



УДК 556.5

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВЕРХНЕЙ КАМЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА УСЛОВИЯ СУДОХОДСТВА

**Ситнов Александр Николаевич**, д.т.н., профессор, зав. кафедрой водных путей и гидросооружений

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

**Воронина Юлия Евгеньевна**, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидросооружений

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

**Мильцын Дмитрий Алексеевич**, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидросооружений

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

**Решетников Максим Алексеевич**, к.т.н., старший преподаватель кафедры водных путей и гидросооружений

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

*Аннотация. В статье исследован уровень режим Верхней Камы за пределами экспедиционного периода вывода плотовых составов. Он определен при высоких и межсезонных расходах воды для возможности установления в течение всей физической навигации гарантированной глубины судового хода. Так же дано обоснование отметок проектных уровней воды по гидростам Бондюж, Керчевский и Тюлькино для разных временных периодов навигации.*

*Ключевые слова: проектный уровень воды, экспедиционный период навигации, уровень режим*

Водные пути Верхней Камы традиционно использовались для вывода плотов зимней сплотки с верховьев реки основным потребителем леса в г. Соликамск. Однако на большей части пути гарантированные габариты судового хода не установлены и не поддерживаются, судоходные условия обеспечиваются только в полноводный весенний период, что ограничивает возможность судоходства, а грузопоток в значительной степени осваивается автотранспортом. Вместе с этим, по оценке специалистов транспортировка леса от плотбищ до предприятий по воде на 60 % эффективнее, чем автотранспортом, а отсутствие действующих в течение всего года автомобильных дорог делает перевозку водным транспортом особенно актуальными.

Объектом исследования является участок р. Кама с опорными гидрологическими постами: Бондюг (77 км), Керчевский (0/2547 км от Южного порта Москвы), Тюлькино (2527 км), Березники (2467 км).

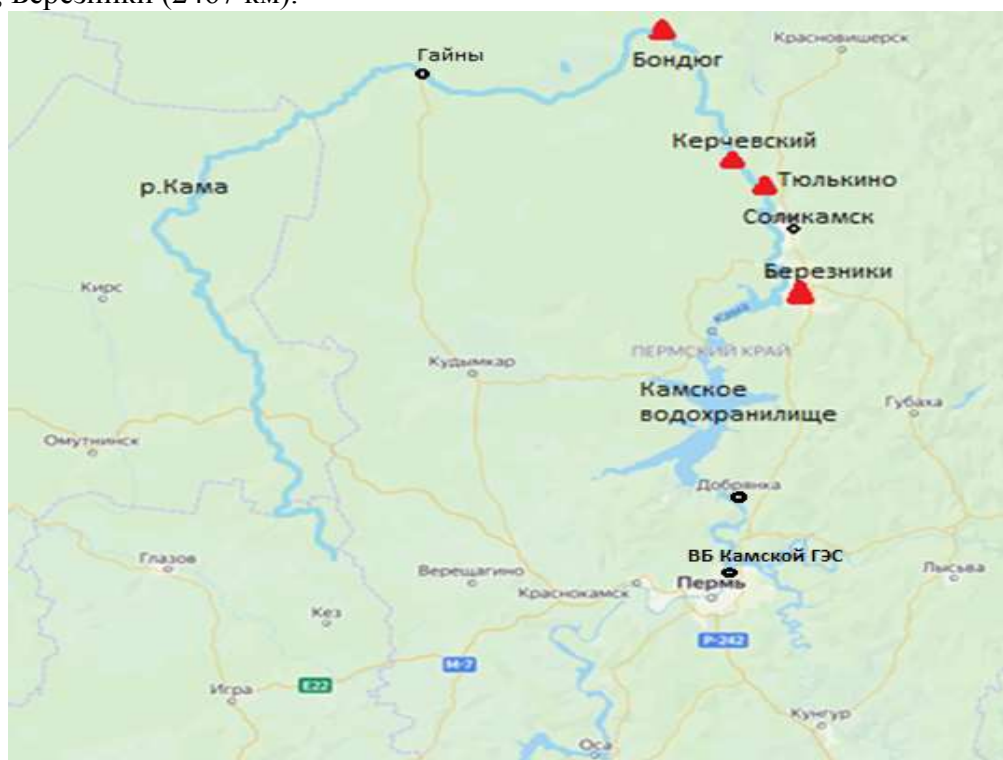


Рис. 1. Схема расположения гидрологических постов на исследуемом участке р.Кама (выделены красным цветом)

Цель исследования заключается в обосновании отметок проектных уровней воды по гидропостам Бондюг, Керчевский, Тюлькино и оценке возможности установления гарантированных габаритов судового хода на участке с. Бондюг – г. Соликамск, а также в разработке комплекса путевых работ, позволяющих улучшить судоходные условия для повышения провозной способности флота и в оценке их влияния на гидрологический режим исследуемого участка р. Кама.

Особенности водного режима Верхней Камы (выше пгт. Керчевский), связанные с резким и высоким подъемом уровня воды в начале мая и последующим медленным спадом, заканчивающимся обычно в последней декаде июня, характерны также для нижерасположенного участка вплоть до пгт. Тюлькино. На построенных графиках колебаний уровней воды по опорным гидропостам отчетливо виден период «высокой» воды, ограниченный, как правило, концом мая и продолжительностью в среднем до 25 сут. За этот период традиционно с Верхней Камы выводился лес в плотках зимней сплотки в значительных объемах (до 1990-х годов свыше 2 млн. м<sup>3</sup> древесины в год), что осуществлялось счет хорошей организации работ, привлечения большого числа буксирного флота и вспомогательных судов из других бассейнов, производства путевых работ. В настоящее время объемы плотовых перевозок резко сокращены и достигают примерно до 500 тыс. м<sup>3</sup>, хотя по информации основных потребителей лесной продукции объемы могут быть увеличены до 900 тыс. м<sup>3</sup> – 1,1 млн. м<sup>3</sup>. Это потребует при существующем сокращении буксирной тяги у перевозчиков увеличения продолжительности навигации в два раза с 25 сут до 50 сут, что и принято в качестве базового варианта продления периода экспедиционного вывода плотов с Верхней Камы.

Для достижения возможности продления периода экспедиционного вывода плотов произведено обоснование значений обеспеченности расчетных (проектных) уровней воды на участке по признаку класса пути, устанавливаемого с учетом гарантированных габаритов пути и габаритов плотового состава. Гарантированная глубина на участке

принята для базового варианта по лимитирующему периоду (при падении уровней в продленный период экспедиционного вывода плотов) и параметрам плотового состава в нем, равной 1,3 м. Класс пути по ГОСТ 26775-97 [1] принят седьмой, а по материалам отраслевой литературы обеспеченность проектных уровней на опорных гидростаях Бондюг, Керчевский, Тюлькино принята 80%, на других используемых в расчетах гидростаях 95 % (г/п Березники), 98-99 % (г/п Верхний бьеф Камского гидроузла) [2,3,4].

Расчет обеспеченностей уровней воды по гидростаям произведен при обработке многолетних статистических рядов через определение эмпирической обеспеченности уровней по принятой в гидрологических расчетах методике [5, 6] с установлением высотных отметок проектных уровней.

Применительно к продленному периоду экспедиционного вывода плотов определены глубины при проектном уровне на конкретное время в периоде (навигационные глубины), по которым построены графики навигационных глубин по гидростаям Бондюг, Керчевский, Тюлькино и по участкам Бондюг – Керчево, Керчево – Тюлькино. На их основе разработан график рекомендуемого использования плотовых составов разных типоразмеров при разной мощности буксиров для прохождения участков в течение экспедиционного периода и решения организационных вопросов при логистическом сопровождении плотовых перевозок.

В целях возможности установления в течение всей физической навигации гарантированной глубины 1,3 м исследован уровенный режим Верхней Камы за пределами экспедиционного периода вывода плотовых составов при меженных расходах воды и изменении в перспективе проектного уровня на Камском водохранилище. Для этого рассчитана обеспеченность уровней до окончания навигации, в соответствии с чем отметки уровней воды 80% обеспеченности понижаются на гидростаях по сравнению с окончанием экспедиционного периода на 51-130 см. С учетом этого обоснованы высотные отметки проектных уровней по гидростаям.

Углубленный анализ соотношения положения свободной поверхности воды при проектных уровнях на гидростаях для разных временных периодов и линии дна по оси судового хода (русловая съемка 2021 г.) показывает, что на участке Бондюг – Керчевский в продленном экспедиционном периоде лимитируют достижение гарантированной глубины 1,3 м два переката, а при установлении этой же гарантированной глубины на всю навигацию необходимо разрабатывать 13 перекатов из 26 имеющихся. На участке Керчевский – Тюлькино гарантированная глубина 1,3 м выдерживается и в экспедиционном периоде и в целом по навигации без разработки перекатов.

Для оценки влияния уровенного режима верхнего бьефа водохранилища на уровни воды на постах Керчевский, Тюлькино и Березники, наличия подпора и времени его действия, а также изменений уровней на постах при понижении в перспективе проектного уровня верхнего бьефа водохранилища на 1 м до отметки 106,0 мБС [7] выполнена обработка уровней воды по водохранилищу за многолетний период (1958 - 2009 гг.) с определением их обеспеченностей.

Результаты расчетов и их графическое представление показали:

- характер изменения уровней на гидростаях Бондюг, Керчевский, Тюлькино одинаков; уровни на гидростаях Бондюг вне подпора Камского водохранилища; уровни на гидростаях Керчевский и Тюлькино достаточно близки в середине навигации (июль - август) к уровням водохранилища; уровни на гидростаях Березники схожи с режимом уровней водохранилища;

- гидростая Тюлькино, Керчевский, находясь в зоне временного подпора Камского водохранилища, не будут испытывать негативного влияния возможного снижения уровней водохранилища в конце навигации до перспективного проектного уровня 106,0 мБС и ниже его, а расчетные значения проектных уровней по гидростаям не изменятся ни при их установлении в целом на навигацию, ни, тем более, на экспедиционный период.

Рекомендуемые значения проектных уровней по гидропостам Бондюг, Керчевский, Тюлькино показаны на рисунке 2.

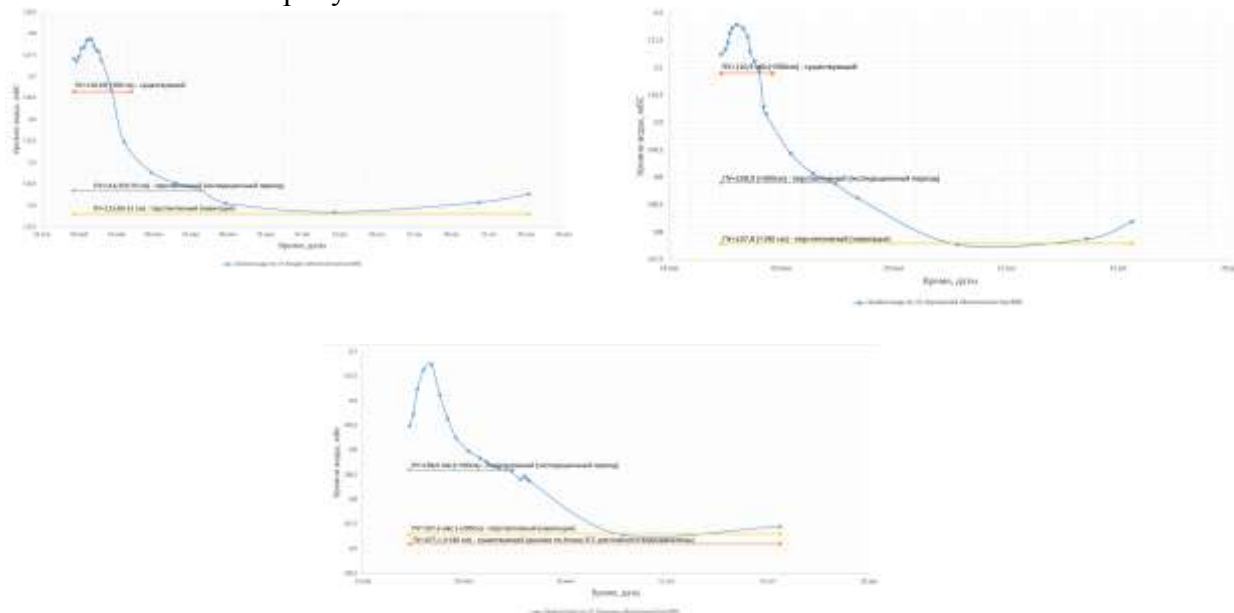


Рис. 2. Значения проектных уровней по гидропостам Бондюг, Керчевский, Тюлькино обеспеченностью 80%

Расчетные значения проектных уровней воды 80 % обеспеченности на гидропостах Бондюг, Керчевский, Тюлькино в продленном периоде экспедиционного вывода плотов использованы для создания гарантированной глубины 1,3 м от с. Бондюг до пгт. Тюлькино при разработке инженерных решений по проведению комплекса путевых работ на участке.

Значения проектных уровней по гидропостам при установлении их на физическую навигацию использованы в дальнейшем для оценки объемов путевых работ и целесообразности их выполнения, а также проверки гидравлических возможностей реки по созданию и поддержанию гарантированной глубины 1,3 м.

#### Список литературы:

1. ГОСТ 26775-97. Межгосударственный стандарт. Габариты подмостовые судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях. Нормы и технические требования. М. Введ. в действие с 01.01.1998 г. постановлением Госстроя России от 29.07.97 №18-42.
2. Гришанин К.В. Водные пути.// Учебник для ВУЗов / К.В. Гришанин, В.В. Дегтярев, В.М. Селезнев – М.: Транспорт, 1986. – 400 с.
3. Дегтярев В.В. Селезнев В.М., Фролов Р.Д. Водные пути: Учебник для вузов – М.: Транспорт, 1980 – 328 с.
4. Михайлов А.В., Левачев С.Н. Водные пути и порты: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1982 – 224 с.
5. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Актуализированная редакция СНиП 2.01.14-83 [текст] / Минрегион России. – Введ. 2004-01-01.-М. Госстрой России, 2004.-75 с.
6. Гришанин К.В. Сорокин Ю.И. Гидрология и водные изыскания. Учебник для вузов / Под ред. К.В. Гришанина. – М. Транспорт, 1982. – 212 с.
7. Правила использования водных ресурсов Камского и Воткинского водохранилищ на р.Кама (утверждены приказом Федерального агентства водных ресурсов от 07.11.2016 г. №225).

# HYDROLOGICAL REGIME OF THE UPPER KAMA AND ITS INFLUENCE ON THE CONDITIONS OF SHIPPING

Aleksandr N. Sitnov, Iuliia E. Voronina, Dmitry A. Miltsin, Maxim A. Reshetnikov

*Abstract.* The article investigates the level regime of the Upper Kama outside the expeditionary period for the withdrawal of raft trains. It is determined at high and low-flow water discharges for the possibility of establishing a guaranteed depth of the fairway during the entire physical navigation. The substantiation of the marks of the design water levels at the gauging stations Bondyug, Kerchevsky and Tyulkino for different time periods of navigation is also given.

*Keywords:* design water level, expeditionary navigation period, level mode