировался Всемирным банком и общестроительные работы были проведены совместным предприятием двух международных подрядчиков за ок. 60

месяцев с ежемесячной скоростью размещения материалов насыпи, начиная от 750 000 м³ до 850 000 м³.

Для строительства был использован отряд машин ок. 90 самосвалов с прицепом, каждый грузоподъемностью 75 тонн. Строительство было бесперебойное 12 месяцев в году. Ширина обслуживающих дорог в области была подходящей для выбранных самосвалов.

5.4 Аль-Вахда (Марокко)

5.4 Аль-Вахда (Марокко)

Плотина Аль-Вахда, ранее известная как плотина М'Джаара, является каменно-набросной плотиной на реке Орфа рядом с М'Джаара в провинции Сиди-Касем, Марокко. Она была построена для управления паводком, ирригации, водоснабжения и производства гидроэлектроэнергии. Это вторая по величине плотина в Африке и крупнейшая в Марокко. Она была описана взаимодействиями земли и океана в прибрежной зоне (ЛОИКЗ) как "вторая самая важная плотина в Африке после плотины Высокий Асуан".

Плотина является каменно-набросной, сделанная из 28.000.000 м³ (990.000.000 куб футов) материала и 720000 м³ (25000000 куб футов) бетона. Она составляет 88 м (289 футов) в высоту в своей высшей точке и основная часть плотины составляет 1.600 м (5.200 футов) в длину.

Начало строительства: **1991**

Дата открытия: **1997**

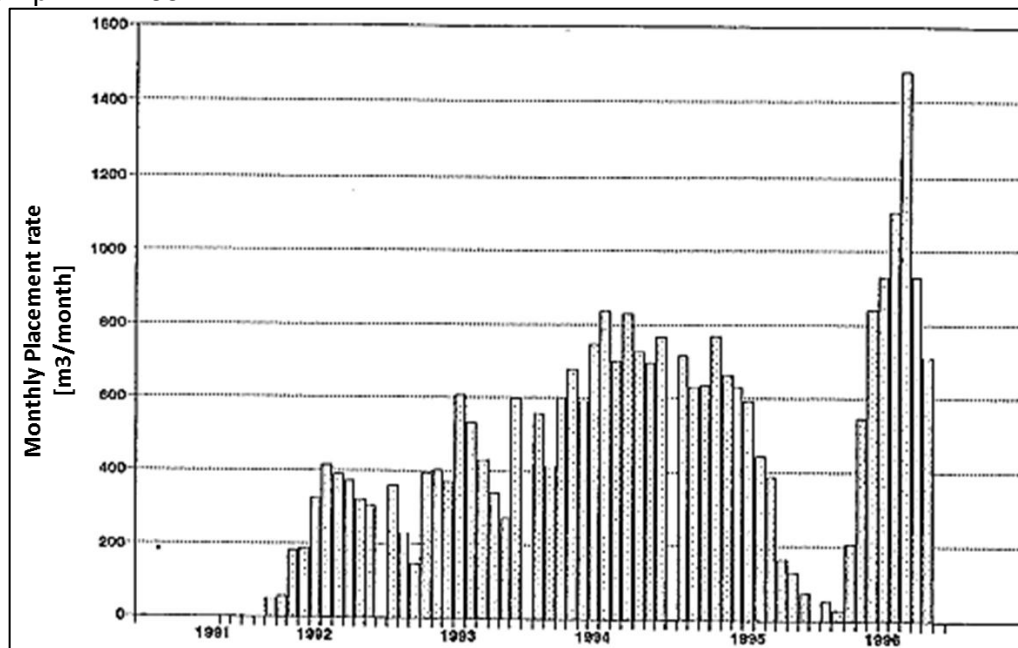


Рисунок 18: Аль-Вахда – Месячная скорость размещения материала насыпи плотины

5.5 Гуавио (Колумбия)

Плотина Альберто Льерас, также известная как плотина Гуавио, это каменно-набросная-земляная плотина на реке Гуавио рядом с Гуавио, Колумбия.

Плотина была построена в 1989 году высотой 243 м (797 футов). Плотина имеет установленную мощность 1.150 МВт, длина гребня 390 м (1280 футов), и конструктивный объем 17.100.000 м³ (600.000.000 куб футов).

Дата открытия: **1989**

5.6 Каранджукар (Исландия)

Каранджукар является гидроэлектростанцией в восточной Исландии, предназначенной для производства 4600 ГВт-ч ежегодно для плавильной печи алюминия Фдхардаал Алкоа 75 километров (47 миль) к востоку в Reyðarfjörður. Проект, названный в честь близлежащей горы Каранджукур, включает в себя строительство плотин на реке Jökulsá á Dal и Jökulsá í реке Fljótsdal пяти плотин, создавая три водохранилища. Вода из водохранилищ затем сбрасывается через 73 километров (45 миль) подземных водяных туннелей и вниз 420 -метровый (1380 фут) напорным трубопроводом к одной подземной электростанции. Плавильщик стал полностью эксплуатационным в 2008 году, а ГЭС была завершена в 2009 году.

Плотина Каранджукастифла является центральной из пяти плотин и крупнейшей в своем роде в Европе, будучи 193 метров (633 футов) в высоту длиной 730 метров (2400 футов) и включая 8,5 млн. кубометров (300 × 106 куб футов) материала.

Для строительства плотины Каранджукар, ежемесячное производство было около 400 тысяч м³/месяц.

Дата открытия: **2009**

5.7 Нам Нгам 2 (Лаос)

Плотина Нам Нгам является плотинной гидроэлектростанции на реке Нам Нгам, главный приток Меконги в Лаосе. Это самая старая плотина в Лаосе, и ее водохранилище является крупнейшим водоемом в стране.

Максимальное месячное производство достигло 770 000 м³/месяц, а среднее значение было 460 000 м³/месяц

5.8 Плотина Бакун (Малайзия)

Плотина Бакун (Малайзия) (тендер в 2002 году – построена в 2003-2007)

Каменно-набросная плотина с бетонной облицовкой (КНПБО) из общей **15 000 000 м³** каменной наброски

Данные из тендерной оценки М. Вассалло:

- 1-й период: 6 месяцев при 260 000 м³ каменной наброски в месяц
- 2-й период: 23 месяцев при 570 000 м³ каменной наброски в месяц
- 3 период: 5 месяцев при 270 000 м³ каменной наброски в месяц

5.9 Плотина Полихали (Лесото)

Плотина Полихали (Лесото) (2007 год) – тендер, еще не построен

Каменно-набросная плотина с бетонной облицовкой (КНПБО) из общей **12 000 000 тс** каменной наброски

Предполагаемое расширенное пиковое производство было **500 000 тс каменной наброски в месяц**

5.10 Другая предполагаемая для исследований скорость размещения материала

5.10.1 Гайб III (Эфиопия)

Гайб III – вариант КНПБО в среднем 650,000 м³/месяц. Предложение поступило со средней скоростью размещения материала.

5.10.2 Нам-Нгам 3 (Лаос)

КНПБО из общей **13 000 000 м³** каменной наброски

Предполагаемое расширенное пиковое производство было **500 000 м³ каменной наброски в месяц** **общая средняя** каменная наброска 380 000 м³

5.11 Заключение/Сравнение

Name	Height	Volume [Mm3]	Crest Length	Starting Date	End Date	Average Placement rate [Mm3/Month]	Maximum placement rate [Mm3/Month]
Grand Maison	140	12	550	1978	1988		1.21
Tarbela	106	150	2743.2	1968	1974		6.55
Al Wahda	88	28		1991	1997		
Guavio	243	17.1	390		1989		0.62
Karahnjukar	193	8.5	730		2009	0.42	
Nam Ngun 2	182	9.7	500	2005	2009	0.46	0.77
Xiaolangdi Hydroelectric Project	154	52	1317	1998	2003		0.85
Nam Ngun 3						0.55	
Bakun dam		15		2002	0.57	
Polihali dam		12					0.5

6 ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении, основные данные, выведенные из оптимизации графика приводятся в таблице и на рисунке ниже.

Таблица 3: Резюме основных этапов проекта 3 предусмотренных вариантов, в месяцах с начала предварительного Контракта.

Время с момента пред контрактных работ (в мес.)

	Вариант НПУ 1290	Вариант НПУ 1255	Вариант НПУ 1220
Утверждения ИТЭО	0	0	0
Дата перекрытия реки	28	28	28
Завершение строительство перемычки	36	36	36
Завершение строительство плотины 1-ой очереди	58	53	49
Завершение строительство плотины	163	142	120

	1290 мнум	1255 мнум	1220 мнум
Утверждение ИТЭО	0	0	0
Перекрытие реки	28	28	28
Пуск агрегата 6 (временный)	73	73	82
Пуск агрегата 5 (временный)	75	75	84
Завершение монтажа агрегата 4	85	85	85
Завершение монтажа агрегата 3	98	98	98
Завершение монтажа агрегата 2	112	112	112
Завершение монтажа агрегата 1	112	112	112
Минимальный уровень водохранилище	112	94	80
Отключение временных агрегатов 5 и 6	117	114	
Сдача в эксплуатации агрегата 4	115	101	101
Сдача в эксплуатации агрегата 3	117	114	114
Сдача в эксплуатации агрегата 2	119	116	116
Сдача в эксплуатации агрегата 1	121	118	118
Сдача в эксплуатации агрегата 6	123	120	
Сдача в эксплуатации агрегата 5	127	122	

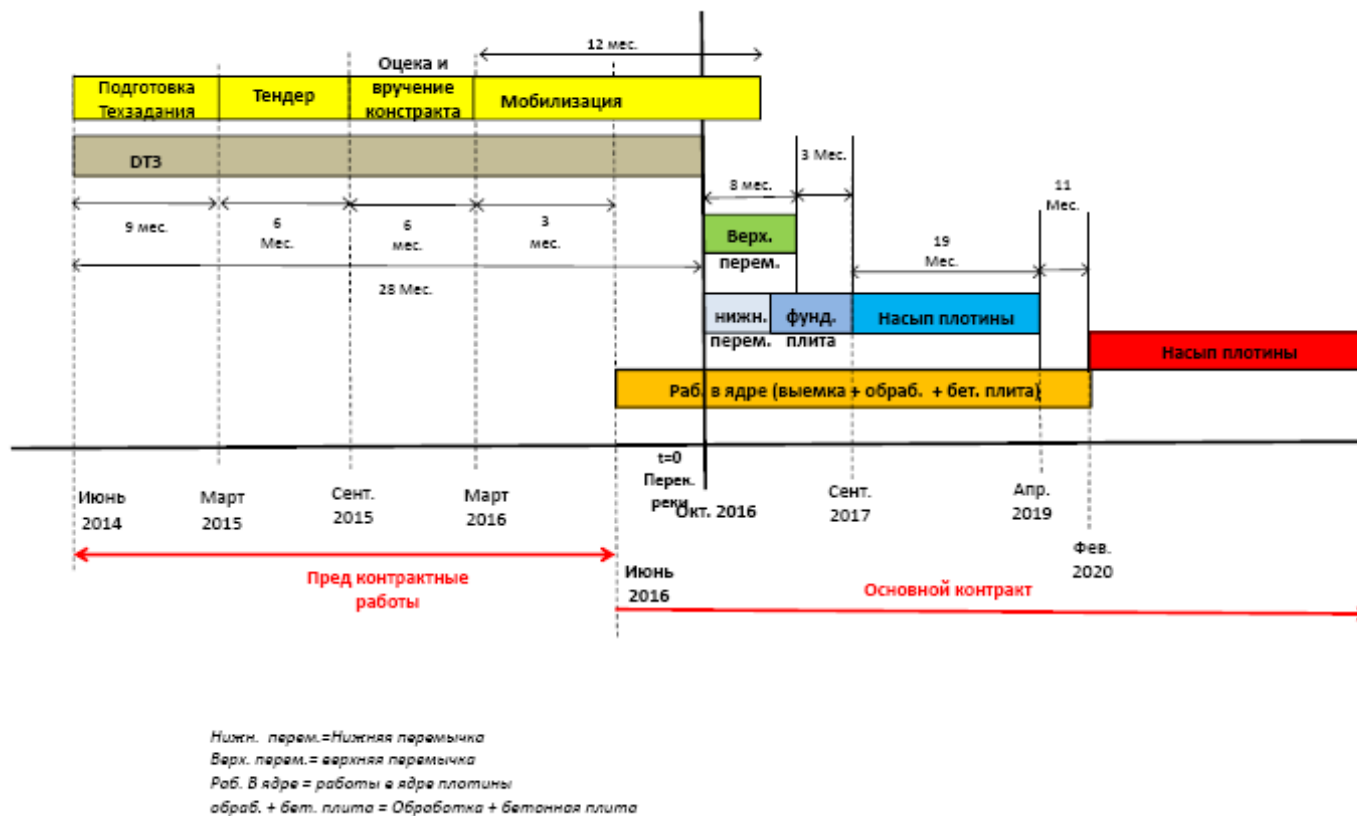
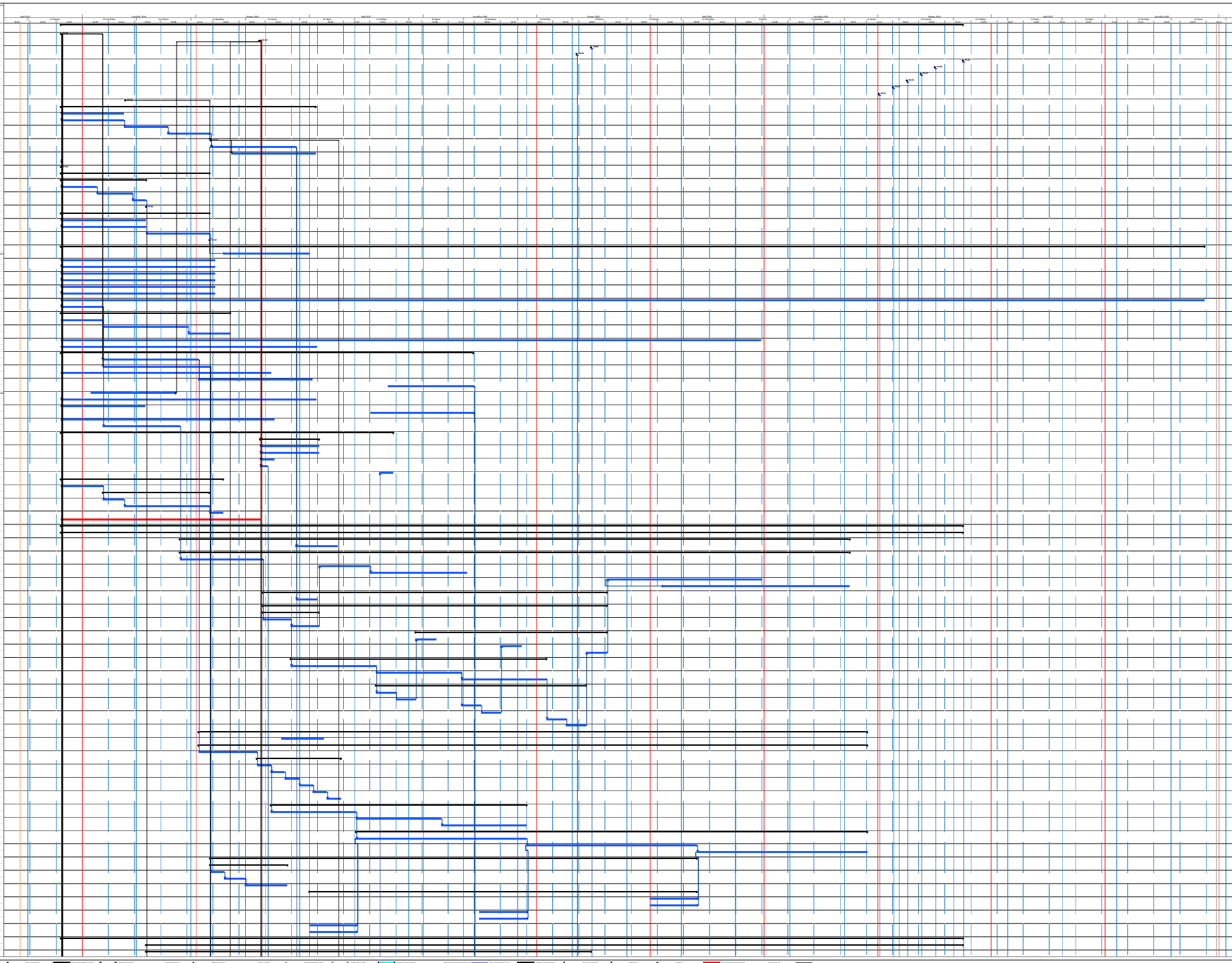
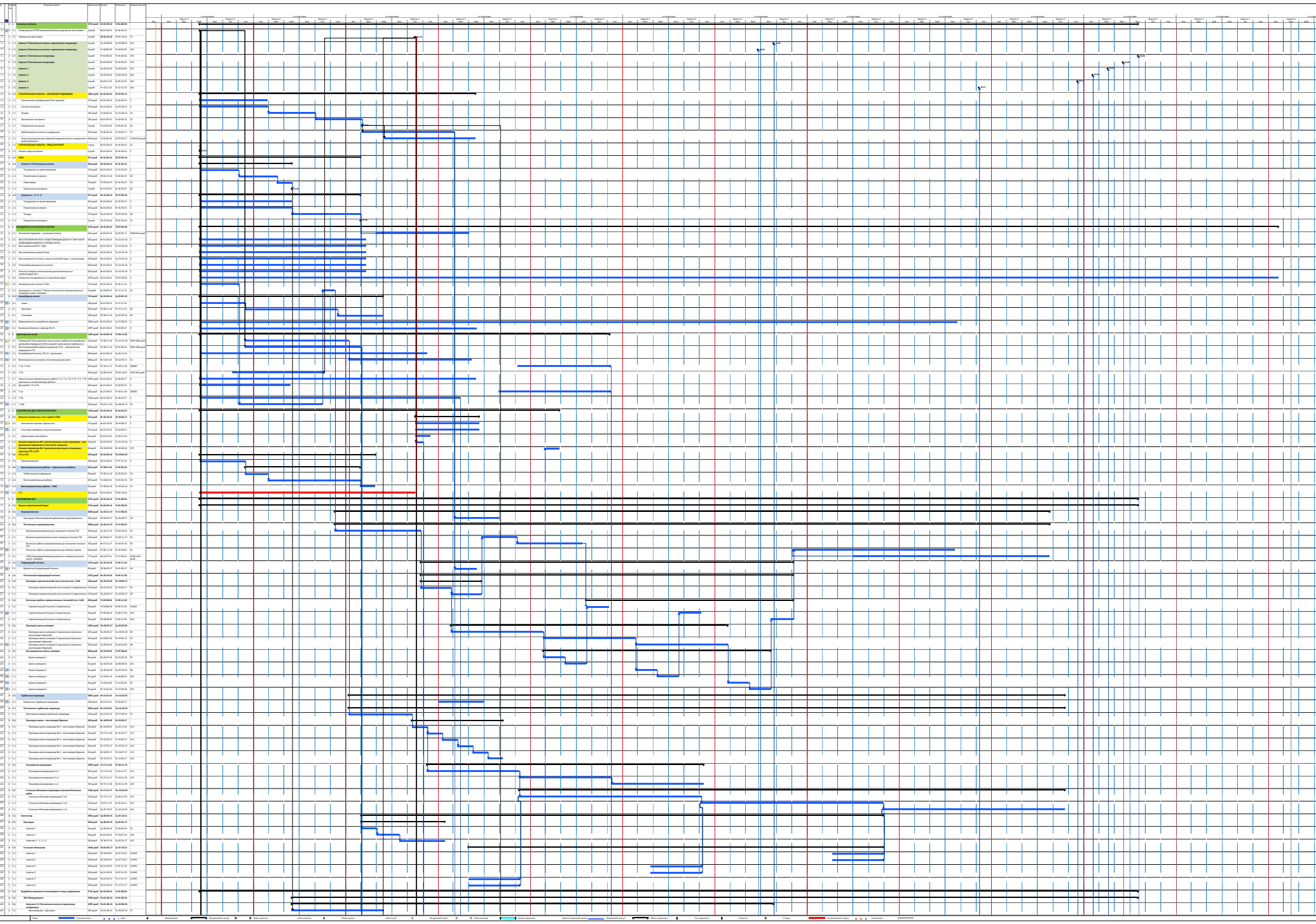


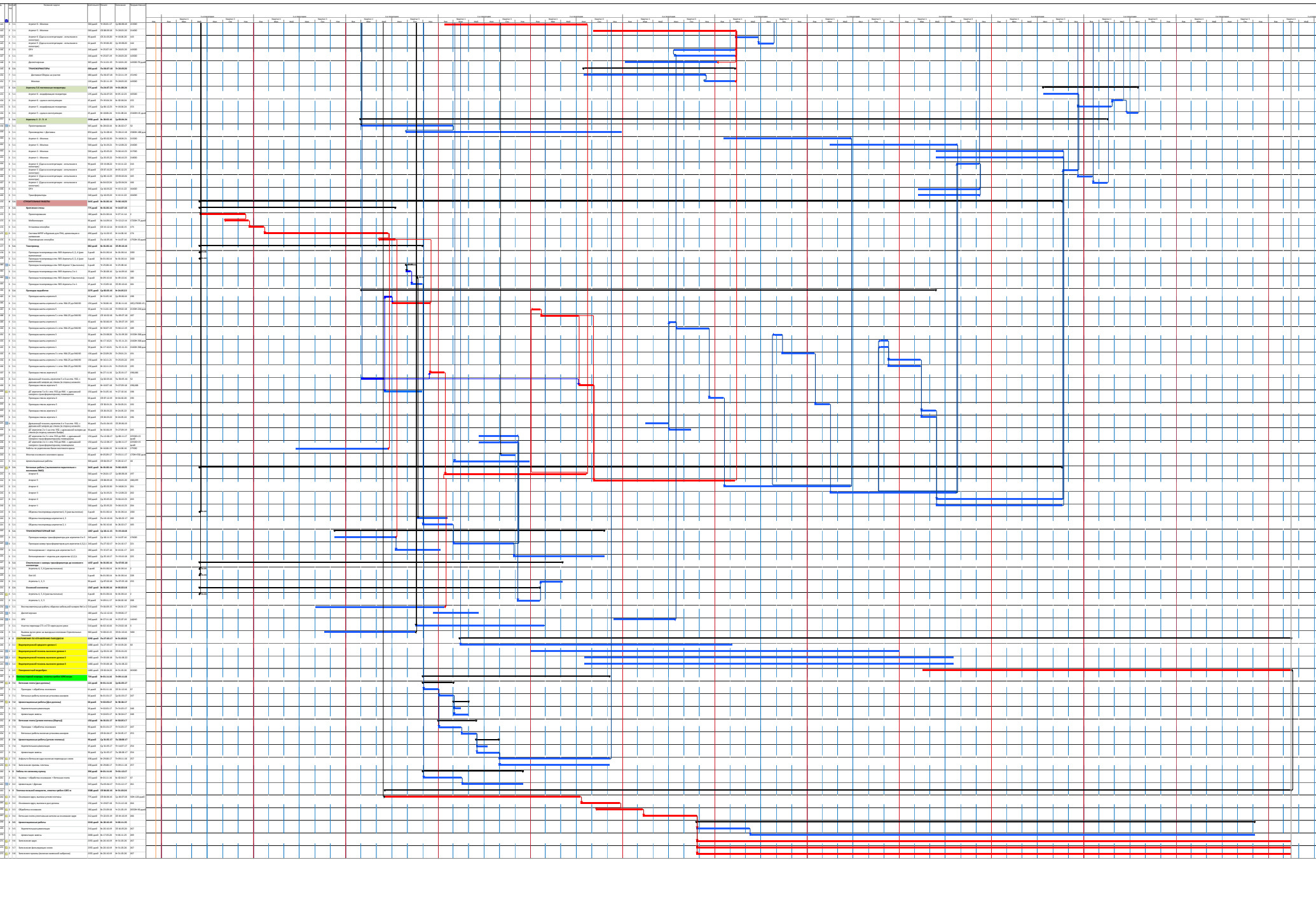
Рисунок 19: Определение Предварительного и Основного Контракта, вариант 1290.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – ГРАФИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ДЛЯ ТРЕХ ВАРИАНТОВ

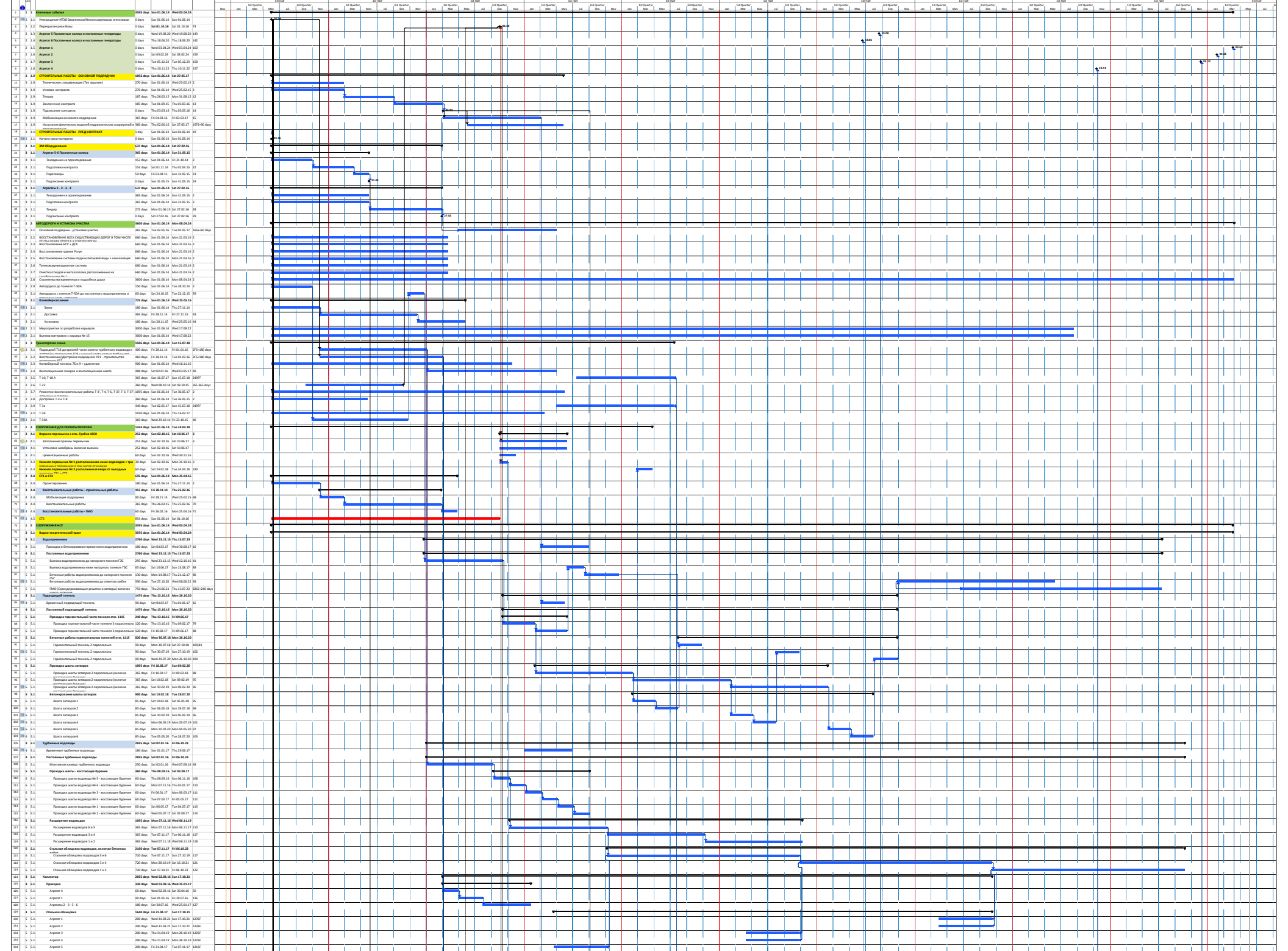
Item	Code	Description	Start	End	Unit
1	1.1	1.1.1			
2	1.1	1.1.2			
3	1.1	1.1.3			
4	1.1	1.1.4			
5	1.1	1.1.5			
6	1.1	1.1.6			
7	1.1	1.1.7			
8	1.1	1.1.8			
9	1.1	1.1.9			
10	1.1	1.1.10			
11	1.1	1.1.11			
12	1.1	1.1.12			
13	1.1	1.1.13			
14	1.1	1.1.14			
15	1.1	1.1.15			
16	1.1	1.1.16			
17	1.1	1.1.17			
18	1.1	1.1.18			
19	1.1	1.1.19			
20	1.1	1.1.20			
21	1.1	1.1.21			
22	1.1	1.1.22			
23	1.1	1.1.23			
24	1.1	1.1.24			
25	1.1	1.1.25			
26	1.1	1.1.26			
27	1.1	1.1.27			
28	1.1	1.1.28			
29	1.1	1.1.29			
30	1.1	1.1.30			
31	1.1	1.1.31			
32	1.1	1.1.32			
33	1.1	1.1.33			
34	1.1	1.1.34			
35	1.1	1.1.35			
36	1.1	1.1.36			
37	1.1	1.1.37			
38	1.1	1.1.38			
39	1.1	1.1.39			
40	1.1	1.1.40			
41	1.1	1.1.41			
42	1.1	1.1.42			
43	1.1	1.1.43			
44	1.1	1.1.44			
45	1.1	1.1.45			
46	1.1	1.1.46			
47	1.1	1.1.47			
48	1.1	1.1.48			
49	1.1	1.1.49			
50	1.1	1.1.50			
51	1.1	1.1.51			
52	1.1	1.1.52			
53	1.1	1.1.53			
54	1.1	1.1.54			
55	1.1	1.1.55			
56	1.1	1.1.56			
57	1.1	1.1.57			
58	1.1	1.1.58			
59	1.1	1.1.59			
60	1.1	1.1.60			
61	1.1	1.1.61			
62	1.1	1.1.62			
63	1.1	1.1.63			
64	1.1	1.1.64			
65	1.1	1.1.65			
66	1.1	1.1.66			
67	1.1	1.1.67			
68	1.1	1.1.68			
69	1.1	1.1.69			
70	1.1	1.1.70			
71	1.1	1.1.71			
72	1.1	1.1.72			
73	1.1	1.1.73			
74	1.1	1.1.74			
75	1.1	1.1.75			
76	1.1	1.1.76			
77	1.1	1.1.77			
78	1.1	1.1.78			
79	1.1	1.1.79			
80	1.1	1.1.80			
81	1.1	1.1.81			
82	1.1	1.1.82			
83	1.1	1.1.83			
84	1.1	1.1.84			
85	1.1	1.1.85			
86	1.1	1.1.86			
87	1.1	1.1.87			
88	1.1	1.1.88			
89	1.1	1.1.89			
90	1.1	1.1.90			
91	1.1	1.1.91			
92	1.1	1.1.92			
93	1.1	1.1.93			
94	1.1	1.1.94			
95	1.1	1.1.95			
96	1.1	1.1.96			
97	1.1	1.1.97			
98	1.1	1.1.98			
99	1.1	1.1.99			
100	1.1	1.1.100			

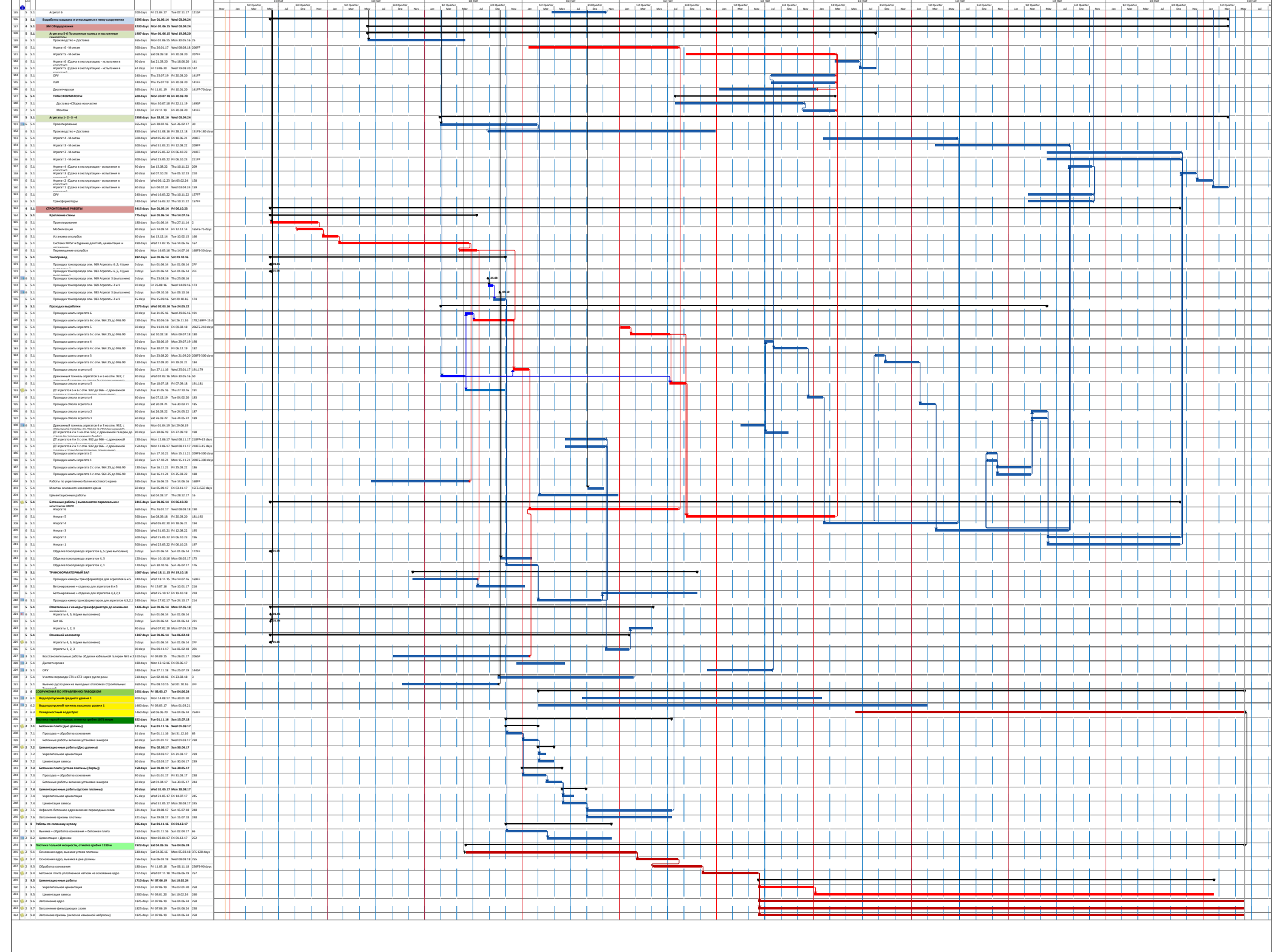




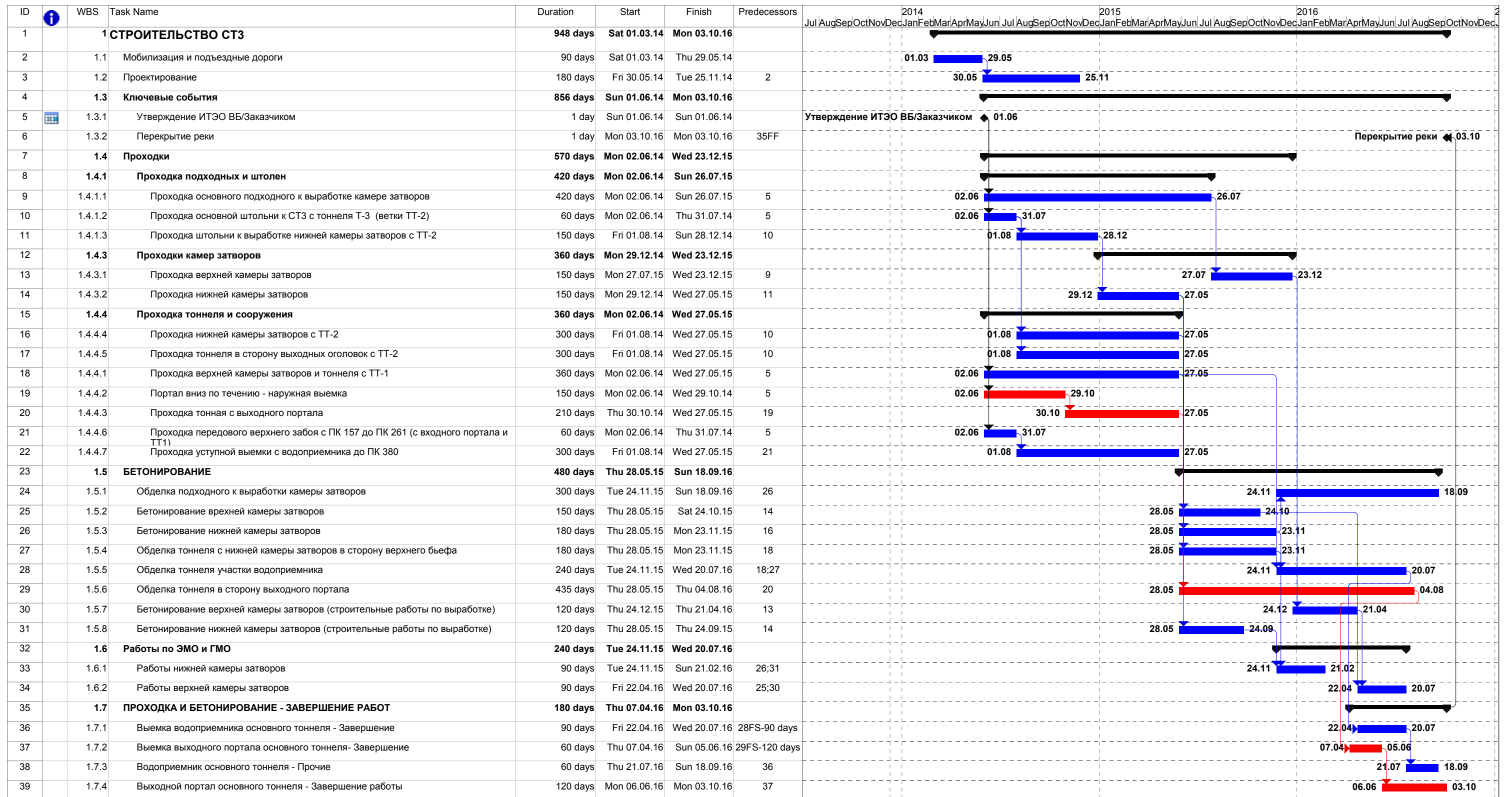


ID	Task Name	Start	End	Color
1	Task 1	00:00	01:00	Blue
2	Task 2	01:00	02:00	Blue
3	Task 3	02:00	03:00	Blue
4	Task 4	03:00	04:00	Blue
5	Task 5	04:00	05:00	Blue
6	Task 6	05:00	06:00	Blue
7	Task 7	06:00	07:00	Blue
8	Task 8	07:00	08:00	Blue
9	Task 9	08:00	09:00	Blue
10	Task 10	09:00	10:00	Blue
11	Task 11	10:00	11:00	Blue
12	Task 12	11:00	12:00	Blue
13	Task 13	12:00	13:00	Blue
14	Task 14	13:00	14:00	Blue
15	Task 15	14:00	15:00	Blue
16	Task 16	15:00	16:00	Blue
17	Task 17	16:00	17:00	Blue
18	Task 18	17:00	18:00	Blue
19	Task 19	18:00	19:00	Blue
20	Task 20	19:00	20:00	Blue
21	Task 21	20:00	21:00	Blue
22	Task 22	21:00	22:00	Blue
23	Task 23	22:00	23:00	Blue
24	Task 24	23:00	24:00	Blue



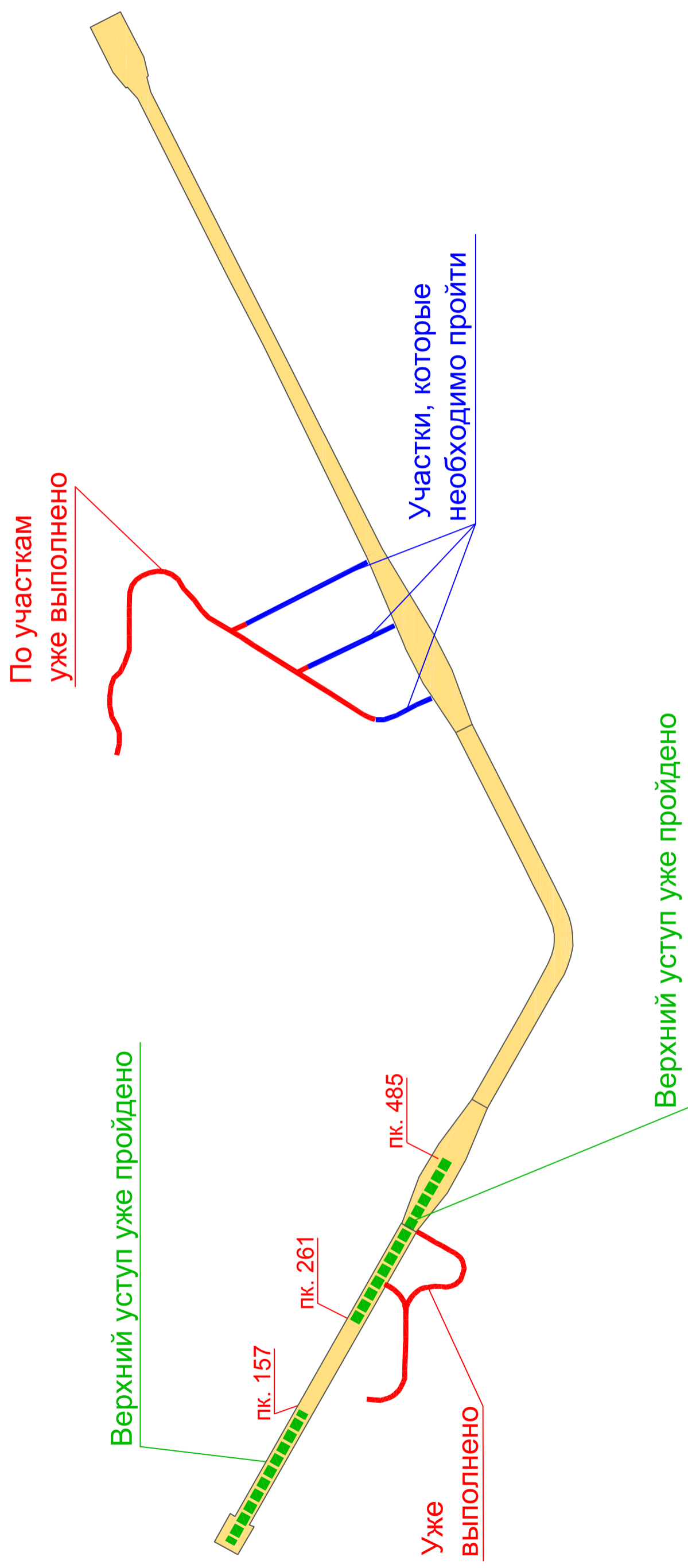


ПРИЛОЖЕНИЕ 4 – ГРАФИК СТРОИТЕЛЬСТВА СТЗ И СПРАВОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ



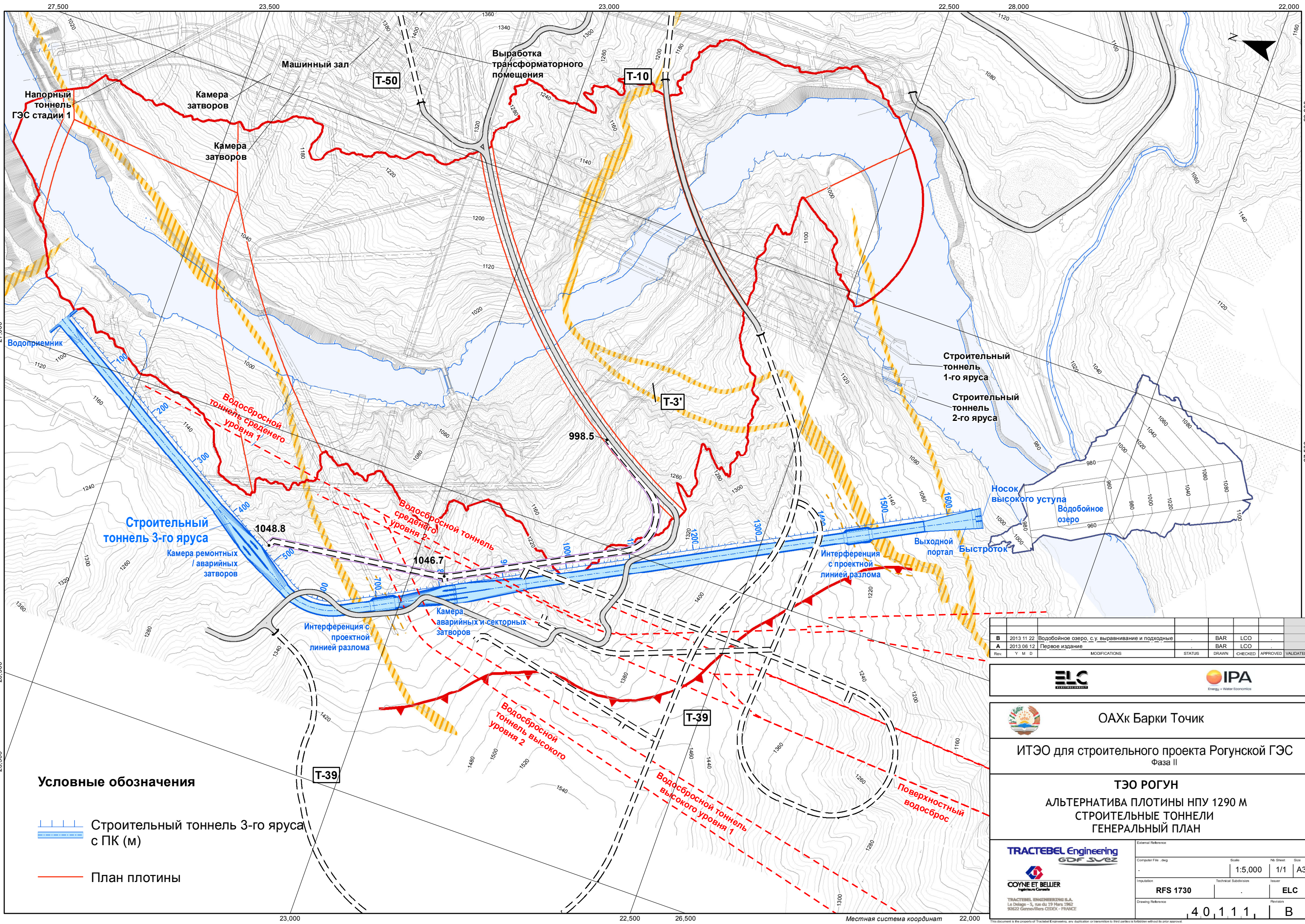
Project: 130930 - DT3 SCHEDULE_05 Rev. B Date: Tue 10.12.13	Task		Rolled Up Critical Task		Project Summary		Только длительность		Внешние задачи		Внешняя веха
	Critical Task		Rolled Up Milestone		Group By Summary		Суммарное сведение вручную		Progress		
	Milestone		Rolled Up Progress		Неактивная веха		Суммарная задача вручную		Deadline		
	Summary		Split		Неактивная суммарная задача		Только начало				
	Rolled Up Task		External Tasks		Задача вручную		Только окончание				

ПЛАН СТЗ (для графика реализации)



- Ход выполнения строительства СТЗ
предполагаемый Консультантом ИТЭО для
подготовки графика реализации.

Чертеж не в масштабе.



В	2013.11.22	Водобойное озеро, с.у. выравнивание и подходы	BAR	LCO		
А	2013.06.12	Первое издание	BAR	LCO		
Rev	Y M D	MODIFICATIONS	STATUS	DRAWN	CHECKED	APPROVED



ОАХк Барки Точик

ИТЭО для строительного проекта Рогунской ГЭС
Фаза II

ТЭО РОГУН
АЛЬТЕРНАТИВА ПЛОТИНЫ НПУ 1290 М
СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТОННЕЛИ
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

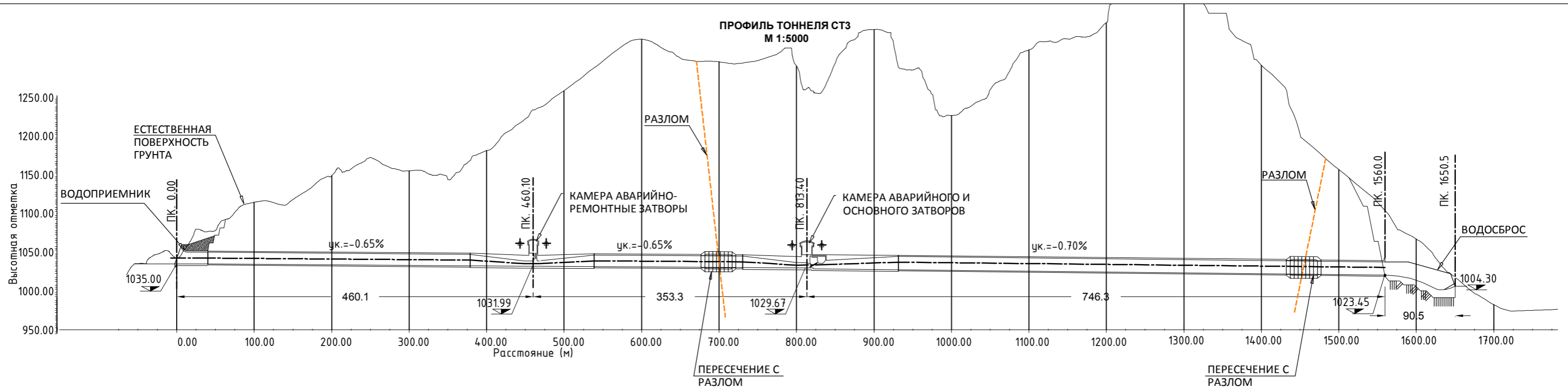


TRACTEBEL ENGINEERING S.A.
Le Dohage - 5, rue du 19 Mars 1962
98222 Gervilliers Cedex - FRANCE

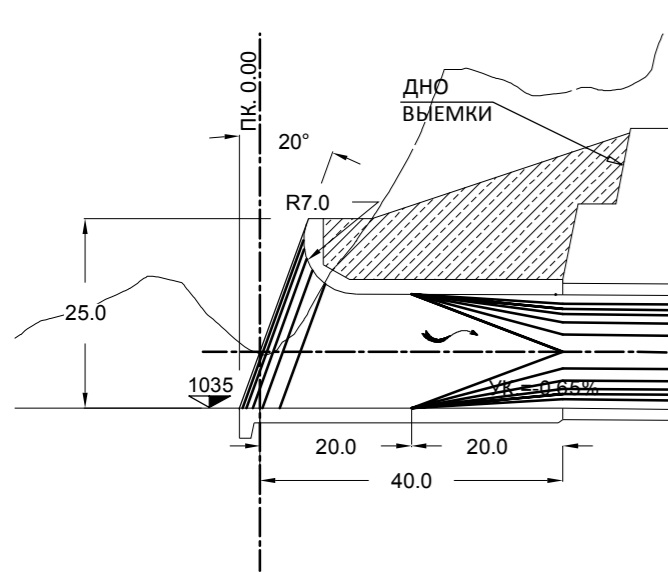
Computer File .dwg	Scale	Nb Sheet	Size
	1:5,000	1/1	A3
Population	Technical Subdivision	Issuer	
RFS 1730		ELC	
Drawing Reference		Revision	
40,111		B	

Условные обозначения

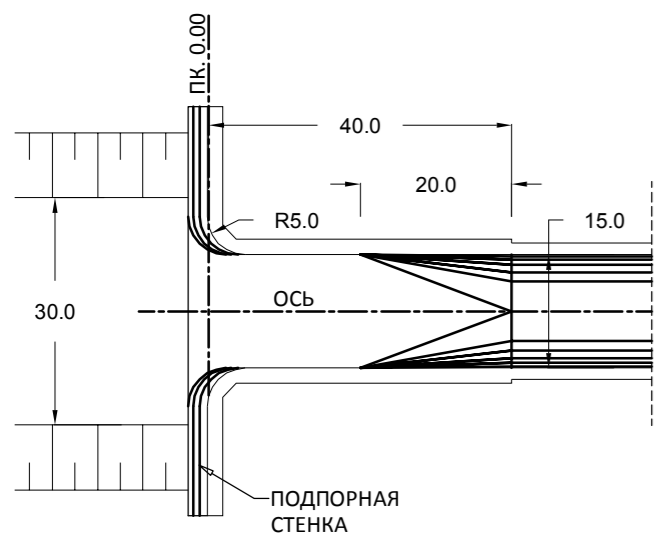
- Строительный тоннель 3-го яруса с ПК (м)
- План плотины



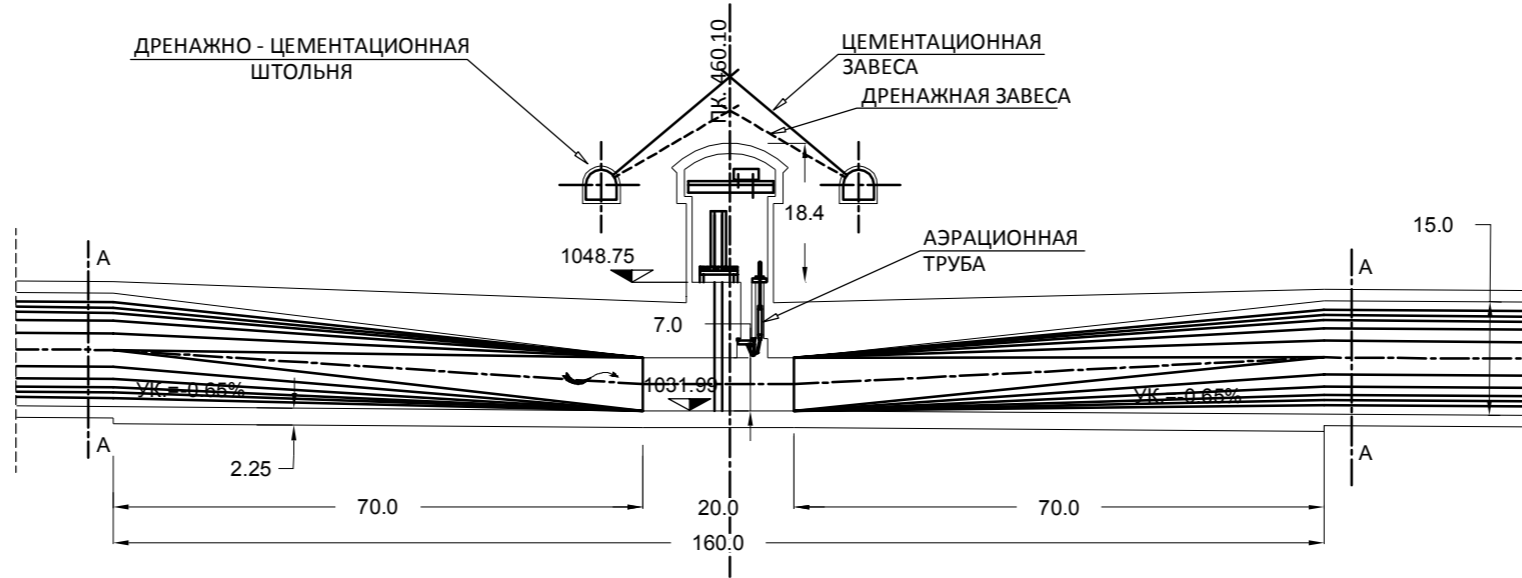
ПРОФИЛЬ ВОДОПРИЕМНИКА
1:1.000



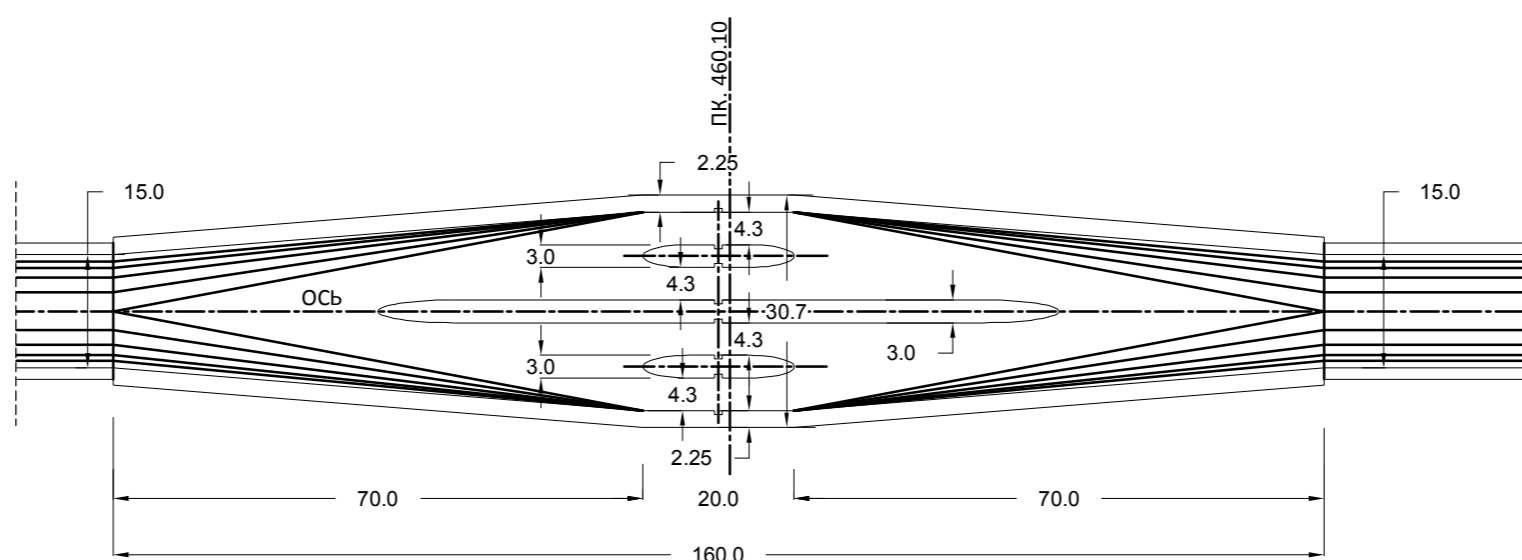
ПЛАН ВОДОПРИЕМНИКА
1:1.000



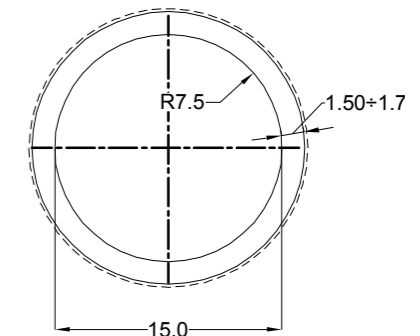
ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ ПО КАМЕРА АВАРИЙНО-РЕМОНТНЫЕ ЗАТВОРЫ
1:1.000



ПЛАН ПО КАМЕРА АВАРИЙНО - РЕМОНТНЫЕ ЗАТВОРЫ
1:1.000



РАЗРЕЗ А-А
1:500



В	2013.12.10	СТЕНА ВОДОСБОРА	Р.У.	Л.С.О.ИТ	Л.О.		
А	2013.04.15	СИГНАЛЬНЫЙ	Р.У.	Л.С.О.П.А.Р.	Л.С.О.П.А.Р.		
Раз.	У. М. Д.	МОДИФИКАЦИЯ	СОСТОЯНИЕ	РАЗРАБ.	ПРОВ.	УТВЕР.	СОГЛАС.



ОАХК БАРКИ ТОЧИК
ИТЭО для строительство проекта Рогунской ГЭС
ФАЗА II

ПЛОТИНА НПУ1290 - 1255 - 1220 - ПРОФИЛЬ
ТОННЕЛЯ СТЗ, ВОДОПРИЕМНИК, КАМЕРА ЗАТВОРОВ И РАЗРЕЗЫ

 <small>TRACTEBEL ENGINEERING S.A. 16, D'Alger - 9, rue du 19 Mars 1962 97677 Centre-Villes CEDEX - FRANCE</small>	Внешняя ссылка	
	Калькуляторный файл: 40_121_Ru_Tj Упомянутое количество: 1730 Ссылка на чертежи: 4, 0, 1, 2, 1,	Масштаб: ПЕРЕМ. Техническое подразделение: