«ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ
ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА»
(«ВОЛГА 2020»)
Труды 5-й всероссийской научной конференции
Выпуск 3, 2020 г.

ISBN 978-5-901722-75-6

УДК 627.15

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НИЖНИЙ БЬЕФ НИЖЕГОРОДСКОГО НИЗКОНАПОРНОГО ГИДРОУЗЛА

Ситнов Александр Николаевич, профессор, д.т.н., зав. кафедрой ВПиГС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Агеев Сергей Олегович, главный геолог (заместитель начальника) службы главного маркшейдера ФБУ «Администрация Волжского бассейна»
ФБУ «Администрация Волжского бассейна»
603001, г. Нижний Новгород, ул. Рождественская, д. 21 «Б»

Агеева Вера Валерьевна, к.т.н, доцент кафедры гидравлики ФГБОУ ВО «ННГАСУ»
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д.65

Градинар Юлия Андреевна,студент ФГБОУ ВО «ННГАСУ»
603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д.65

Аннотация. Решение вопроса улучшения судоходных условий на лимитирующем участке реки Волга (Городец – Нижний Новгород) планируется через строительство Нижегородского низконапорного гидроузла (ННГУ), за счет подпора которого будут обеспечиваться гарантированные глубины. Однако нижний бьеф ННГУ остается в незарегулированном состоянии. Выполненные нами исследования показали высокую неравномерность сбрасываемых расходов, что может негативно сказаться на нижнем бьефе ННГУ. В данной статье проводится анализ предложенных мероприятий, которые внесут изменения в гидрологический режим НБ ННГУ за счет введения регулирования подаваемых расходов с точки зрения снижения эрозионной нагрузки на бьеф.

Ключевые слова: Нижегородский низконапорный гидроузел, регулирование стока, скорости течения, неразмывающая скорость, амплитуда колебаний расходов, нижний бьеф, расходы воды, уровни воды.

С целью решения вопроса улучшения судоходных условий на лимитирующем участке реки Волга (Городец – Нижний Новгород) планируется строительство Нижегородского низконапорного гидроузла (ННГУ) в 40,5 км ниже створа плотины Нижегородской ГЭС (ННГЭС). За счет подпора, создаваемого ННГУ, планируется обеспечивать гарантированные глубины, однако нижний бьеф ННГУ остается в незарегулированном состоянии.

Проведенные исследования, отраженные в работах [1, 2, 3], показали высокую неравномерность сбрасываемых расходов Нижегородской ГЭС. Режим прохождения расходов воды через створ низконапорного гидроузла будет в основном соответствовать режиму сбросов с Нижегородской ГЭС, не улучшая условий судоходства в нижнем бьефе по сравнению с существующим состоянием и может повлечь переформирование дна реки ниже створа ННГУ.

В работах [1, 2, 3] обосновывается возможность регулирования стока на водосливе ННГУ и целесообразность подачи в НБ ННГУ более равномерного расхода воды в течение суток.

С целью определения эффекта от внутрисуточного регулирования подаваемых расходов с ННГЭС на данном этапе исследований проводится анализ изменения скоростей течения на рассматриваемом участке до и после введения предполагаемого регулирования. Расчеты проводятся по суточному ходу расходов в створе низконапорного гидроузла по данным натурных наблюдений за период (в качестве примера) с 19 по 20.06.2002 г., использовались данные материалов [5]. По суточному гидрографу в створе низконапорного гидроузла, используя ограничения математической модели и получения решений по регулированию расходов [4],строится трёхступенчатый гидрограф. При введении регулирования достигается снижение амплитуды колебаний, подаваемых в НБ ННГУ расходов: так, амплитуда колебаний расходов без применения регулирования стока составляет 1224м^3/с, при введении регулирования 174 м^3/с. То есть, по результатам получается, что амплитуда колебаний расходов при введении регулирования по сравнению с фактическими параметрами может уменьшиться на 1050 м^3/с.

По построенным гидрографам (фактическому и при введении регулирования) и кривым связи расходов и уровней воды в нижнем бьефе ННГУ (рис. 1) [5] определяются уровни воды, соответствующие расходам. Строится график изменения анализируемых гидрологических характеристик расхода и уровней воды в створе ННГУ до и после осуществления регулирования.

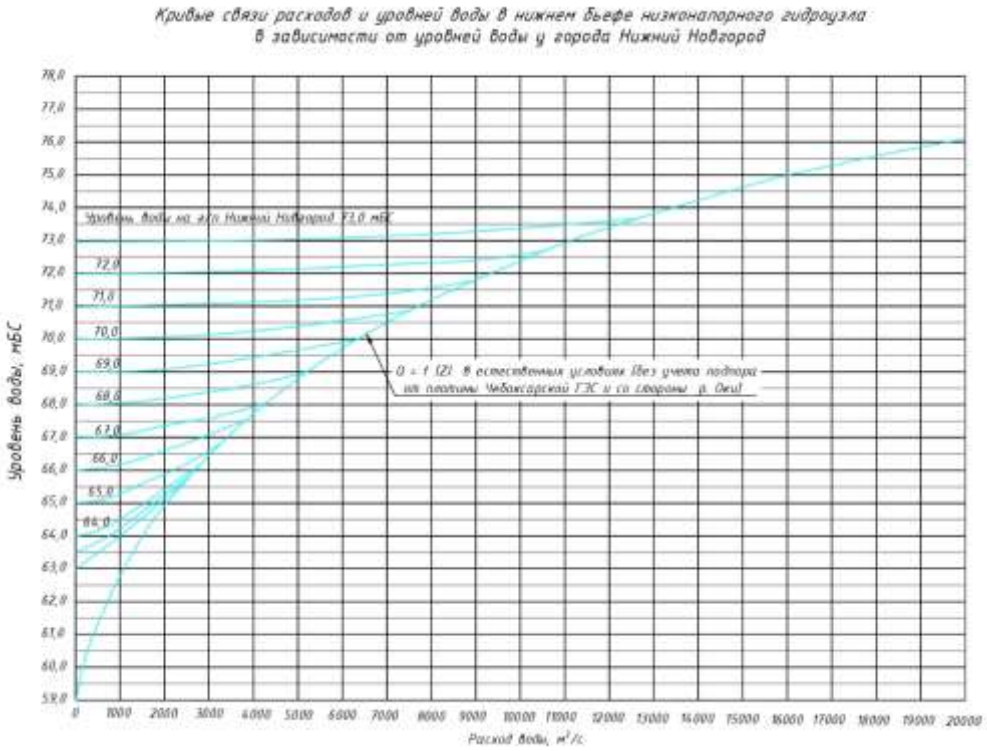

Рис. 1. Кривые связи расходов и уровней воды в нижнем бьефе низконапорного гидроузла

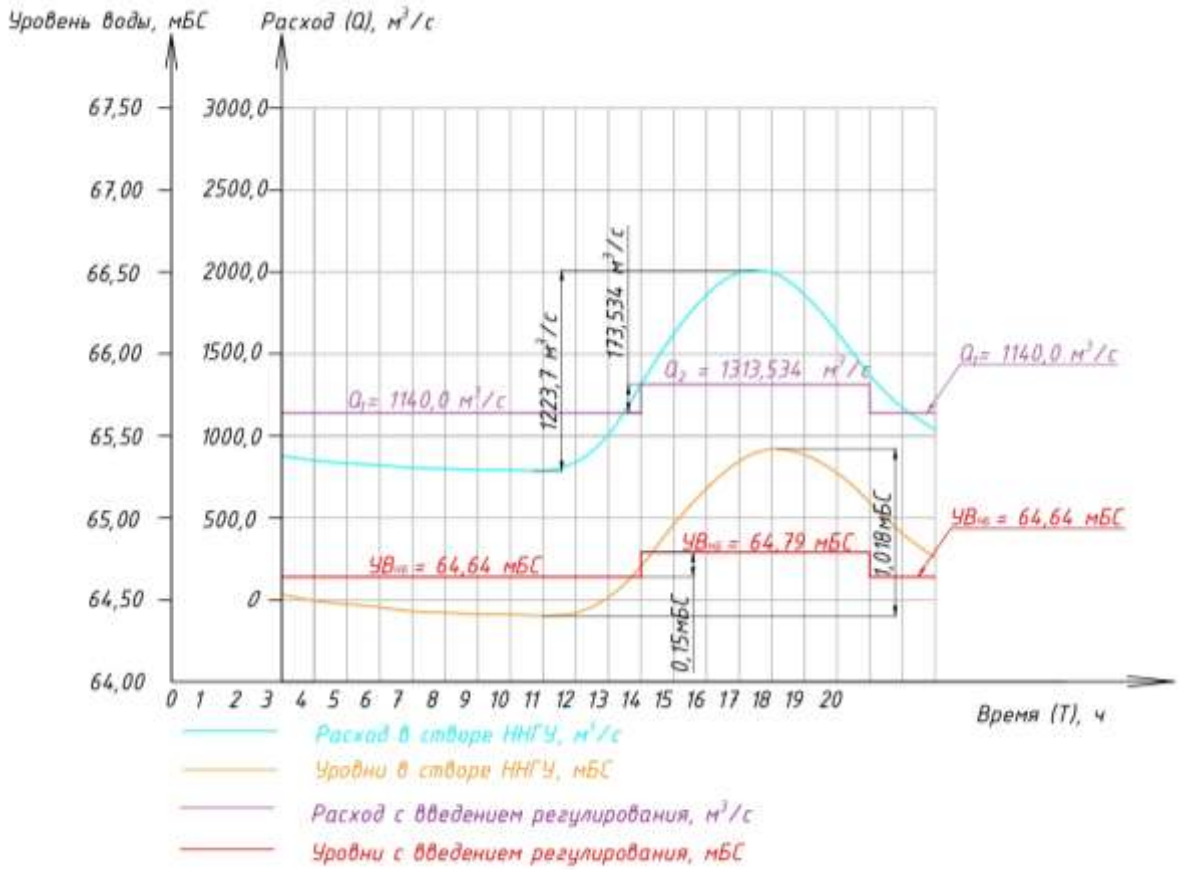

Рис. 2. Графики расхода и уровней воды в створе ННГУ (НБ) до и после осуществления регулирования.

Амплитуда колебания фактических уровней составляет 1,02 м, при введении регулирования 0,15 м. Амплитуда колебаний снижается на 0,87 м. Кроме того, за счет введения регулирования минимальные уровни воды, а, соответственно и глубины на лимитирующих участках увеличиваются на 0,24 м.

По получившимся значениям уровней и расходов воды определяются средние скорости течения в нижнем бьефе, в качестве примера расчеты проводятся для створа на 895 км.

Рис. 3. Поперечный профиль русла реки Волга (895 км).

Находятся средние часовые скорости течения (фактические) и средние скорости течения, соответствующие расходам и уровням воды при регулировании:

$$V = \frac{Q}{\omega}, \frac{\text{ì}}{\text{c}}$$

где Q – расход воды, м^3/с;

ω – площадь живого сечения, м^2.

Для этого был построен поперечный профиль реки (рис. 3), с использованием которого для часовых расходов и соответствующих им уровней воды определялась площадь поперечного сечения створа и средняя скорость течения.

По полученным значениям строятся графики изменения суточных средних скоростей течения (рис. 4) в створе ННГУ до и после осуществления регулирования.

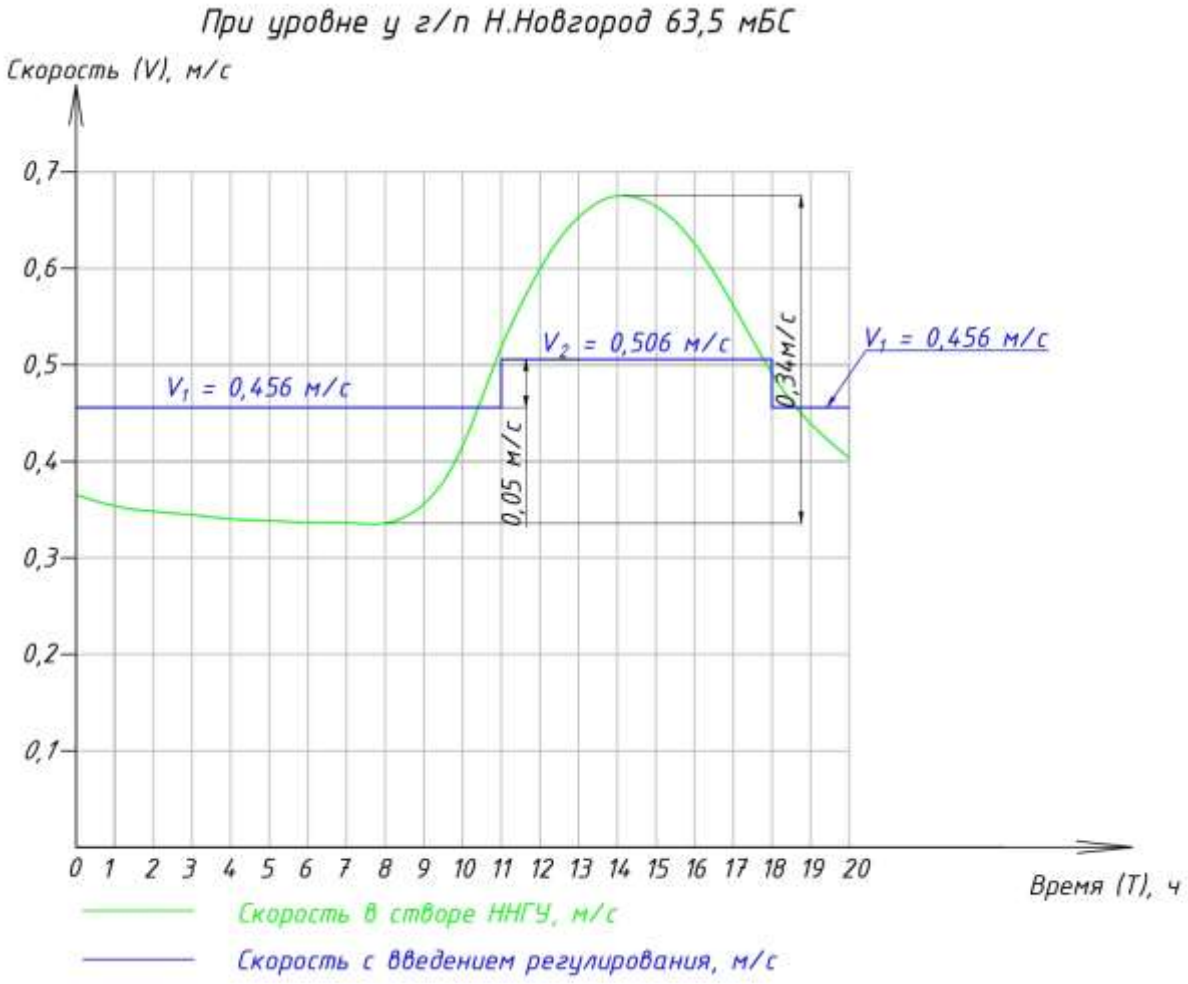

Рис. 4. Графики изменения средней скорости течения в створе ННГУ (НБ) до и после осуществления регулирования.

Амплитуда колебания фактических средних скоростей составила 0,34 м/с, при введении регулирования 0,05 м/с. Таким образом, амплитуда изменения средних скоростей течения для рассматриваемого периода снижается на 0,29 м/с (на 85 %).

Грунты нижнего бьефа Нижегородского низконапорного гидроузла преимущественно сложены песками различной крупности (песок крупный, средней крупности, мелкий). В соответствии с [6] неразрываемая скорость потока для данных песков составит ~ 0,5 м/с. Это говорит о том, что при введении в технологический процесс эксплуатации гидроузла процедуры регулирования - проблема размыва нижнего бьефа пусть в целом не решается, но дает весьма положительный эффект.

Список литературы:

1. Агеев, С.О. Анализ изменений навигационных расходов через Нижегородскую ГЭС в навигацию 2017 года и рекомендации по улучшению водного режима участка р. Волги ниже створа Нижегородского низконапорного гидроузла (ННГУ)/С.О. Агеев//Труды конгресса «Великие реки - 2018». Вып. 7.–Н. Новгород: Изд–во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2018. – с.1-7.

2. Агеев, С.О. Обоснование целесообразности суточного регулирования стока низконапорным гидроузлом. / С.О. Агеев // Научные проблемы водного транспорта. Вестник ВГАВТ. Вып. 62. - Н. Новгород: Изд – во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2020. – с. 136-146.
3. Агеев, С.О. Результаты расчета параметров суточного регулирования стока в створе низконапорного гидроузла и оценка его эффективности. / С.О. Агеев // Морской регистр, 2020. – с. 136-146.
4. Ситнов, А.Н. Методические подходы решения вопросов поддержания безопасных условий судоходства в нижнем бьефе Нижегородского низконапорного гидроузла. / Ситнов, А.Н., Агеев, С.О. // Труды конгресса «Великие реки - 2020». Вып. 9. – Н. Новгород: Изд – во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2020. – с. 1-6.
5. Строительство Нижегородского низконапорного гидроузла. Проектная документация. Этап проектных работ. Корректировка материалов инженерных изысканий по замечаниям ФАУ «Главгосэкспертиза России». Инженерно-гидрометеорологические изыскания. Откорректированный отчет - ООО «ВОЛГАЭНЕРГОПРОЕКТ», 2017. – 174 с.
6. СТО 52.08.31-2012. Добыча нерудных строительных материалов в водных объектах. Учет руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров. - СПБ.: Изд-во «Глобус», 2012. - 140 с. - 384 с.

INTERVENTIONS TO REDUCE THE NEGATIVE IMPACT ON THE DOWNSTREAM REACH OF THE NIZHEGORODSKIY LOW HEAD HYDROPOWER PLANT.

Alexander N. Sitnov, Sergey O. Ageev, Vera V. Ageeva, Julia A. Gradinar

Abstract. In order to resolve the issue of navigation on limited part of Volga (Gorodets – Nizhny Novgorod), it is planned to build the Nizhegorodskiy low head hydropower plant (NHPP), due to the backwater of which guaranteed depths would be provided.
However, the downstream reach of the NHPP is unregulated. Previous researches have shown a high unevenness of discharged flow rates, which may reduce the negative impact on the downstream reach of the NHPP. This article analyzes the previously proposed interventions, that will change the hydrological regime of the downstream reach of the NHPP due to the introduction of flow regulations in terms of reducing the erosion power on the downstream reach of the NHPP.

Keywords: Nizhegorodskiy low head hydropower plant; flow regulation; water velocities; non-eroding water velocity; amplitude of water flows; the downstream reach; water flow rates; water levels.