

УДК 627.4, 574.65

Шестова Марина Вадимовна¹, доцент, к.т.н., доцент кафедры ВПиГС

e-mail: shestowam@yandex.ru

Решетников Максим Алексеевич¹, к.т.н., старший преподаватель кафедры ВПиГС

e-mail: serfskiwind@gmail.com

Воронина Юлия Евгеньевна¹, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений,

e-mail: yulez@yandex.ru

¹Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ОБОСНОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ВОЗМОЖНОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ГАРАНТИРОВАННЫХ ГАБАРИТОВ СУДОВОГО ХОДА НА ВЕРХНЕЙ КАМЕ

Аннотация. Объектом исследования являлся уреченный режим Верхней Камы от с.Бондюг до пгт. Керчевский. Цель работы состояла в оценке влияния планируемого комплекса путевых работ по улучшению судоходных условий на Верхней Каме на гидрологический режим реки. Результаты работы были применены для оценки возможности установления гарантированных габаритов судового хода на исследуемом участке р.Верхняя Кама.

Ключевые слова: уреченный режим, судоходные условия, гарантированные габариты, гидрологический режим, посадка уровня воды.

Цель настоящего исследования заключалась в обосновании гидравлической возможности установления гарантированных габаритов судового хода на участке р.Верхняя Кама от с. Бондюг до пгт.Керчевский. Исследуемый участок Верхней Камы имеет особенность, которая заключается в том, что судоходные условия обеспечиваются только в полноводный весенний период, навигация длится в среднем 23 дня. При этом гарантированные габариты судового хода не установлены и не поддерживают. Рассматриваемый участок водного пути используется для вывоза продуктов лесопереработки, буксировки леса в плотках, а также для экспедиционного завоза массовых грузов.

В ходе выполнения исследований был предложен вариант с продлением навигации до 50 суток. С учетом данных об используемом буксирном флоте, а также плотовых секций были определены навигационные гарантированные глубины на участке от с.Бондюг до пгт.Керчевский в условиях продленной навигации, а именно: глубина 1,3 м, ширина 60 м, радиус закругления 600 м. В качестве проектного уровня воды был принят и обоснован расчетный уровень воды 80% обеспеченности.

Для обеспечения гарантированных габаритов судового хода на исследуемом участке был разработан комплекс путевых работ, включающий дноуглубление и возведение выправительных сооружений. При этом было выделено восемь проблемных водных узлов на следующих километрах судового хода р. Кама: 7-11, 23, 28-35, 41, 43-46, 51-53, 56 и 75-77 км. Для каждого из восьми затруднительных участков разработана схема коренного улучшения судоходных условий, включающая проведение дноуглубительных или выправительных работ.

Целесообразность реализации разработанного проекта улучшения судоходных условий на исследуемом участке р.Верхняя Кама определяется обоснованием гидравлической возможности установления гарантированных габаритов с учетом проведения дноуглубительных и выправительных работ. В первую очередь, это касается прогноза возможной посадки уровня воды в пределах участка, где эти работы производятся. Оценка влияния на уровенный режим была выполнена при реализации двух вариантов:

1 вариант - гарантированные габариты поддерживаются в продленном экспедиционном периоде навигации (до 50 суток).

2 вариант - гарантированные габариты обеспечиваются в течение всей физической навигации.

Расчетный участок реки Кама (с. Бондюг - пгт. Керчевский) общей протяженностью 77 км был разбит на расчетные участки различной длины 82 сечениями, при этом начальное сечение №1 было принято на 2,43 км (г/п Керчевский), а последнее сечение №82 – на 77км (г/п Бондюг). В качестве исходного планового материала были использованы планы русловых съемок, выполненные Бельским РВПиС в 2021г.

Проектные габариты прорезей (глубина и ширина) назначены в зависимости от объемов извлекаемого грунта и определены по расчетным сечениям с учетом отметки уровня воды 80% обеспеченности. Параметры расчетных сечений также определялись с учетом проектируемых выправительных сооружений.

Для расчетов на всем протяжении рассматриваемого участка р. Кама от с. Бондюг до пгт. Керчевский принят постоянный расход воды, равный $238 \text{ м}^3/\text{с}$. Данное значение было определено по кривой связи расходов и уровней воды по г/п Бондюг и соответствует уровню воды 80% обеспеченности (+70 см) в экспедиционный период навигации (рисунок 1). Коэффициент шероховатости был определен осредненно для всего участка на основании данных гранулометрического состава донных отложений и принят равным 0,025 [1].

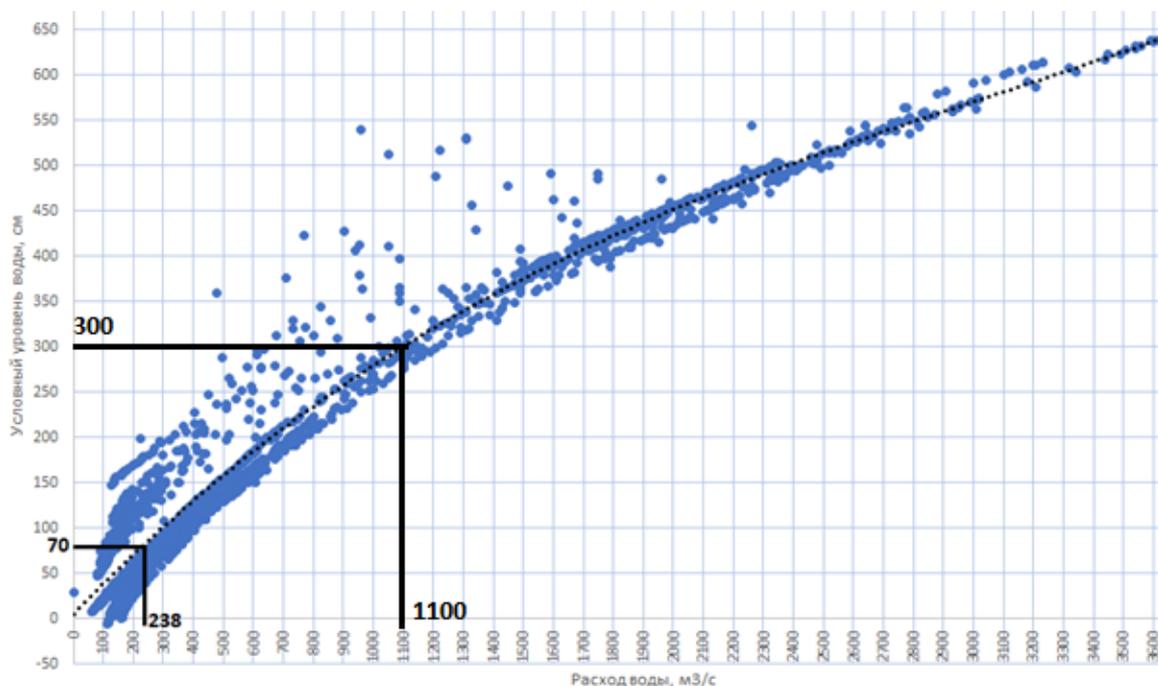


Рисунок 1 - Кривая связи уровней и расходов воды по г/п Бондюг (за период апрель-август)

Гидравлические расчеты возможной посадки уровня воды выполнялись по программе «Пережат», разработанной в ВГАВТ с учетом рекомендаций в научной и нормативной

литературе [1,2,3]. Программа позволяет определить посадку уровня воды в реке на рассматриваемом участке при разработке дноуглубительной прорези, а также с учетом стеснения русла выправительными сооружениями.

При оценке первого варианта (гарантированные габариты поддерживаются в продленном экспедиционном периоде навигации (до 50 суток)) были получены следующие результаты. В районе с.Бондюг прогнозируемая посадка уровня воды составит 0,45 см. Максимальная величина понижения уровня воды получена на 45,7 км (по старому судовому ходу) и составляет 6,67 см. При этом прогнозируемая глубина на отдельных лимитирующих перекатах (от 1,23 до 1,29 м) меньше рекомендуемой гарантированной глубины 1,3 м. Однако максимальная осадка принятого расчетного судна в плотовом составе, работающего на перевозках по Верхней Каме в продленном периоде экспедиционного вывода плотов, составляет 1,22 м. Это дает основание для осуществления планируемых проектных работ по выправлению русла и его дноуглублению. Графическое изображение результатов расчетов положения кривых свободной поверхности воды представлены на рисунке 2.

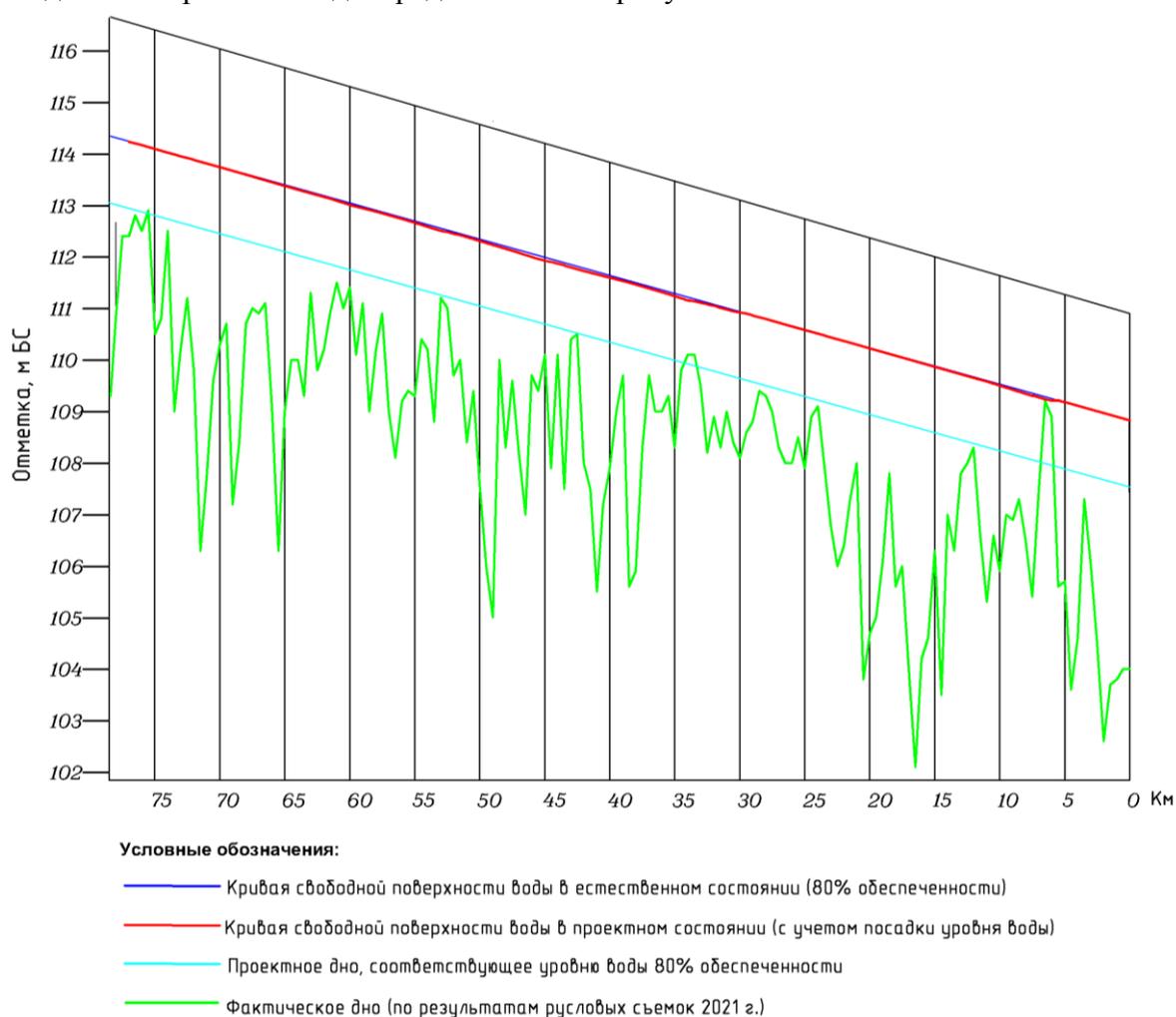


Рисунок 2 - Кривая свободной поверхности воды до и после выполнения дноуглубительных и выправительных работ в экспедиционный период навигации

Анализ полученных результатов показал, что резерва для дальнейшего понижения уровней воды на участке практически нет, и он исчерпан при выполнении путевых работ для достижения гарантированной глубины 1,3 м в экспедиционном периоде. Поэтому

возможность установления гарантированной глубины 1,3 м в течение всей физической навигации будет определяться значением посадки уровня воды в данном периоде.

При оценке второго варианта (гарантированные габариты обеспечиваются в течение всей физической навигации) был выполнен укрупненный расчет возможной посадки уровня воды от производства дноуглубительных работ. Предварительно объем дноуглубительных работ при этом составит порядка 785 тыс. м³. Результаты расчета показали, что посадка уровня воды в этом случае в районе с. Бондюг составит 12,41 см. Максимальная величина посадки уровня воды прогнозируется на 45,7 км (по старому судовому ходу) и составит 38,5 см. При этом минимальные прогнозируемые глубины на лимитирующих перекатах могут составить порядка 0,93-1,15 м. В свою очередь это свидетельствуют о невозможности поддержания гарантированной глубины в течение всей физической навигации при меженных расходах воды.

Таким образом, обобщая результаты выполненных исследований [4], можно сделать вывод о гидравлической возможности установления гарантированных габаритов на Верхней Каме от с. Бондюг до пгт. Керчевский с учетом проведения дноуглубительных и выправительных работ только на продленный экспедиционный период навигации и невозможности ее поддержания в течение всей навигации при осуществлении меженных расходов воды.

Список литературы:

1. Гришанин К.В. Основы динамики русловых потоков. – М.: Транспорт, 1990. 319 с.
2. Гладков, Г.Л. Оценка воздействия на окружающую среду инженерных мероприятий на судоходных реках: Учебное пособие для вузов / Г.Л.Гладков, М.В.Журавлев, Ю.П.Соколов. - СПб, Изд-во А.Кардакова 2005. – 241 с.
3. СТО 52.08.31-2012. Добыча НСМ в водных объектах. Учет руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров /Министерство природных ресурсов и экологии РФ/. СПб, 2010 г.
4. Отчет по научно-исследовательской работе. Выполнение научно-исследовательских работ по разработке обоснованных предложений о необходимости проведения путевых работ и оценке их влияния на гидрологический режим на участке р. Кама от с. Бондюг до г. Соликамск (заключительный). Том 4. Обоснование гидравлической возможности и экономической целесообразности установления гарантированных габаритов судового хода на участке р. Кама от с. Бондюг до г. Соликамск. Оценка экологических последствий установления гарантированных габаритов судового хода на участке – Н. Новгород, ВГУВТ, 2021 – 96 с.

JUSTIFICATION OF THE HYDRAULIC POSSIBILITY OF ESTABLISHING THE GUARANTEED DIMENSIONS OF THE SHIP'S COURSE ON THE VERHNYAYA KAMA

Marina V. Shestova, Maksim A.Reshetnikov. Iuliya E. Voronina

Abstract. The object of the study was the level regime of the Verhnyaya Kama from the village of Bondyug to the village Kerchevsky. The purpose of the work was to assess the impact of the planned set of track works to improve navigation conditions on the Verhnyaya Kama on the hydrological regime of the river. The results of the work were applied to assess the possibility of establishing guaranteed dimensions of the navigation channel on the studied section of the Verkhnyaya Kama river.

Keywords: level regime, navigation conditions, guaranteed dimensions, hydrological regime, water level landing.