



УДК 627.4, 574.65

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗМОЖНОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ГАРАНТИРОВАННЫХ ГАБАРИТОВ ПУТИ НА ВЕРХНЕЙ КАМЕ

**Шестова Марина Вадимовна**, доцент, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений  
Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Кочкурова Наталья Викторовна**, доцент, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений  
Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Молчанова Марианна Владимировна**, старший преподаватель кафедры водных путей и гидротехнических сооружений  
Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Матюгин Михаил Александрович**, доцент, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений  
Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

*Аннотация. Речная экосистема в стадии своего динамического равновесия характеризуется сложившимися гидрологическими, геохимическими и биологическими циклами и ее функционирование осуществляется по принципу обратной связи. Поэтому реакция системы на любое вторжение в природную среду зависит от степени и продолжительности техногенного воздействия и в каждом конкретном случае требует проведения комплексных исследований. На примере Верхней Камы были рассмотрены экологические последствия возможности установления гарантированных габаритов пути в результате выполнения дноуглубительных и выправительных работ.*

*Ключевые слова: гидрологический режим, судоходные условия, дноуглубительные работы, выправительные работы, лимитирующий пережат, посадка уровня воды, мутность, предельно-допустимая концентрация, концентрация взвешенных веществ.*

Объектом исследования являлся участок р. Верхняя Кама от с. Бондюг до пгт. Керчевский протяженностью 77 км (рис. 1). В настоящее время на исследуемом участке реки гарантированные габариты судового хода не установлены и не поддерживаются. Судоходные условия обеспечиваются только в полноводный весенний период после очищения реки ото льда. При этом участок пути используется для вывоза продуктов

лесопереработки, буксировки леса в плотках в период до 25 суток. Это, в свою очередь, значительно ограничивает возможности судоходства и сдерживает развитие региона в целом.

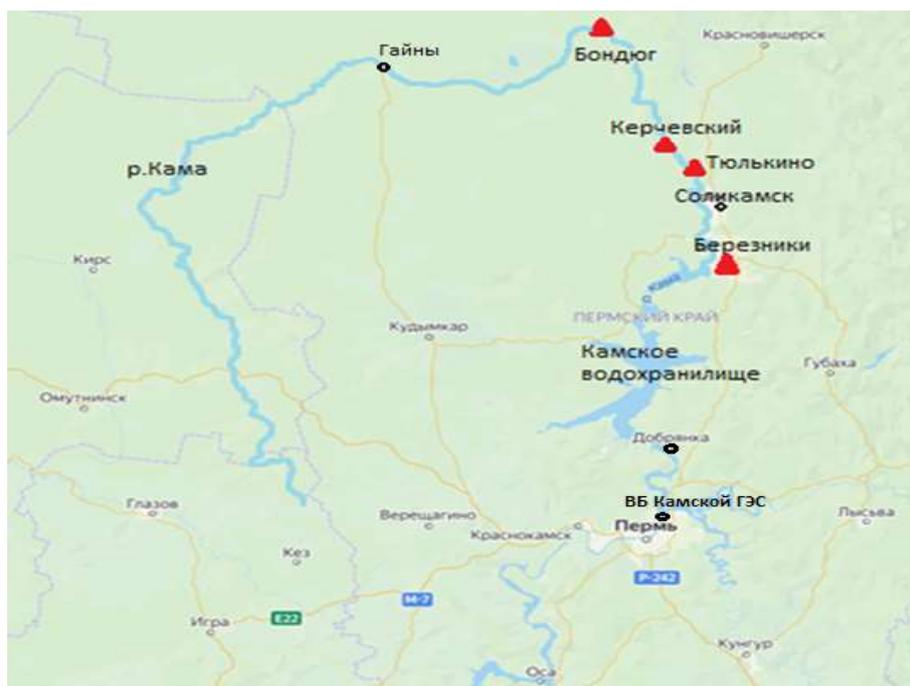


Рис.1. Ситуационный план бассейна р. Кама

В современных условиях увеличение объема перевозок на рассматриваемом участке р.Кама возможно при выполнении объемного комплекса путевых работ, направленных на установление и обеспечение гарантированной глубины судового хода (соответственно, глубина 1,3 м, ширина 60 м, радиус закругления 600 м) и сроков навигации – до 50 суток.

В ходе проектирования комплекса путевых работ на участке р. Кама от с. Бондюг до пгт. Керчевский 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.

Цель настоящего исследования заключается в оценке экологических последствий проведения работ по установлению гарантированных габаритов судового хода на исследуемом участке р.Верхняя Кама от с.Бондюг до пгт.Керчевский, которые включают в себя как дноуглубление, так и выправление русла.

До определенного предела понижение отметок гребней перекатов сопровождается равнозначным ростом глубин. Затем возникает необходимость учета начавшейся посадки уровня воды, связанной с понижением отметок проектного уровня, снижающего эффект от дноуглубления. Этот момент отвечает достижению гидравлически допустимых глубин. Далее предпринимаемое понижение отметки гребня переката будет обеспечивать все меньший фактический прирост судоходной глубины.

Для прогноза возможной посадки уровней воды на исследуемом участке при производстве дноуглубительных и выправительных работ дана оценка изменению гидрологического режима всего участка, в пределах которого эти работы планируется выполнять.

Гидравлические расчеты возможной посадки уровня воды при осуществлении дноуглубительных и выправительных работ выполнены по программе «Перекал», разработанной в ВГАВТ [1, 2]. Программа позволяет определить посадку уровня воды в реке на рассматриваемом участке при устройстве дноуглубительной прорези, а также с

учетом стеснения русла выправительными сооружениями и прохождении расчетного расхода воды.

Анализ полученных результатов показал, что посадка уровня воды в результате производства дноуглубительных и выправительных работ в районе с. Бондюг в экспедиционный период навигации по расчету составит 0,45 см. Максимальная величина посадки уровня воды прогнозируется на 45,7 км (по старому судовому ходу) и в размере 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. Максимальная же 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. В сочетании с тем, что гарантированная глубина 1,3 м не превышает расчетную максимальную судоходную глубину на участке (гидравлически допустимую глубину) сделан вывод о гидравлической возможности установления гарантированной глубины на исследуемом участке на продленный период экспедиционного вывода плотов с Верхней Камы.

С целью оценки возможности установления гарантированной глубины судового хода на участке с. Бондюг - пгт. Керчевский при меженных расходах в условиях продленной навигации выполнен укрупненный расчет возможной посадки уровня воды от производства дноуглубительных работ.

Результаты расчета показали, что посадка уровня воды при выполнении дноуглубительных работ в условиях продления навигации в районе с. Бондюг составит 12,41 см. Максимальная величина посадки уровня воды прогнозируется на 45,7 км (по старому судовому ходу) и равняется 38,5 см. При этом минимальные прогнозируемые глубины на лимитирующих перекатах могут составить порядка 0,93-1,15 м.

В свою очередь это свидетельствует о невозможности поддержания гарантированной глубины в течение всей навигации при меженных расходах воды.

Полученные результаты по достижению и поддержанию гарантированной глубины  $T_z=1,3$  м на участке с. Бондюг - пгт. Керчевский в разных временных периодах показали, что рекомендуемая гарантированная глубина может быть выдержана лишь в продленном экспедиционном периоде вывода плотов, а в течение всей навигации не выдерживается.

В результате выполнения дноуглубительных работ происходит временное увеличение концентрации взвешенных насосов (мутности) [3, 4]. Частицы грунта, взвешенные в потоке, выпадают на дно реки, что приводит к качественному и количественному изменению естественной среды зообентоса и фитобентоса. Зообентос водоемов представлен червями, личинками насекомых, моллюсками. Фитобентос состоит из растительной части. В воде также присутствуют мельчайшие организмы, как правило взвешенные в толще, растительного и животного происхождения вида «планктон». Экологическая роль гидробионтов весьма велика и выражается в самоочищении водоема. Биоразнообразие поддерживает биологическое равновесие водного пространства, мелкие организмы являются кормовой базой более крупных. Кроме того, что водная экосистема является местом нерестилищ, массового нагула рыбы и обитания ее в зимовальных ямах, она также служит и для питьевого водозабора.

В соответствии с законодательством России, должны соблюдаться нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, которые устанавливаются в зависимости от категории водного объекта [5, 6]. Такой показатель качества, как содержание взвешенных веществ, при производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,25 мг/л для высшей и первой категории; 0,75 мг/л для второй категории водного объекта рыбохозяйственного значения.

Дополнительная концентрация взвешенных веществ  $\rho_{\text{доп}}$  (мутность) определяется по формуле [7]:

$$\rho_{\text{доп}} = \frac{\rho_{\text{н}} \cdot Q_{\text{н}}}{Q_{\text{р}}}, \quad (1)$$

где  $Q_{\text{н}}$  – расход воды в начальном створе, м<sup>3</sup>/с;

$Q_{\text{р}}$  – расход воды в реке, м<sup>3</sup>/с;

$\rho_{\text{н}}$  – начальная концентрация взвешенных веществ, мг/л.

Для оценки влияния дноуглубительных работ на качество воды по показателю взвешенных веществ рассчитана дополнительная их концентрация для восемнадцати прорезей, расположенных на участке Верхней Камы от пгт. Керчевский до с. Бондюг. При расчете учитывалось множество факторов, характеризующих каждый конкретный перекат. Наиболее значимыми из них являются расход воды, площадь поперечного сечения, шероховатость дна, средняя скорость течения, ширина и глубина выработки, которые определялись для каждого створа и зависели от морфологии русла. Дополнительная концентрация рассчитывалась для расчетных створов, находящихся на расстоянии 300, 400 и 500 м от места разработки.

В результате расчетов получено снижение минимальной гидравлической крупности частиц при удалении от места разработки: от 300 до 400 м – на 25%, от 400 до 500 м – на 20%. Эта динамика подтверждается и процентным содержанием частиц, которое снижается соответственно на 14% и 8%. Дополнительная концентрация веществ на расстоянии 300 м от места разработки на всех перекатах ниже предельно-допустимой величины 0.25 мг/л, за исключением переката Амборский, на котором она не превышает предельно-допустимого значения на расстоянии 500 м от места проведения дноуглубительных работ (рис. 2).

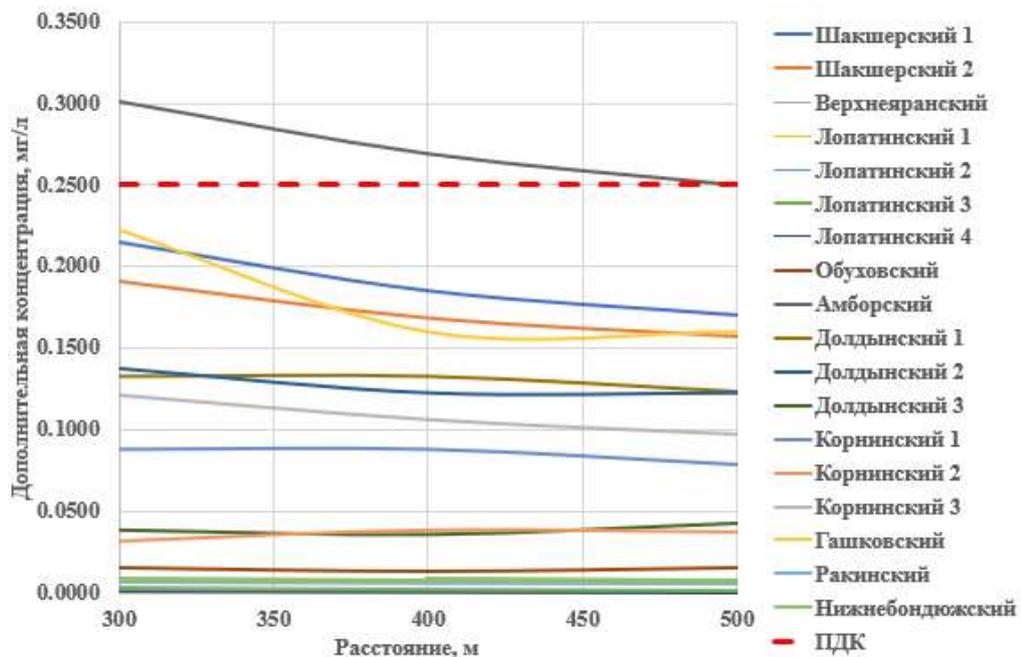


Рис. 2. Зависимость дополнительной концентрации веществ от расстояния от места разработки

Таким образом, обобщая результаты выполненных исследований, сделан вывод о достижении поставленной цели в виде возможности установления и поддержания лишь на продленный экспедиционный период навигации гарантированных габаритов судового хода на Верхней Каме от с. Бондюг до пгт. Керчевский и отсутствии каких-либо экологических последствий этого проекта.

### Список литературы:

1. 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.
2. Гришанин К.В. Основы динамики русловых потоков. – М.: Транспорт, 1990. 319 с.
3. «Временные указания по оценке повышения мутности при землечерпательных работах, проводимых для обеспечения транзитного судоходства на реках, и учёту её влияния на качество воды и экологию гидробионтов / МРФ РСФСР Главводпуть. – М.: Транспорт, 1986. – 59 с.
4. 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.
5. Приказ от 13 декабря 2016 года N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года).
6. Постановление Правительства РФ от 28 февраля 2019 г. N 206 «Об утверждении Положения об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения и определении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения» С изменениями и дополнениями от: 10 июня 2021 г.
7. Методика расчета дополнительной мутности и вторичного загрязнения вод при производстве дноуглубительных работ и добычи НСМ на реках и водоёмах. – Министерство речного флота РСФСР, «Ленгипроречтранс», 1990.

## ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF THE POSSIBILITY OF ESTABLISHING GUARANTEED TRACK DIMENSIONS ON THE UPPER KAMA

Marina V. Shestova, Nataliya V. Kochkurova, Marianna V. Molchanova, Mihail A. Matugin

*Abstract. The river ecosystem at the stage of its dynamic equilibrium is characterized by the established hydrological, geochemical and biological cycles and its functioning is carried out according to the response principle. Therefore, the system's response to any intrusion into the natural environment depends on the degree and duration of the technogenic impact and in each case requires comprehensive research. Using the example of the Upper Kama River, the environmental consequences of the possibility of establishing guaranteed track dimensions as a result of dredging and straightening works were considered.*

*Keywords: hydrological regime, navigable conditions, dredging, straightening, limiting rolling, landing of the water level, turbidity, maximum permissible concentration, concentration of suspended solids.*