

Строительство Нижегородского низконапорного гидроузла. Альтернативные варианты



ВНИИГ
им. Б.Е. Веденеева

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭТАПОВ №№ 1-4 НИР

«Влияние строительства Нижегородского низконапорного гидроузла на работу Ново-Сормовской водопроводной станции АО «Нижегородский водоканал», включая анализ материалов проекта «Строительство Нижегородского низконапорного гидроузла» и проведение исследований по рассмотрению возможности реализации альтернативного варианта обеспечения судоходных условий на участке р. Волги от шлюзов Городецкого гидроузла до Нижнего Новгорода и выполнение работ по графическому описанию местоположения границ зон санитарной охраны (ЗСО) поверхностных источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения объектов, эксплуатируемых АО «Нижегородский водоканал», определению координат характерных точек границ вышеуказанных зон»



Ситуационный план Горьковского водохранилища и ННГУ

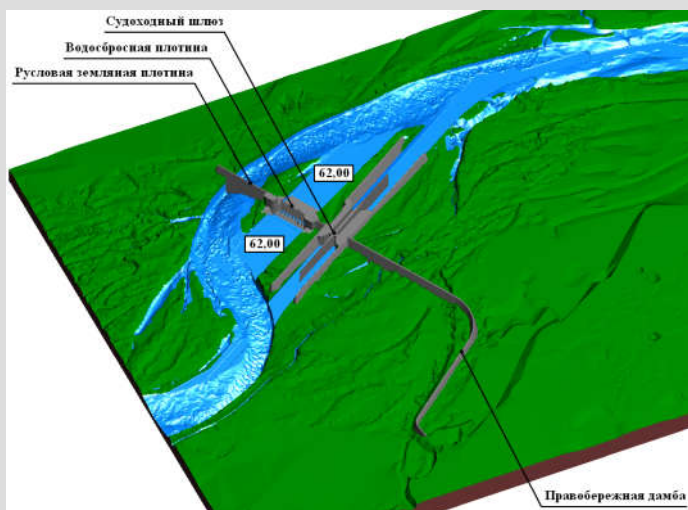
Минимальная глубина на участках и протяжённость участков с глубинами менее 4 м при разных навигационных попусках НижГЭС

Попуск НижГЭС	Расстояние от шлюзов, км	0-10	10-20	20-30	30-40	40-47	Итого
Q = 800 м³/с	h min, м	2,6	2,6	2,7	3,1	3,6	2,6
	L, км (h < 4)	6,9	8,6	5,8	2,9	1,7	25,9
Q = 1100 м³/с	h min, м	3,1	3,1	3,3	3,6	4,0	3,1
	L, км (h < 4)	6,2	6,1	1,8	0,4	0	14,5
Q = 1400 м³/с	h min, м	3,5	3,6	3,7	4,0	4,4	3,5
	L, км (h < 4)	3,1	1,7	0,2	0	0	5,0

Обеспеченность глубины 4 м в настоящее время в период навигации составляет 20-30 %

Основные параметры ННГУ и водохранилища (данные Проекта)

Основные параметры ННГУ	
Протяжённость напорного фронта, м	1468,3
- русловая земляная плотина	518,3
- водосбросная плотина	473,8
- судоходный шлюз	205
- правобережная дамба	3887,4
Количество водосбросных отверстий	16
Морфометрические характеристики водохранилища	
Нормальный подпорный уровень (НПУ), м БС	68,00
Площадь зеркала при НПУ, км²	47,5
Полный объём при НПУ, км³	0,15
Форсированный подпорный уровень (ФПУ), м БС	отсутствует
Уровень мёртвого объёма (УМО), м БС	отсутствует
Регулирование стока	не осуществляется
В ненавигационный период	водохранилище сработано

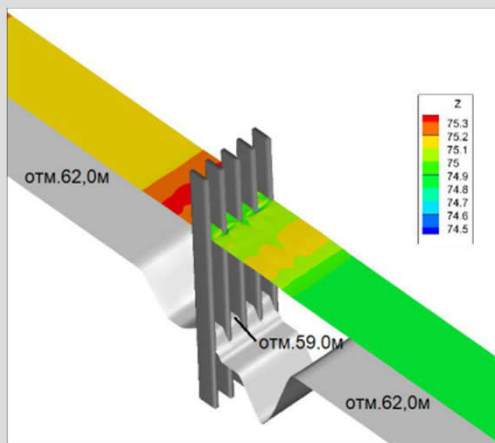


Общее компоновочное решение по ННГУ

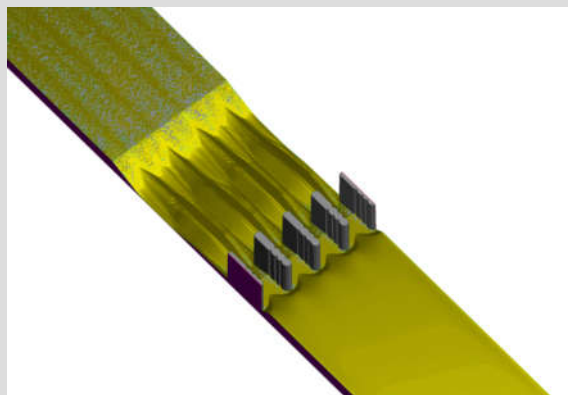
- В случае реализации Проекта ННГУ любой паводок обеспеченностью 10% и выше будет приводить к более высокому затоплению территории на участке от Городца до створа ННГУ, чем в сегодняшних условиях.
- Создаваемый в створе ННГУ подпор при полностью открытых водосбросах-регуляторах уже при пропуске сравнительно небольших расходов (1500-2500 м³/с) достигает 0.5...0.7м. Это неизбежно скажется на экологической обстановке на прилегающих территориях в зимний период и на условиях пропуска льда через створ ННГУ.
- Заглубление порога водослива ниже подходного участка песчаного дна неизбежно приведёт к занесению песком (наносами) его приямков. Плоские затворы шириной по 20 м придётся ежедневно поднимать и опускать при наличии песка в их пазах и на пороге водосбросов. Заклинивание затворов в пазах весьма вероятно. Следствием может быть перелив через соседние закрытые затворы и в ряде случаев – через грунтовую плотину.
- В Проекте не рассмотрен вопрос скорости заносимости водохранилища ННГУ. Водохранилище проектируемого гидроузла в навигационный период почти 7 месяцев будет выполнять функцию отстойника наносов.

Величина подпора, создаваемого ННГУ при различных условиях (сбросных расходах воды НижГЭС)

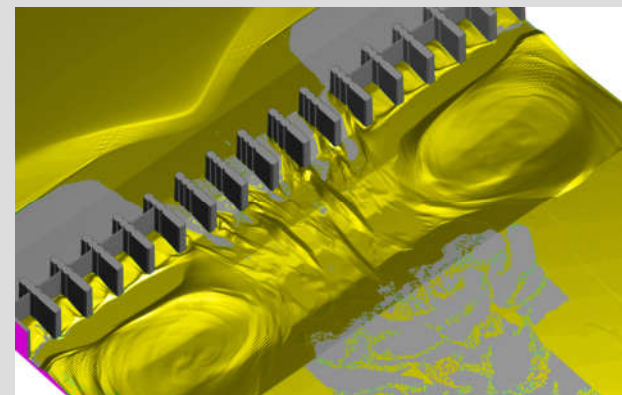
Расход воды, м ³ /с		Уровни воды, м БС		
		бытовые условия	проектные условия (все 16 пролётов открыты, шлюз закрыт)	подпор, м
Городец				
Средний зимний	1530	67.50	67.59	0.09
Обеспеченностью 10 %	9160	74.18	74.33	0.15
Балахна				
Средний зимний	1530	65.90	66.23	0.33
Обеспеченностью 10 %	9160	73.29	73.51	0.22
створ ННГУ (перед русловой плотиной)				
Средний зимний	1530	65.00	65.56	0.56
Обеспеченностью 10 %	9160	72.80	73.20	0.40



Профиль дна в районе водосбросов-регуляторов: показаны 4 из 16



Наполнение «призмы наносов» на рисберму верхнего бьефа и пороги водосбросов-регуляторов после пропуска 10% половодья: течение справа, жёлтым показан песок, серым – неразмываемое дно



Отложения песка в створе ННГУ при пропуске расхода 4960м³/с через 6 открытых затворов: вид со стороны НБ ; песок показан жёлтым цветом

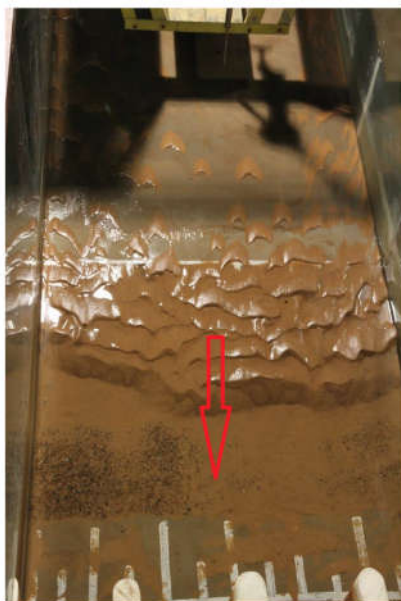


Рисунок 3.18 - Наполнение призмы наносов на рисберму верхнего бьефа

В верхнем бьефе донные наносы двигались очень активно и откладывались на рисберме в верхнем бьефе, заноса приямков верхнего бьефа. Механизм занесения приямка верхнего бьефа (наполнение призмы наносов, а не равномерное по всей длине наслоение наносов) представлен на рисунке 3.18. Надо отметить, что равномерное по всей площади наслоение наносов можно промыть при определенных режимах, а наполнение призмы наносов промыть невозможно – его придется пропускать через водопропускные проемы, т.е с занесением щитов. (стр.32 Отчёта ФГБУ "ГГИ")

План размыва аккумуляций после прохождения половодья вероятностью превышения 10%. Фрагменты у водосбросной плотины

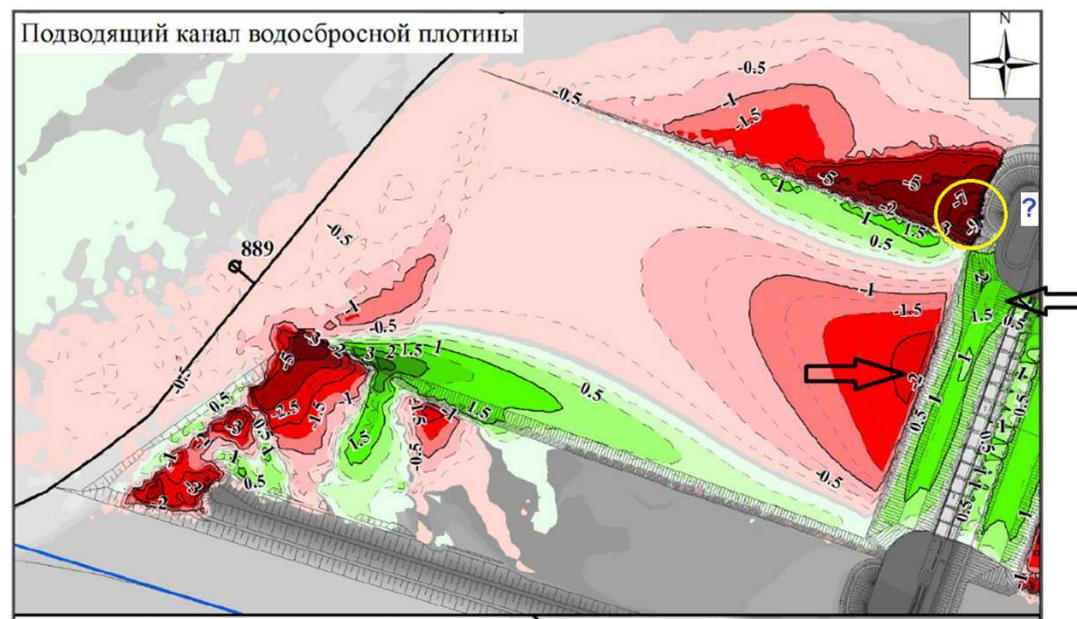


Рис.8. Результаты численного моделирования [2], Приложение «В», лист 24: правой стрелкой отмечена зона заносимости приямка перед водосбросом-регулятором

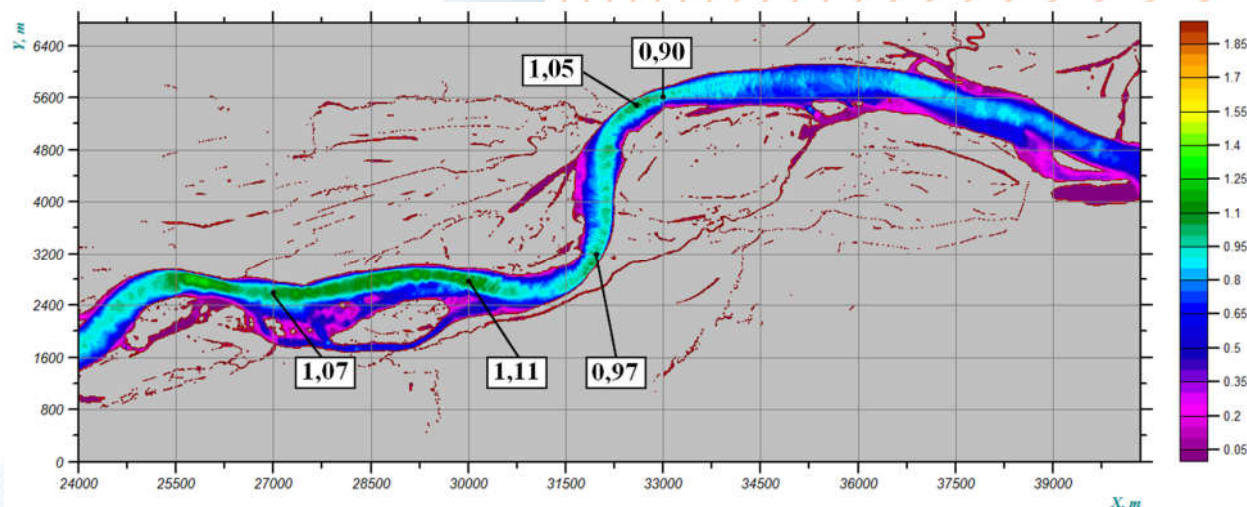
Вывод: (стр.33 Отчёта ФГБУ "ГГИ")

Очень активный транспорт наносов, значительные размывы в нижнем бьефе (до 4 метров на участке 800 метров в натуре), большая скорость занесения приямка рисбермы в верхнем бьефе.

Рекомендация: пропускать расход 4960 м³/с в подтопленном режиме при отметках верхнего бьефа 74 – 75 м БС.

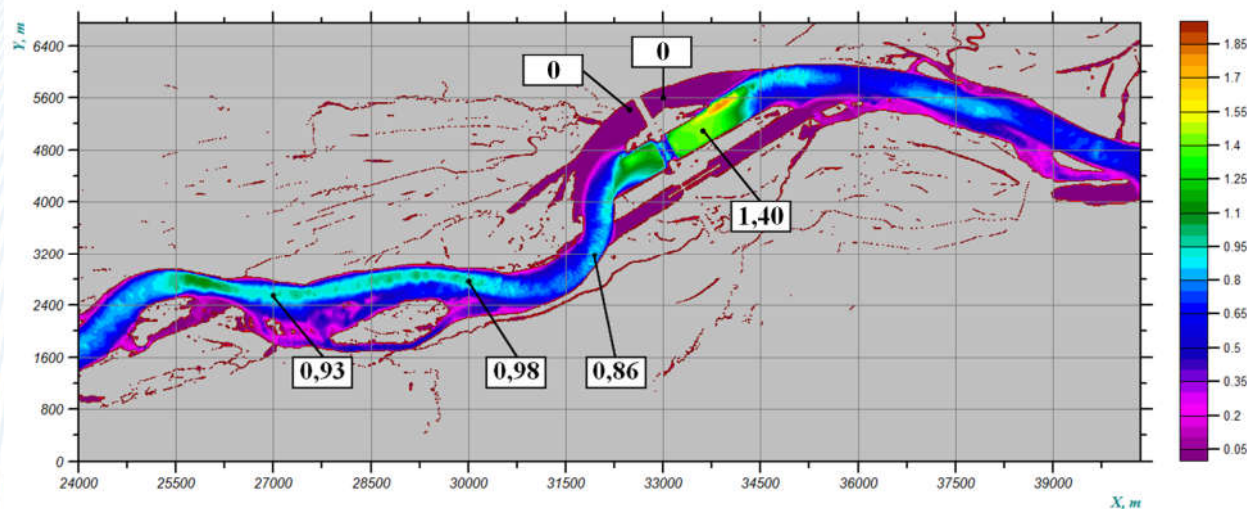
Закрепить камнем 200 метровую полосу ниже рисбермы в нижнем бьефе.

а)



В проекте строительства ННГу принято положение об идентичности ледотермических условий в нижнем бьефе НижГЭС (верхний бьеф ННГу) до и после создания ННГу, которое расчётно не обосновано. Изменение ледотермических условий в нижнем бьефе ННГу не рассмотрено.

б)



Численные эксперименты по исследованию гидравлической структуры потока в существующих условиях и при создании ННГу (проведены АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева») свидетельствуют о переформировании гидравлической структуры потока в районе предполагаемого створа размещения ННГу, включая:

- образование обширной застойной зоны в левобережной части (бывшее основное русла р. Волги) протяжённостью более 1000 м,
- снижение скоростей течения на подходе к о. Ревяцкий, которое обусловлено подпором, создаваемым сооружениями ННГу,
- увеличение скоростей в нижнем бьефе ННГу.

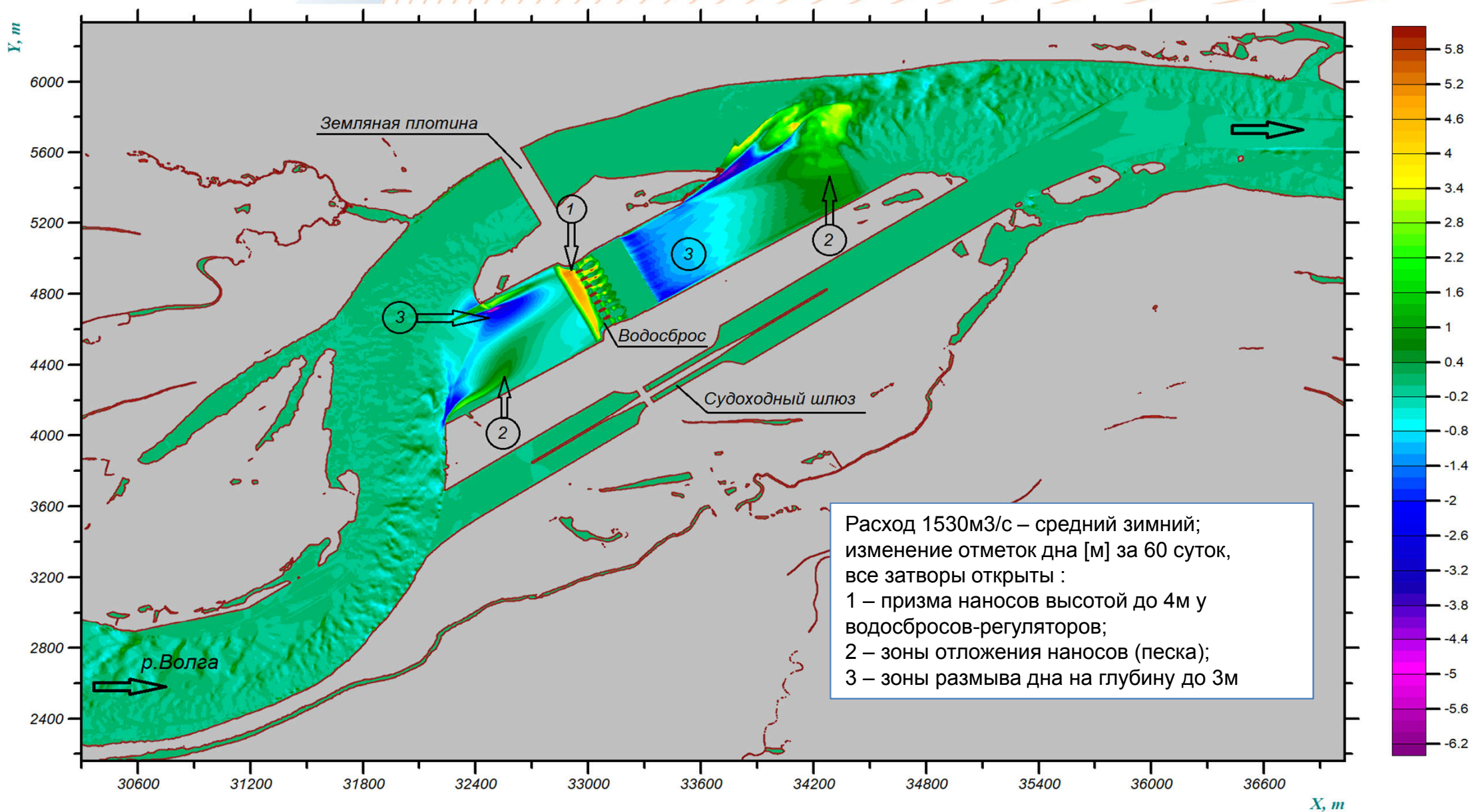
Возможные последствия:

- становление и движение ледовой кромки к створу НижГЭС в более ранние сроки, более значительные толщины льда в нижнем бьефе гидроузла НижГЭС, создание дополнительного подпора;
- дополнительное шугопроизводство в нижнем бьефе ННГу и возможность усугубления существующей ситуации с забивкой решёток водозаборных оголовков Ново-Сормовской водопроводной станции.

Карта распределения скоростей течения (м/с) в районе предполагаемого створа строительства ННГу, сбросной расход НижГЭС 1530 м³/с

а) без ННГу; б) при создании ННГу

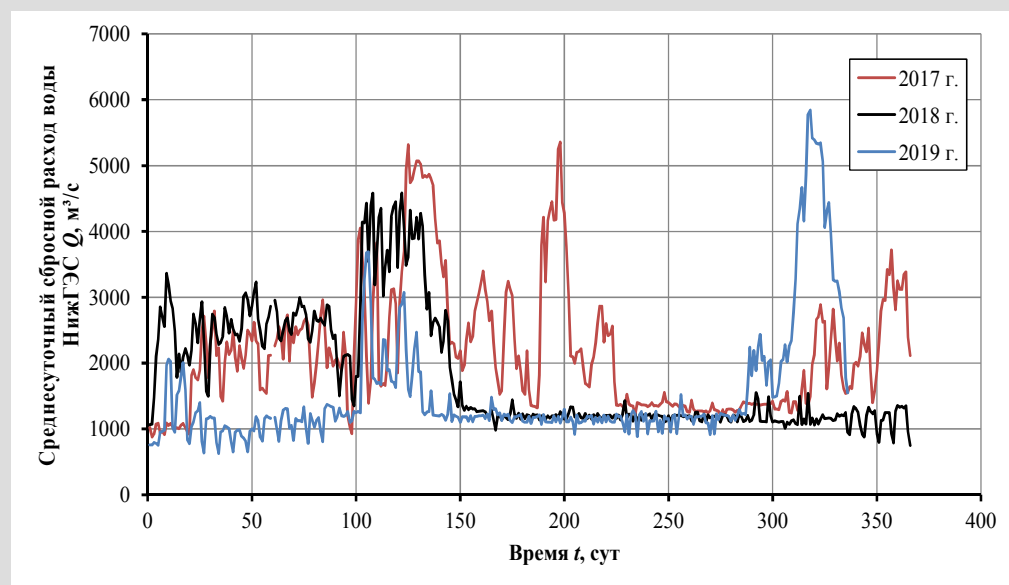
В существующих условиях при сбросе НижГЭС расходов 2740 м³/с в зимний период, уровень воды у Городца достигает 72,46 мБС (допустимый 73 мБС), что на 3,5-4 м выше для условий безледоставного периода.



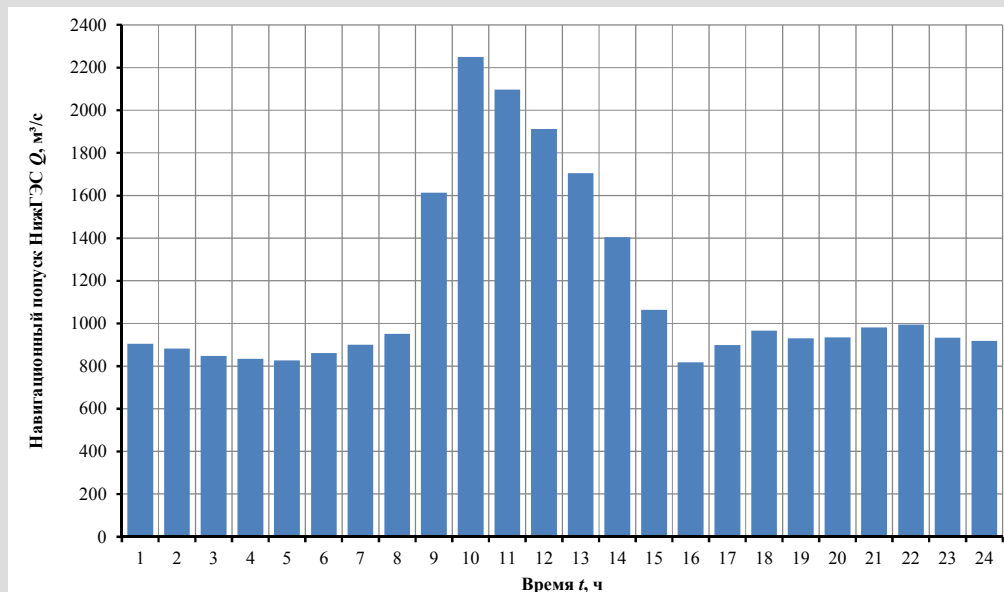
Наполнение «призмы наносов» высотой до 4 м у водосбросов-регуляторов со стороны ВБ.
Размывы дна на глубину до 3 м.

Ключевые замечания к проекту Недостатки конструкции водосбросов - регуляторов

- В соответствии с рекомендациями «ГГИ», представленными в Отчётных материалах «Физическое моделирование эрозионно-аккумуляционных процессов в верхнем и нижнем бьефах нижегородского низконапорного гидроузла в рамках разработки проектной документации по объекту «Строительство Нижегородского низконапорного гидроузла. 2-й этап», пропуск расходов воды выше 4 000 м³/с необходимо производить в подтопленном режиме при отметках верхнего бьефа 73 – 74 м БС в связи с тем, что при пропуске расходов воды такой величины наблюдается очень активный транспорт наносов, значительные размывы в нижнем бьефе, большие скорости занесения приямка рисбермы в верхнем бьефе. Сбросные расходы НижГЭС более 4000 м³/с наблюдаются практически ежегодно в период половодья и/или паводков.



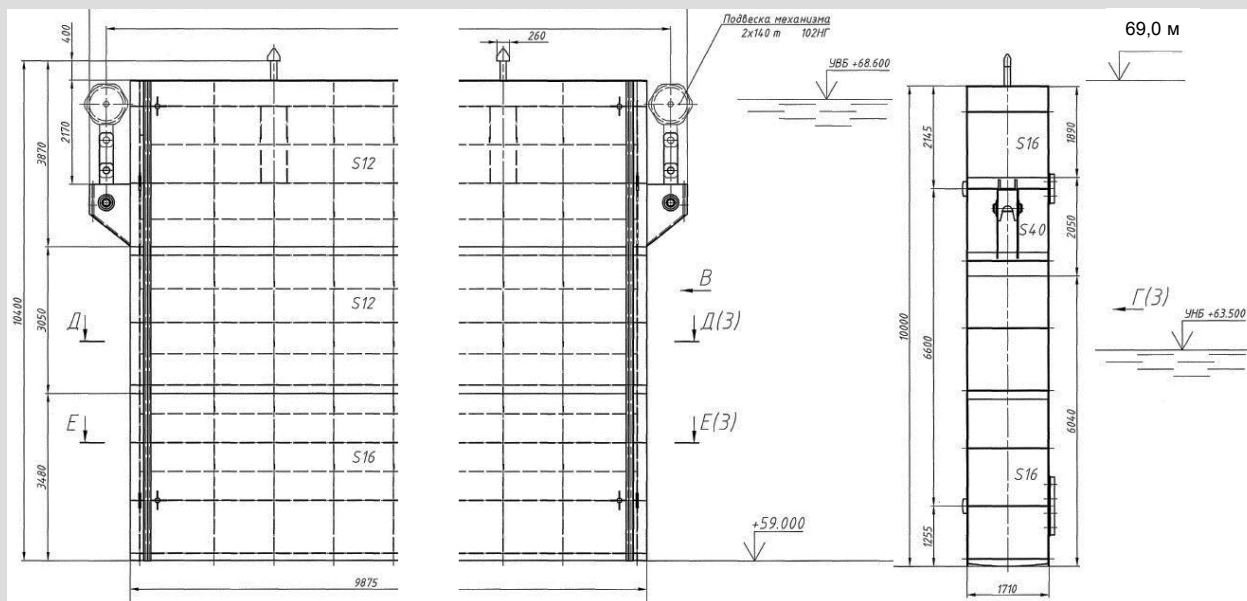
Среднесуточные сбросы НижГЭС за последние три года



Суточный режим работы НижГЭС в навигационный период

- Колебания уровней воды в верхнем бьефе ННГу в условиях суточного регулирования сбросов Нижегородской ГЭС определены в Проекте неверно. Эти же колебания в условиях маневрирования затворами водосбросов-регуляторов ННГу не оценивались. С учётом незначительного запаса высоты между отметкой верхнего бьефа ННГу (68.0 м БС) и гребнем закрытых затворов перелив воды через закрытые затворы будет происходить постоянно.

Конструкция затвора ННГу



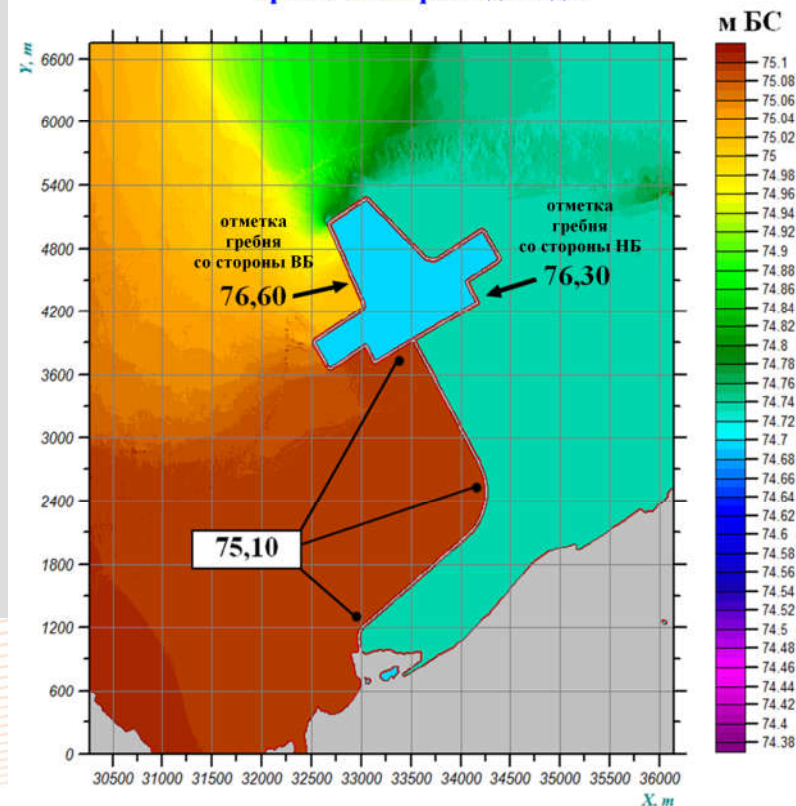
Отверстие		поверхностное
Пролёт в свету, м		20
Нагруженный пролёт, м		20,2
Расчётный пролёт, м		20,6
Расчётный напор, м		9,6
Главная нагрузка, тс		726,3
Расчётное подъёмное усилие, тс		254,5
Грузоподъёмность обслуживающего механизма 102НГ, т		2х140
Грузоподъёмность захватной балки 110НГ, т		2х150
Масса затвора, т		118
Количество секций, шт		1
Подхват	Тип	выдвижной
	Грузоподъёмность, т	63

- В целом ряде документов Проекта предполагается форсировка выше отм. 68.0 м уровня верхнего бьефа ННГу уже при пропуске незначительных расходов. Но сам Проект не допускает форсировку уровня воды ввиду недостаточной высоты затворов.

Ключевые замечания к проекту

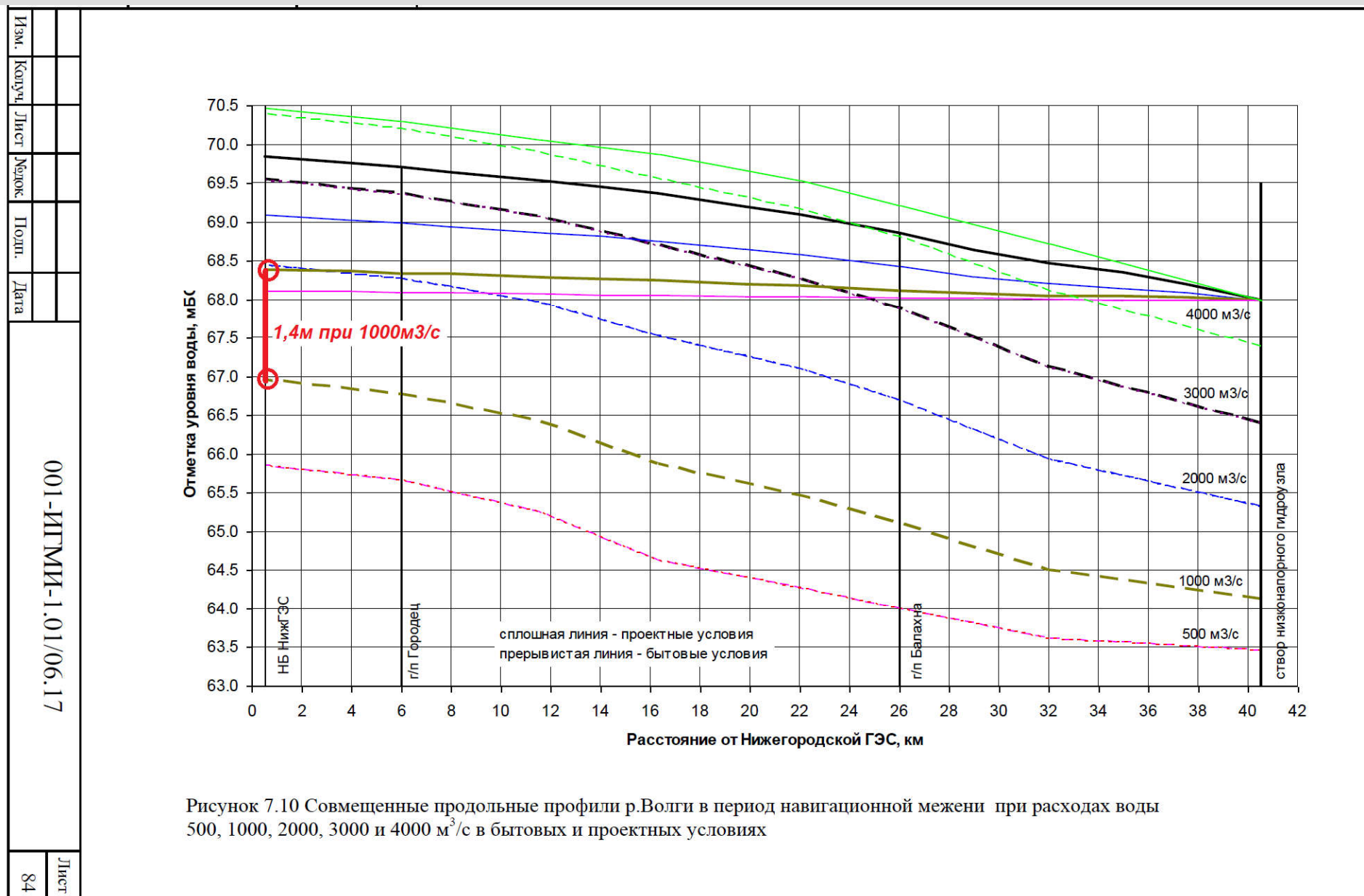
Риск затопления строительного котлована

Уровни воды около строительной перемычки при 10 %-ом расходе воды



**+ 30 см к уровню в бытовых условиях
из-за стеснения русла строительной перемычкой**

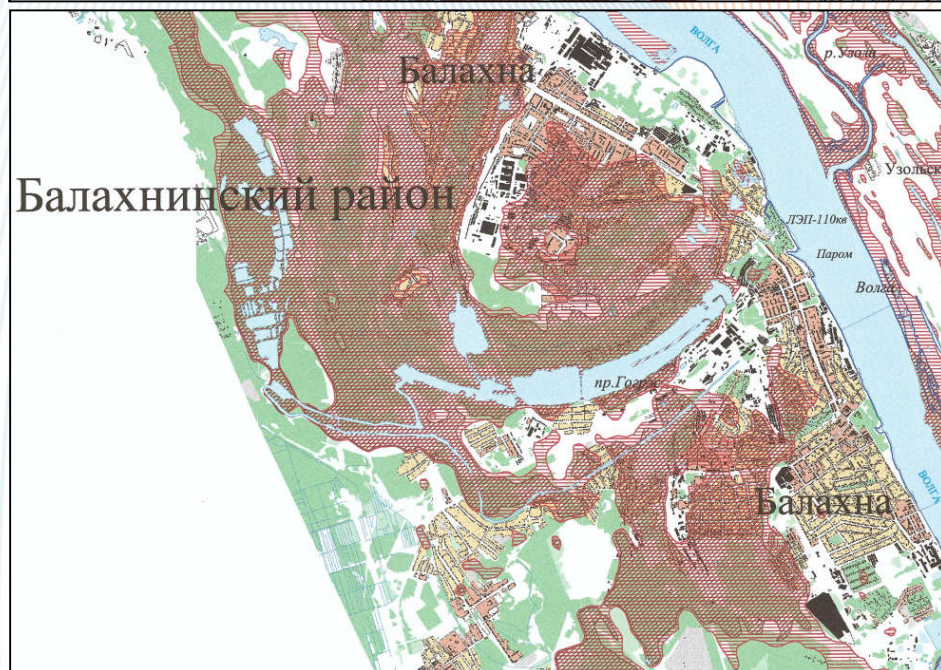
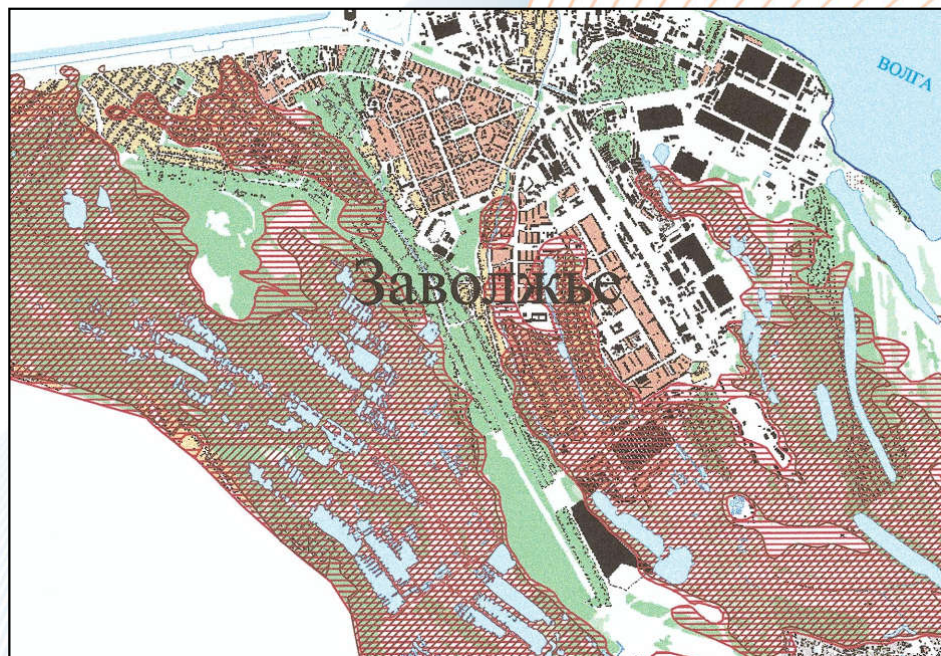
- Отметка гребня ограждающей перемычки строительного котлована выполнена без учёта подъёма уровня в р. Волга в зоне строительства ННГу за счёт стеснения русла. При пропуске 10% паводка возможно затопление котлована.
- Возможность размывов песчаного дна у основания строительной перемычки, расположенной вдоль потока. Размывы приведут к оползанию откоса и просадке гребня перемычки и в дальнейшем - к затоплению котлована.



Ключевые замечания к проекту

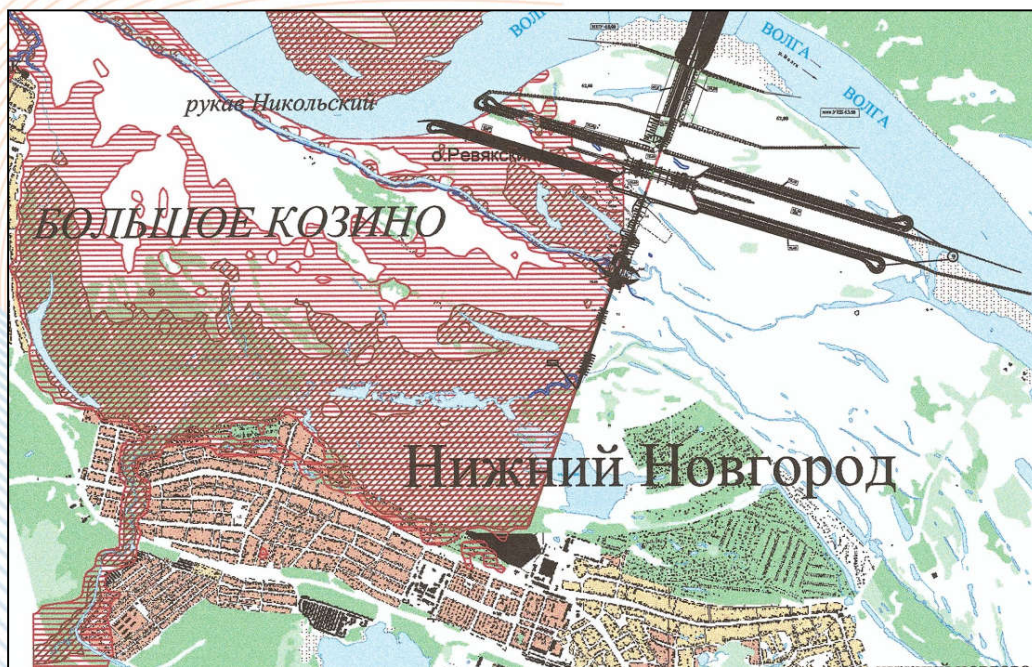
Фрагменты схемы современного и прогнозируемого подтопления

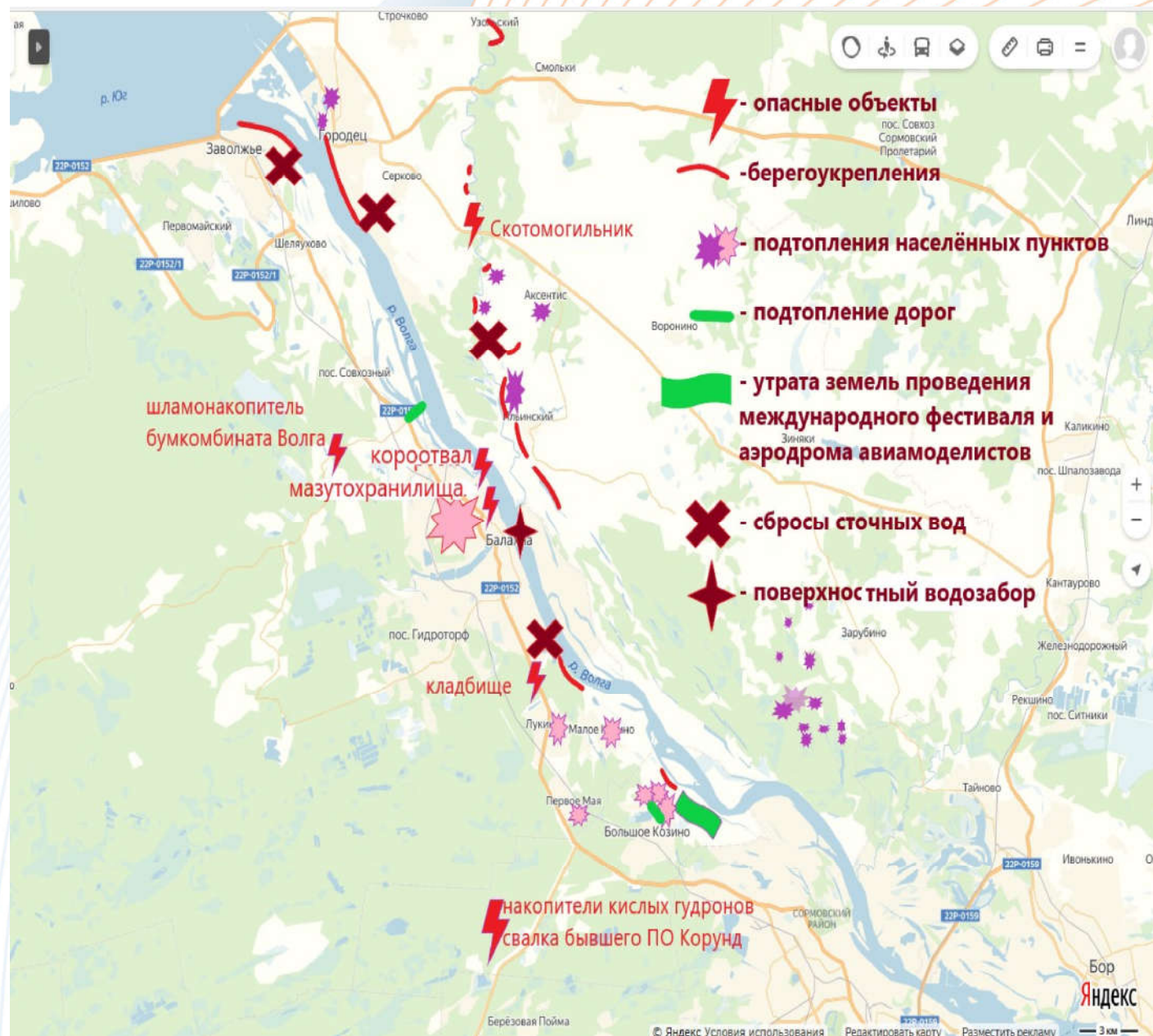
(Из предварительных материалов ОВОС 0715-000-ОВОС-1.1.01/09.14, Книга 1, часть 3, стр. 18 Проект «Строительство Нижегородского низконапорного гидроузла», 2015 г.)



- На схемах представлено сравнение потопленных территорий в современных условиях и по прогнозу развития подтопления при функционировании ННГу.
- Защитные мероприятия, предусмотренные проектом строительства ННГу не достаточны, поэтому создание водохранилища низконапорного гидроузла может усугубить существующую проблему подтопления населенных пунктов.
- По данным Проекта ННГу, в результате повышения уровня в р. Волге произойдет несущественное увеличение подтопленных площадей, что не соответствует действительности.

- Территории с уровнем грунтовых вод менее 2м от поверхности земли в современных условиях
- То же, долгосрочный прогноз развития подтопления в условиях функционирования Нижегородского низконапорного гидроузла





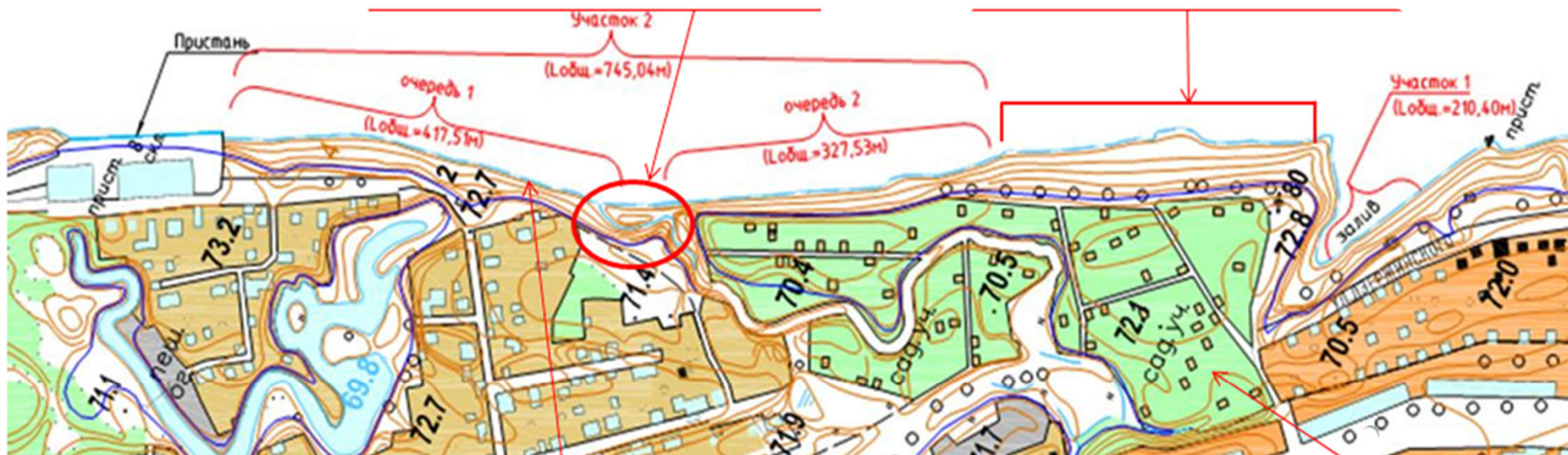
- В Проекте ННГу не выполнялась оценка влияния подтопления на представленные на схеме объекты, увеличение водной нагрузки на которые может усугубить экологическую обстановку в регионе.
- Все расчеты в Проекте ННГу выполнялись на геофильтрационных моделях, на которых оценены изменения уровней грунтовых вод на территории комплексно, без учета особенностей конкретных объектов - не учитывалось заглубление фундаментов, наличие дренажей, локальных подземных сооружений и т.п., что не позволяет оценить влияние функционирования ННГу на рассматриваемые объекты.
- Для представленных объектов следовало выполнить расчёт влияния подтопления в результате создания ННГу, на основе локальных геофильтрационных моделей.

Ключевые замечания к проекту

Недостаточная проработка вопроса подтопления территорий и компенсирующих мероприятий

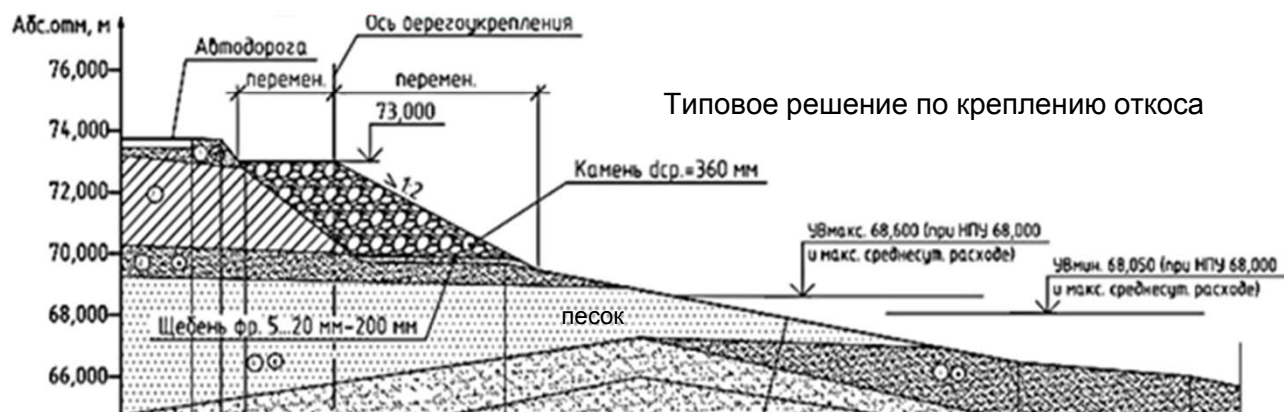
Не предусмотрены мероприятия по защите территорий от затопления и подтопления в зоне влияния порядка 10 притоков р.Волга.

Берегоукрепление запроектировано прерывающимися участками, что может усилить размыв незакрепленных участков.

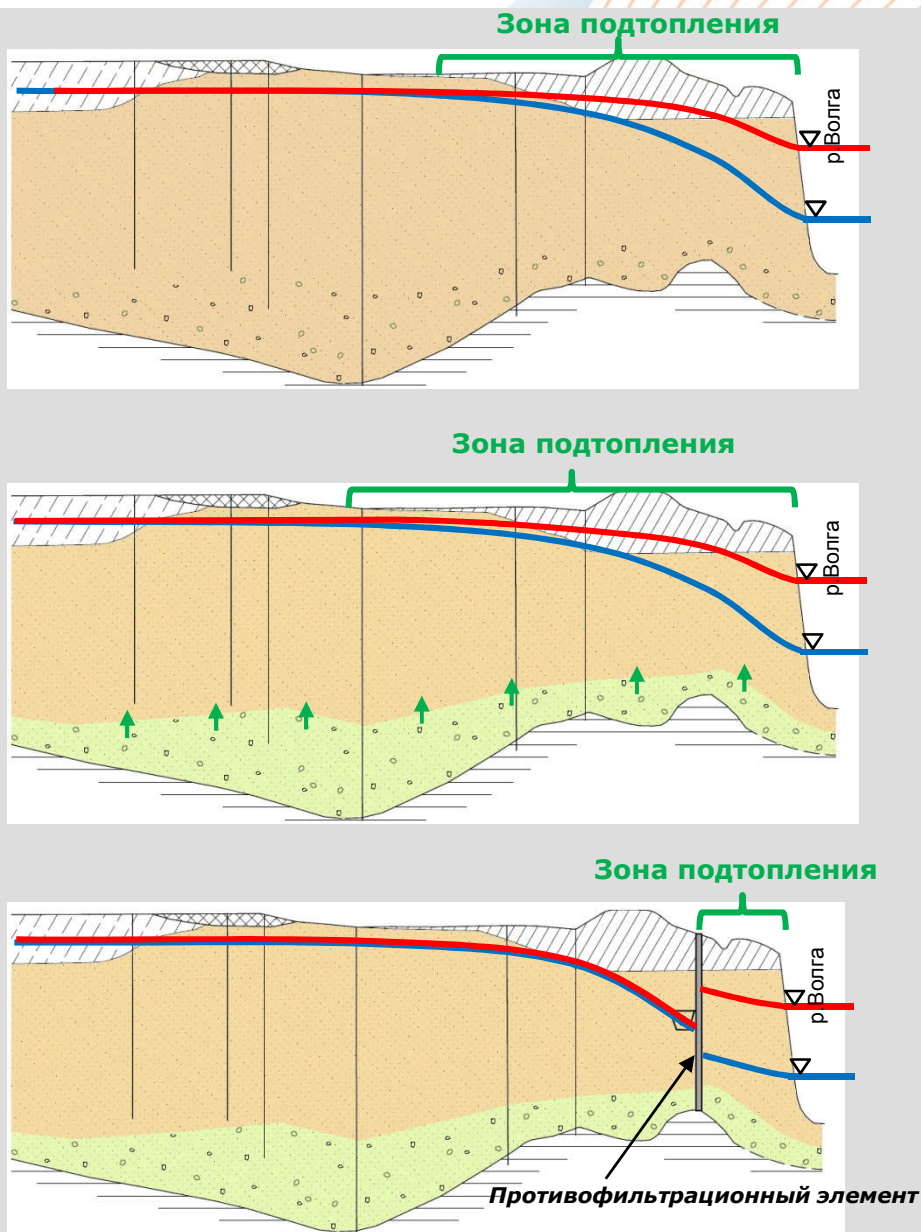


Отметка низа берегоукрепления находится выше уровня НПУ 68,0 м, т.е. под действием волн и течений будет происходить размыв берега.

Отсутствует анализ влияния изменения гидрогеологического режима на условия эксплуатации существующих систем водоснабжения, водоотведения и осушения; увеличение периода подтопления влияет на условия ведения сельского хозяйства, огородничества, эксплуатацию строительных конструкций, и в целом на условия жизни людей.



Типовое решение по креплению откоса

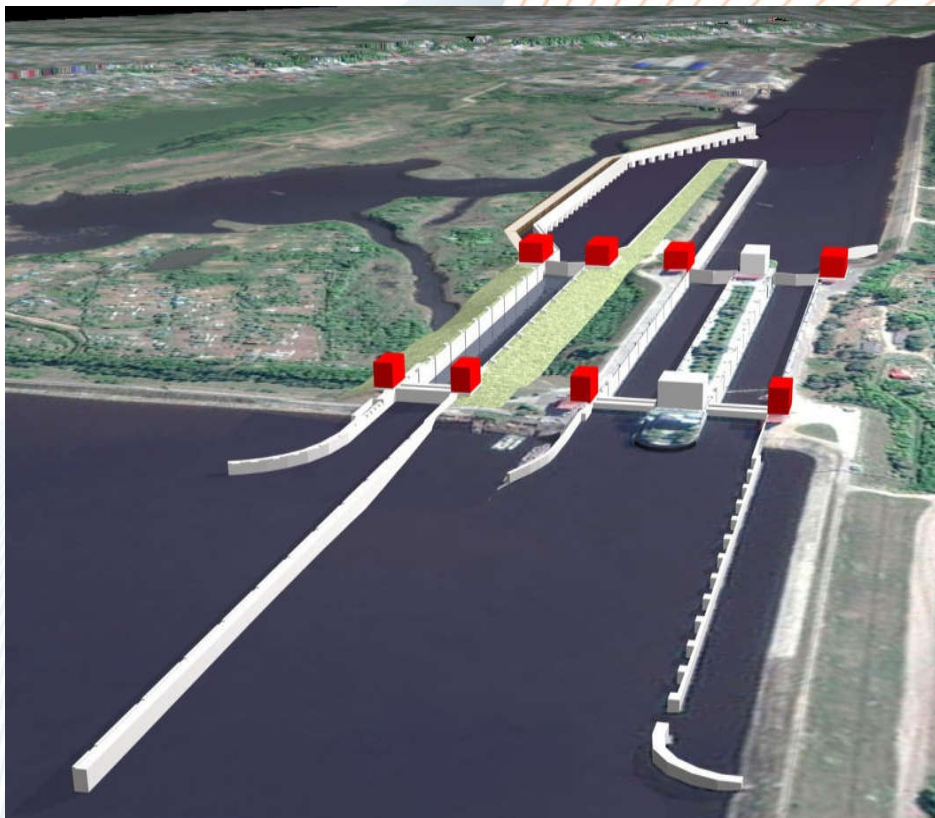


- В проекте ННГу расчет зон подтопления выполнен с усредненными по разрезу фильтрационными характеристиками.
- При расчете зон подтопления не учтены прослойки хорошо проницаемых галечников, которые определяют передачу высоких уровней подземных вод на значительные расстояния.
- При моделировании необоснованно принято упрощение гидрогеологического строения – не учтено влияние пермского водоносного горизонта, который на некоторых участках напрямую связан с грунтовыми водами.
- При разработке инженерных мероприятий по защите территорий от подтопления не рассмотрено применение противофильтрационных элементов.
- При повышении уровня реки будет формироваться новое русло, что приведет к изменению условий взаимосвязи между поверхностными и подземными водами. В Проекте не обоснован переход от установленного сопротивления ложа реки в существующих условиях к формируемому в условиях затопления новому руслу. Это также привело к занижению размеров зон подтопления.

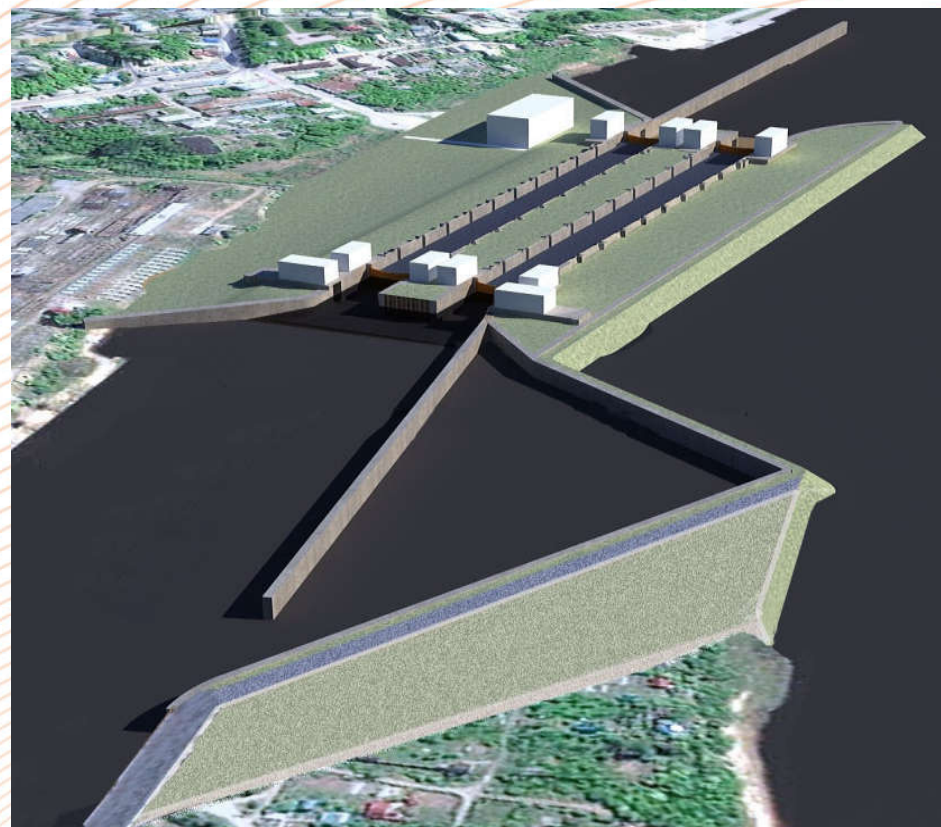
— Уровень воды в р.Волге до строительства ННГу
— Уровень воды в р.Волге после строительства ННГу

- Гидрологические расчёты выполнены в полном противоречии требованиям нормативных документов СП 33-101-2003 «Определение основных расчётных гидрологических характеристик» и СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения».
- Гидрологические характеристики с створе ННГУ вычислены без учёта каскадного регулирования стока р. Волга, что привело к существенно-неоправданному завышению максимальных расходов воды для основного и поверочного случаев в размере около 2 700 м³/с и 800 м³/с соответственно.
- В проекте строительства ННГУ не рассмотрены вопросы изменения гидравлической структуры потока в зимних условиях, что своим следствием может иметь существенное изменение ледотермических условий и обусловить:
 - затопление прилегающих территорий Городецкого и Балахнинского районов в зимних условиях;
 - снижение выработки энергии НижГЭС в зимних условиях.
- Альтернативные варианты решения проблемы судоходства на участке р. Волги от шлюзов Городецкого гидроузла до Нижнего Новгорода в проекте фактически не рассматривались.
- Отчёт по инженерным гидрометеорологическим изысканиям, представленный в составе Проекта, содержит положения, прямо противоречащие положениям действующих нормативных документов РФ.
- Пропускная способность водосбросных сооружений ННГУ рассчитана некорректно как при фиксированных сбросах воды с Нижегородской ГЭС, так и для условий суточного регулирования сбросов ГЭС.
- Не рассмотрены альтернативные варианты сооружений инженерной защиты, предотвращающие затопление и минимизирующие подтопление, например, дамбы с противифльтрационными элементами.
- В проекте не разработаны мероприятия по защите территории от затопления и подтопления в зоне притоков р. Волги. Отсутствие таких мероприятий приведёт к увеличению затапливаемых и подтапливаемых территорий.
- Геофильтрационные модели (региональная, локальная г. Заволжье, локальная г. Балахна) содержат значимые необоснованные допущения по гидрогеологическим, геологическим и др. расчётным параметрам, приводящие к занижению размеров зон подтопления.
- Невозможно осуществлять надёжную эксплуатацию водосбросных сооружений ННГУ: песок в пазах и на порогах затворов, перелив воды через закрытые затворы.
- Частые повышения уровня верхнего бьефа выше отм.68.00 м.

Третья нитка шлюзов



Третья ступень шлюзов



Третья нитка Городецких шлюзов	
Достоинства	Недостатки
Наименьшие сроки строительства	Стеснённость производства работ
Не изменяется количество шлюзований	
Наименьшие капитальные затраты	
Земля под застройку отведена для эксплуатации Городецких Шлюзов	На время строительства доступ к существующим шлюзам №15, 16 осуществляется по перемычке
Отсутствие ограничений для энергетики	
Аналогичная существующим шлюзам конструкция	

Стоимость капитальных затрат: 7 566 132 тыс. р.

Третья ступень Городецких шлюзов	
Достоинства	Недостатки
Пропускная способность Городецких шлюзов в период низкого уровня воды в нижнем бьефе	Сложность производства работ
	Компенсационные мероприятия владельцам затрагиваемых территорий
	Необходимость выкупать землю под застройку
	Дополнительное шлюзование после ввода 3-ей ступени в эксплуатацию.

Стоимость капитальных затрат: 12 727 939 тыс. р.

Вариант строительства третьей нитки Городецких шлюзов является наиболее предпочтительным, но есть ряд вопросов, требующих рассмотрения:

- Снижение отметок уровня воды на порогах 15 и 16 шлюзов относительно текущих на 33 см. по причине выполнения дноуглубительных работ по устройству судовой прорези

Решается проведением работ по реконструкции существующих 15 и 16 шлюзов с понижением отметок порога.

- Стеснённость условий эксплуатации существующих шлюзов №15, 16 на период строительства третьей нитки Городецких шлюзов

Данный вопрос решается путём возведения в первоочередном порядке временной строительной перемычки со стороны верхнего бьефа с дорогой в её составе;

- Необходимо решить вопрос сброса избыточного стока с верхнего бьефа в период строительства третьей нитки Городецких шлюзов

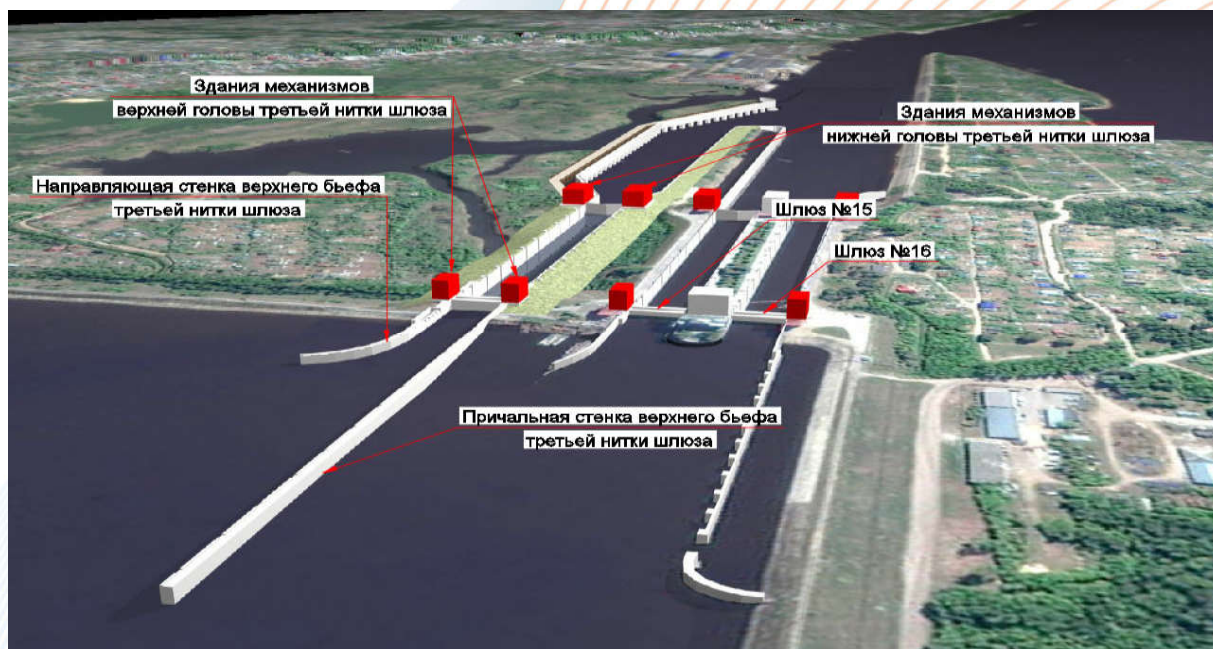
Данный вопрос решается организацией временного технического решения сброса избыточного стока через камеры шлюза, или устройством временного водосбросного сооружения;

- Необходимо при строительстве третьей нитки Городецких шлюзов остаться в полосе отвода земель под эксплуатацию Городецких шлюзов

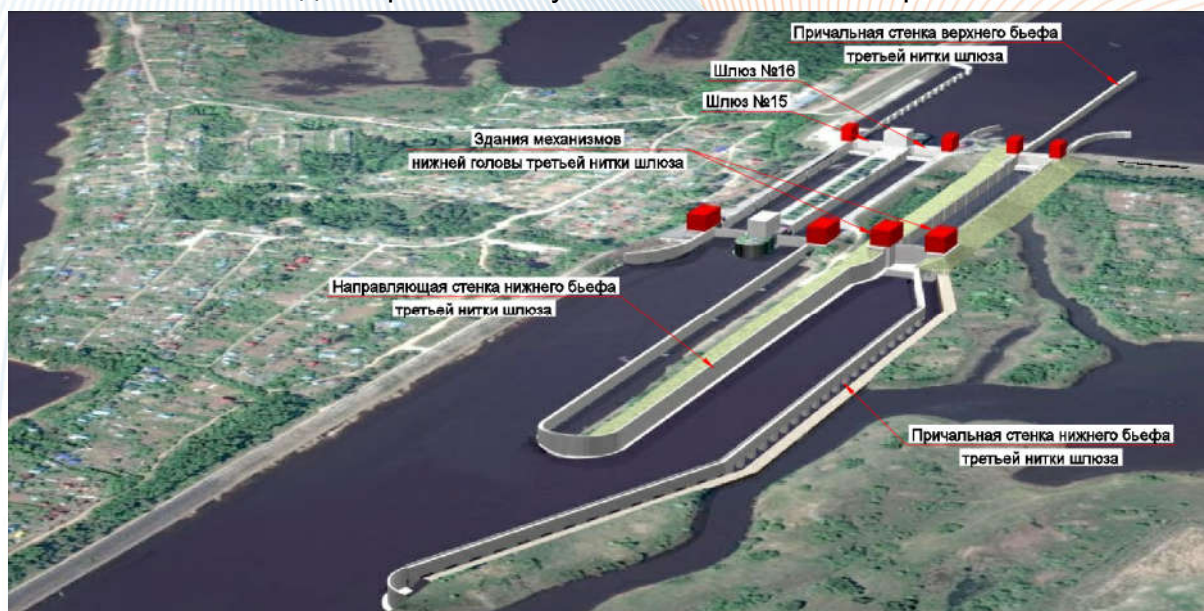
Данный вопрос решается техническим решением принятым в проекте организации строительства: котлован под третью нитку Городецких шлюзов отрывается под шпунтовыми стенками в два яруса, что позволяет существенно сократить ширину котлована и объём выемки грунта котлована.

Вывод: технические сложности, возникающие при реализации третьей нитки Городецких шлюзов, решаются на стадии разработки проектной документации и проекта организации строительства.

Вид на третью нитку шлюза с верхнего бьефа



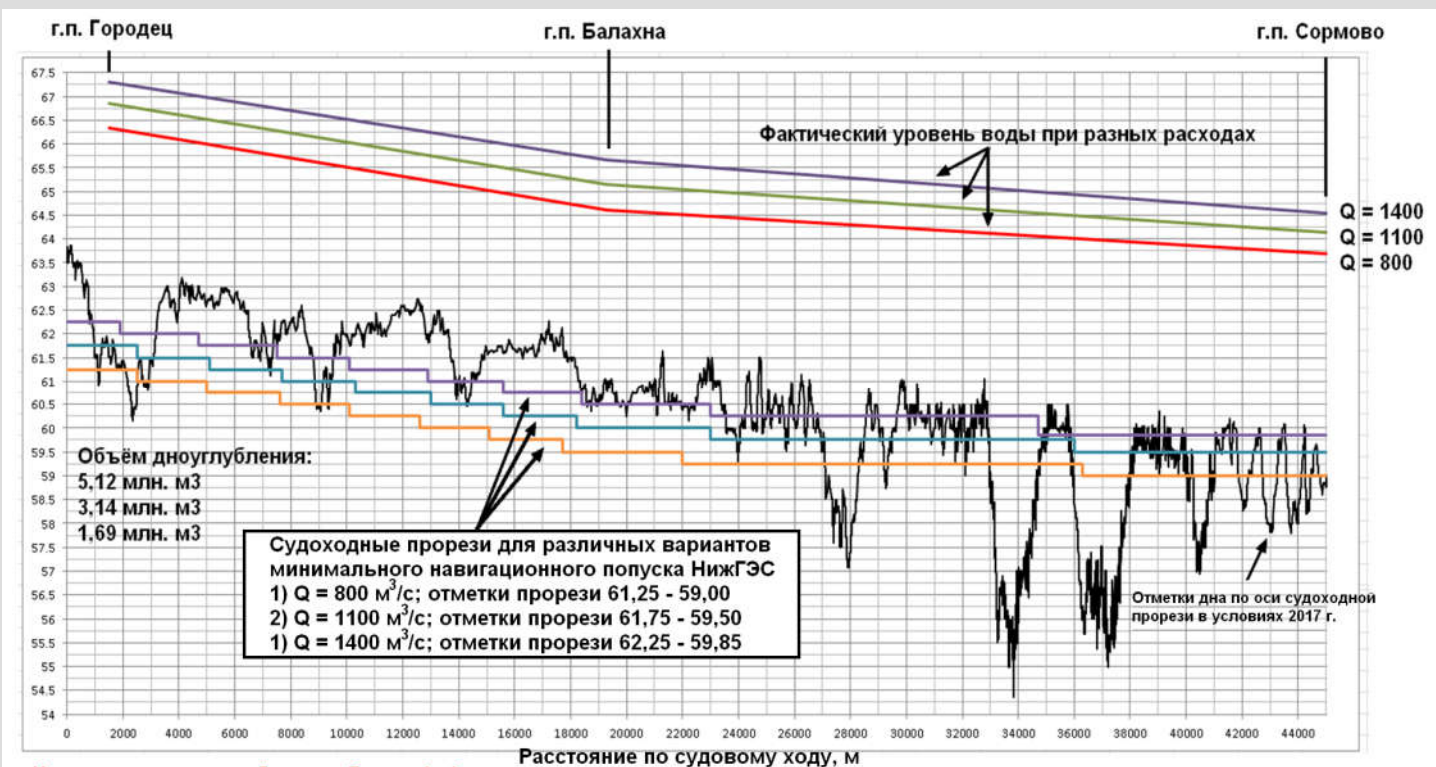
Вид на третью нитку шлюза с нижнего бьефа



Сравнение варианта строительства третьей нитки шлюза Городецких шлюзов со строительством ННГУ:

Критерий	Строительство ННГУ	Альтернативный вариант	Выгода от альтернативного варианта
Объем выемки грунта	10 163 449 м³	1 950 000 м³	в 5,2 раза
Объем отсыпки грунта	4 535 293 м³	23 140 м³	в 195 раз
Объем бетонирования	1 163 620 м³	253 890 м³	в 4,58 раза
Расход арматуры	75 550 т	12 700 т	в 5,94 раза
Расход стали	2 336,7 т	912 т	в 2,56 раз
Сроки строительства	49 месяцев	28 месяцев	в 1,75 раз
Стоимость строительства (включая дноуглубление для альт. варианта)	38 664 660 тыс. р.	7 566 132 тыс. р.	в 5,11 раз

Суммарная грузопропускная способность шлюзов №15, 16 и третьей нитки Городецких шлюзов Городецкого гидроузла составит около 47,06 млн. тонн за навигационный период, что на 12,5 % выше, чем пропускная способность ННГУ, указанная в Проекте

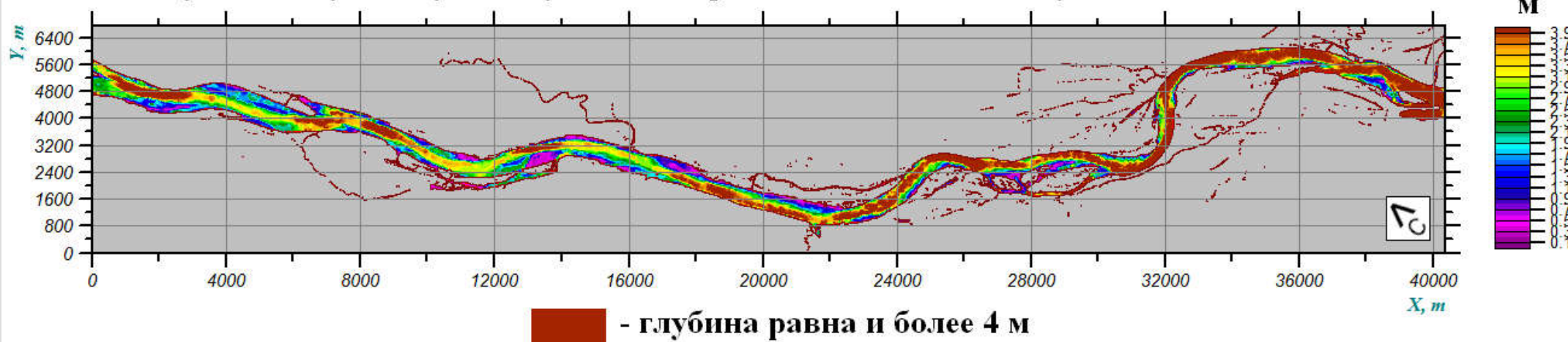


Изменение уровня воды в Гордце/Балахне (см):

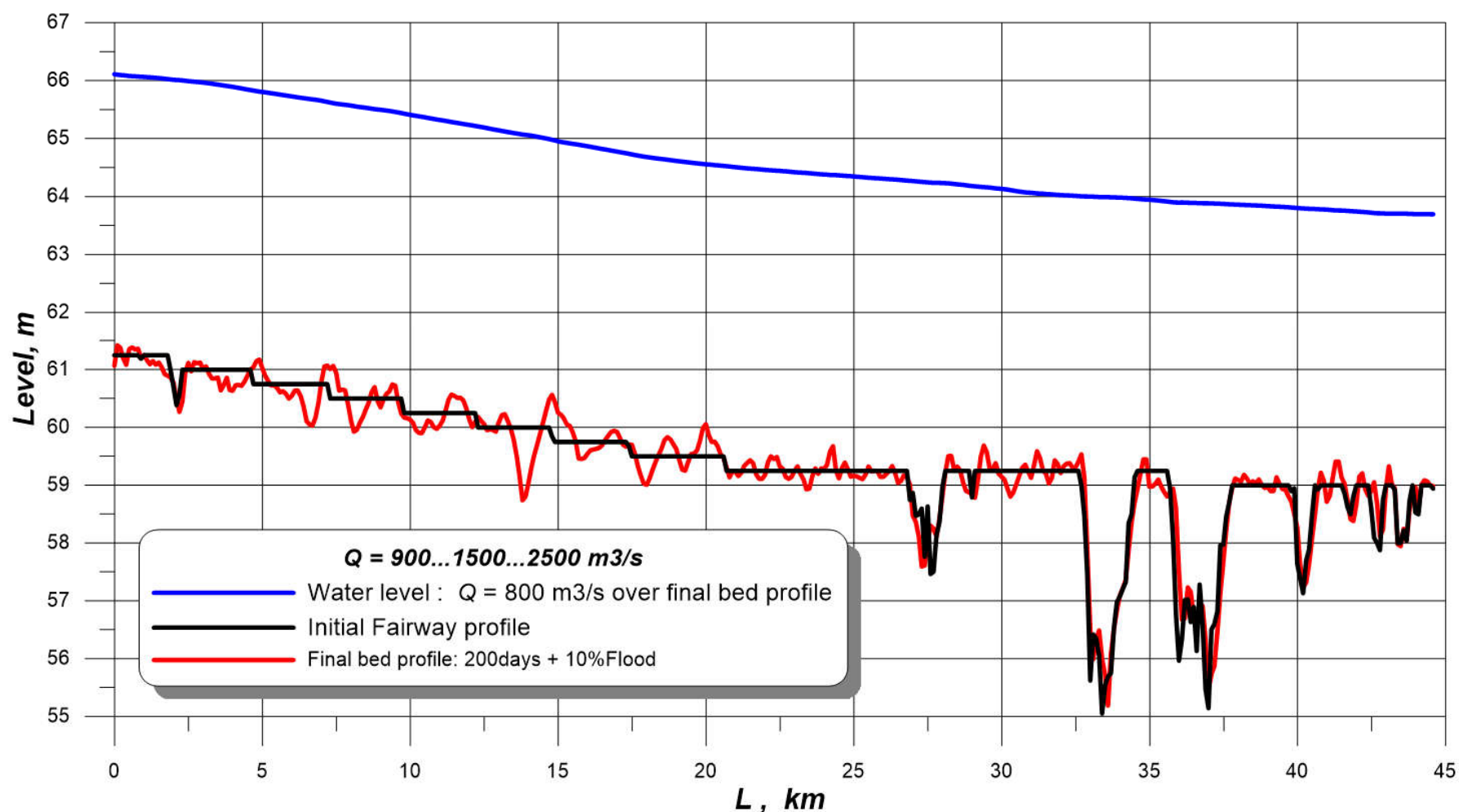
1. Q=800 м³/с при изъятии грунта -30/-10, при отсыпке грунта в русло -16/+6
2. Q=1100 м³/с при изъятии грунта -16/-6, при отсыпке грунта в русло -8/+5
3. Q=1400 м³/с при изъятии грунта -9/-2, при отсыпке грунта в русло -5/+4

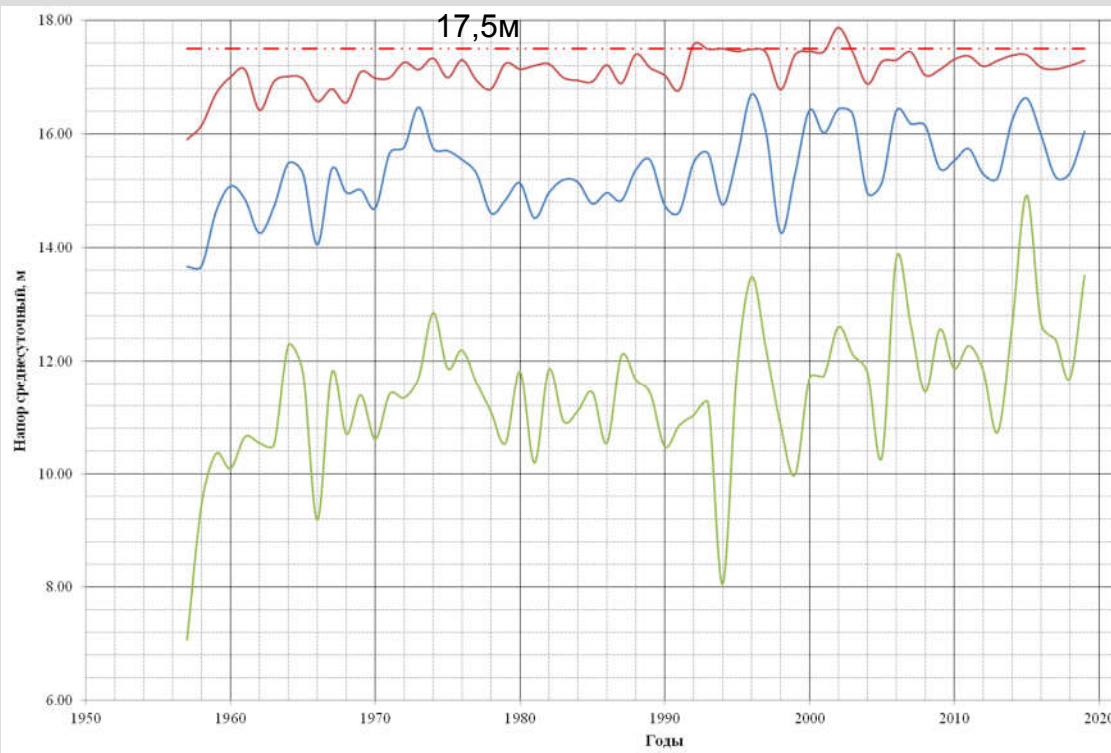
Так как изменение режима работы НижГЭС приведёт к вынужденному изменению работы всего Волжского каскада, что недопустимо, в качестве основного варианта рассматривалась судоходная прорезь с существующим режимом работы НижГЭС – мин. сброс 800 м³/с.

Глубины в существующих условиях при навигационном попуске НижГЭС 800 м³/с



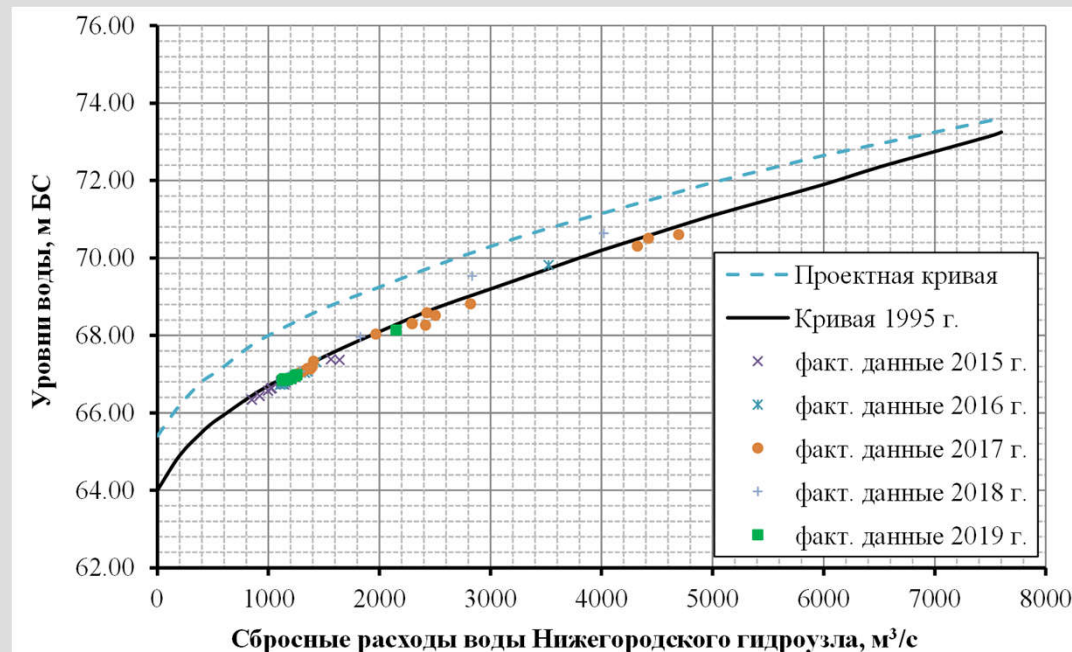
**3D численное моделирование трансформации судоходной прорези за время
1 навигации (с учётом суточного регулирования сбросов НижГЭС) и 10% половодья**





Хронологические графики:

- максимальных среднесуточных напоров (красная кривая);
- среднегодовых напоров (синяя кривая) и
- минимальных среднесуточных напоров воды на НижГЭС



Кривая связи $H(Q)$ в нижнем бьефе НижГЭС :

- посадка уровней НБ после 1995г не наблюдается;
- по сравнению с проектной кривой посадка уровней за предшествующие годы не более 1,2м

Поверочные расчеты устойчивости плотин напорного фронта

Результаты расчетов статической устойчивости плотины Нижегородской ГЭС

Откос	Сочетание нагрузок	Коэффициенты устойчивости					Норм коэф.
		Пл 1, 2	Пл. 3	Пл. 4	Пл. 5	Водосл секция	
Верховой откос	Проект: Основное: НПУ = 84.0 м УНБ = 76.6 м	2.28	2.71	2.15	2.44	3.08	1.25
	Особое: ФПУ = 85.5 м УНБ = 77.1 м	2.38	2.88	2.44	2.43	2.53	1.187
	Альтернативный вариант: Основное: НПУ = 84.0 м УНБ = 66.5 м	2.28	2.74	2.33	2.44	1.998	1.25
	Особое: НПУ = 84.0 м УНБ = 64 м	2.28	2.77	2.35	2.44	1.88	1.125
	Особое: УМО = 81.0 м УНБ = 64 м	1.90	2.66	2.09	2.43	2.13	1.125
Низовой откос	Проект: Особое: отказ трубчатого дренажа ФПУ = 85.5 м УНБ = 77.1 м	1.55	1.72	1.31	1.48	-	1.187
	Альтернативный вариант: Основное: НПУ = 84.0 м УНБ = 66.5 м	2.10	1.66	1.44	1.68	-	1.25
	Особое: НПУ = 84.0 м УНБ = 64 м	1.70	1.68	1.35	1.68	-	1.125
	Особое: УМО = 81.0 м УНБ = 64 м	1.68	1.86	1.32	1.68	-	1.125
	Особое: Отказ трубчатого дренажа НПУ = 84.0 м УНБ = 76.6 м	1.63	1.81	1.53	1.56	-	1.125

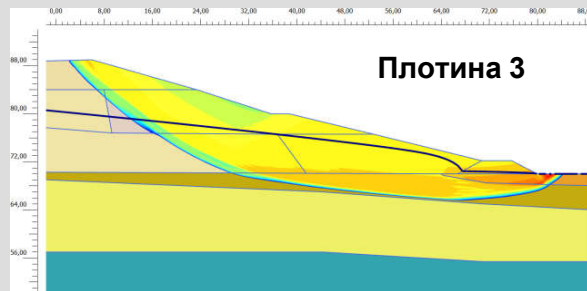
Результаты расчета грунтовых плотин при сейсмике уровня МРЗ (7 баллов)

Плотина	Сочетание нагрузок, Уровни воды	Коэффициент устойчивости	
		k_s ВО	k_s НО
Пл. 1, 2	Альтерн. / проект НПУ = 84.0 м УНБ = 66.5 / 76.6 м	1.79 / 1.60	1.56 / 1.52
Пл. 1, 2*	Альтерн. / проект (Инж. методами ПК «Устойчивость»*) НПУ = 84.0 м УНБ _{альт мин/пр} = 64.0 / 76.6 м	1.70 / 1.56	1.62 / 1.62
Пл. 3	Альтерн. НПУ = 84.0 м УНБ _{альт мин} = 64 м	2.04	1.44
Пл. 4	Альтерн. Дренаж в раб.сост. / Отказ дренажа НПУ = 84.0 м УНБ _{альт} = 66.5 м	1.91	1.20 / 1.25
Пл. 5	Альтерн. НПУ = 84.0 м УНБ _{альт мин} = 64 м	2.15	1.56

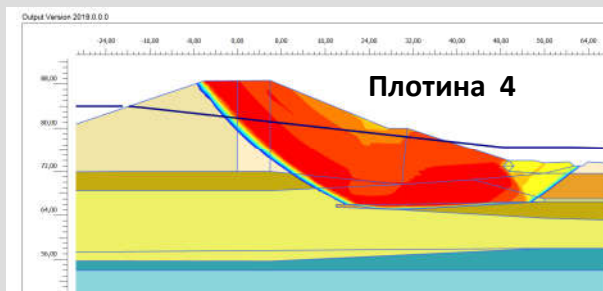
Критерий устойчивости ГТС
при сейсмических нагрузках МРЗ:

$$k_s \geq k_{s,n} = 1.0625.$$

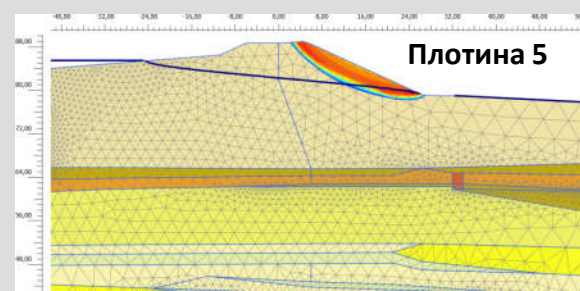
Вывод: Расчетные коэффициенты устойчивости удовлетворяют
нормативным требованиям.



НПУ = 84 м УНБ = 64.0 м, $k_s = 1.44$



НПУ = 84.0 м УНБ = 76.6 м, $k_s = 1.44$



ФПУ = 85.5 м УНБ = 77.1 м без дренажа $k_s = 1.48$

Используемое ПО:

PLAXIS 2D
(основное)
«Устойчивость»
(дополнительное)

- Предлагаемый проект обеспечения судоходства со строительством ННГу следует считать необоснованным и сложным в эксплуатации.
- Проект ННГу сопряжён с экологическими, социальными и техногенными рисками.
- Реализация проекта ННГу приведет к необходимости дополнительного шлюзования.
- Реализация проекта ННГу вызовет существенное увеличение границ зон подтопления прилегающих территорий в течение длительного периода года.
- Реализация проекта ННГу приведёт к ограничению режимов работы Нижегородской ГЭС, снижению выработки электроэнергии.
- Проект ННГу не согласован между 2-мя ведомствами: ПАО «РусГидро» и Федеральным агентством водных ресурсов.
- Альтернативный вариант позволяет обеспечить судоходство с гарантированными глубинами 4.0 м при сохранении минимальных сбросов воды с Нижегородской ГЭС 800 м³/с, а также снижение экологического воздействия при существенно меньшей стоимости его реализации.
- Грузопропускная способность Городецкого гидроузла с возведением третьей нитки составит 47,06 млн.т за навигационный период и будет выше, чем при строительстве ННГу, грузопропускная способность которого составит 41,2 млн.т за навигационный период.
- Посадка уровней воды в районе г. Городца при выполнении дноуглубительных работ не превысит 0.35 м. Снижение отметок относительно текущего состояния благоприятно отразится на ситуации с подтоплением.
- Устойчивость всех сооружений Нижегородской ГЭС обеспечивается при любых рассмотренных вариантах решения проблем судоходства.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

АО «ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева»
г. Санкт-Петербург, ул.Гжатская, 21
Тел.: +7 (812) 535-54-45
E-mail: vniig@vniig.ru
www.vniig.rushydro.ru