

УДК 627.15

УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ РЕКИ ВЕРХНЯЯ БЕЛАЯ И ОЦЕНКА ЕГО ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СУДОХОДСТВА

Ситнов Александр Николаевич¹, доктор технических наук, профессор
e-mail: stnv1952@rambler.ru

Шестова Марина Вадимовна¹, кандидат технических наук, доцент
e-mail: shestowam@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В работе для исследуемого участка р. Верхняя Белая за период 2000-2022 гг. на примере граничных гидрологических постов выполнена совокупность исследований, обобщенные результаты которых показали высокую зависимость уровней воды в межень от водности года, выявлена тенденция изменения меженных уровней в периоде, необеспеченность проектного уровня в меженные месяцы многолетнего ряда, разработаны рекомендации по значениям отметок проектных уровней на гидрологических постах в целях судоходства.

Ключевые слова: уровень режим, обеспеченность уровней, проектный уровень

THE LEVEL REGIME OF THE VERKHNYAYA BELAYA RIVER AND THE ASSESSMENT OF ITS SECURITY FOR NAVIGATION PURPOSES

Sitnov Alexander Nikolaevich¹, Doctor of Technical Sciences, Professor
e-mail: stnv1952@rambler.ru

Marina Vadimovna Shestova¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
e-mail: shestowam@yandex.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. In the work for the studied section of the Verkhnyaya Belaya River for the period 2000 – 2022 using the example of boundary hydrological posts, a set of studies was performed, the generalized results of which showed a high dependence of water levels in the mezen on the water content of the year, a tendency to change the inter-level levels in the period, the insecurity of the design level in the inter-level months of a multi-year series, recommendations on the values of the design levels on the hydrological posts for navigation purposes.

Keywords: level mode, level security, project level.

Уровеньный режим р. В. Белая характерен для восточноевропейского типа питания рек, которого отличает высокое весеннее половодье, низкая межень, прерываемая осенними паводками от дождевых осадков. Уровеньный режим внутригодового распределения стока зависит от многих факторов, в числе которых основным является водность года, а также

антропогенное влияние деятельности человека, связанное с изменением емкости русла и посадками уровней при извлечении грунта со дна реки при проведении дноуглубительных работ в целях судоходства и разработке карьеров для добычи общераспространенных полезных ископаемых (песок, ПГС, гравий). Указанное влияние совокупности факторов отчетливо прослеживается на исследуемом участке р. В. Белая, границы которого в основном определены гидрологическими постами Охлебинино и Уфа. Анализ уровенного режима за 2000 – 2022 годы показал высокую зависимость уровней воды на гидропостах в межень от водности года.

В качестве меженного периода приняты пять месяцев с июня по октябрь включительно. При помесячной обработке значений уровней выявлены их средние величины в межень по годам периода и в целом за период в 23 года. В каждом месяце к расчету принимались максимальные, минимальные и среднемесячные величины. По результатам расчетов построены графики изменений соответствующих уровней в межень по годам, что позволило выявить годы с отклонением уровней от их средних значений за многолетний период и, соответственно, дать оценку водности лет, а также определить амплитуду отклонений и соответствие средних значений уровней принятому на гидрологических постах проектному уровню.

По сопоставленным графикам изменений анализируемых уровней получено практически полное совпадение вершин и впадин значений уровней по годам, что говорит о схожем характере изменений видов уровней.

По обоим гидрологическим постам амплитуда отклонений меженных уровней от соответствующих значений их средних величин по периоду уменьшается от максимальных уровней к минимальным. Однако по г/п Уфа амплитуда отклонений уровней от средних величин значительно больше, чем по г/п Охлебинино, что можно объяснить влиянием зарегулированного стока р. Уфа в сочетании с последствиями интенсивных карьерных разработок выше г. Уфа.

Анализ изменений меженных уровней (максимальных, средних, минимальных) по обоим гидрологическим постам выявил их понижение в периоде 2000 – 2022 гг., причем более ускоренное на г/п Уфа. Исходя из регрессионных зависимостей изменений уровней в многолетнем периоде получено, что максимальные уровни по г/п Уфа понижаются в среднем за год на 4,39 см, по г/п Охлебинино на 2,37 см; средние уровни на 3,78 см (г/п Уфа) и 1,71 см (г/п Охлебинино); минимальные уровни на 3,19 см (г/п Уфа) и 1,51 см (г/п Охлебинино). Полученный результат, что средняя годовая интенсивность понижения уровня по г/п Уфа идет на 1,7 – 2,0 см быстрее, чем на г/п Охлебинино подтверждает вывод о влиянии, в том числе, последствий интенсивных карьерных разработок выше г. Уфа

Выполненный по обоим гидрологическим постам расчет эмпирической обеспеченности уровней воды за период 2000 – 2022 гг. и их соответствие установленным проектным уровням (ПУ) показал, что с изменением рабочих уровней от минимальных к максимальным обеспеченность проектных уровней растет, не достигая однако рекомендуемых для такого класса реки (участка реки) значений. Сравнение обеспеченностей проектного уровня по гидрологическим постам показывает на более высокую обеспеченность проектного уровня по г/п Уфа.

В работе выполнен анализ изменения уровенного режима по гидрологическим постам во времени. Аппроксимированные полиномиальной кривой статистические ряды минимальных уровней показали, что в среднем за 2000 – 2022 гг. минимальные месячные уровни опускаются ниже проектных на г/п Охлебинино начиная примерно с 5 июля, на г/п Уфа примерно с 20 июля. В то же время наиболее ранние понижения минимальных декадных уровней относительно проектных наблюдаются по гидропостам на 1,5 – 3 декады раньше.



Выполнен расчет обеспеченностей уровней воды в целом по межени в многолетнем ряду, для анализа которого принято, что расчетные уровни воды на гидропостах при построении кривой свободной поверхности воды (СПВ) должны иметь обеспеченность в увязке с обеспеченностью проектного уровня. Для рек 5-7 классов обеспеченность проектного уровня рекомендуется в диапазоне 80 – 90% с учетом того, что участок р. В. Белая с ненормированными габаритами (г/п Охлебинино) отнесен в 7 классу, а с гарантированными к 5 классу [1 –5].

Из расчетов следует, что по г/п Охлебинино существующий ПУ выдерживается 64,5% длительности навигации, а сама отметка ПУ (+160 см) 54%, то есть рабочие уровни за многолетний период в межень (июнь – октябрь) опускаются ниже 160 см в 46% случаев. Для выполнения рекомендаций по обеспеченности ПУ его нужно понижать. Тогда для обеспеченности 80% выдерживания ПУ по длительности в навигацию его отметку нужно понижать примерно до 150 см, а такая отметка в межень в среднем будет выдерживаться в 66% случаев. Для ее повышения до 80% нужно понизить ПУ до 136 см.

По г/п Уфа существующий ПУ выдерживается 72% длительности навигации, а отметка ПУ (-100 см) 68%, то есть рабочие уровни за многолетний период в межень опускаются ниже -100 см в 32% случаев. Поэтому для обеспеченности 90% выдерживания ПУ по длительности в навигацию его отметку нужно понизить до -120 см и такая отметка в межень в среднем будет выдерживается в 82% случаев, а для 90% обеспеченности нужна отметка -140 см. Однако приведенные выше оценки следует принимать как рекомендации. При этом следует исходить из необходимости установления пониженных отметок ПУ с учетом их социального значения и технико-экономической целесообразности принятия таких решений.

Полученные отметки расчетных рабочих уровней по постам использованы для построения совокупности графиков на участке, на которых показываются кривые СПВ при проектном уровне, расчетных уровнях заданной обеспеченности, а также положение кривой СПВ по результатам однодневной связки уровней, выполненной в ходе изысканий.

Анализ графиков показывает на неоднозначное соотношение положения анализируемых кривых СПВ на участке. Однодневная связка произведена во второй декаде августа, когда по результатам анализа уровней они являются близкими к минимальным. Проектный уровень устанавливается с его высокой обеспеченностью и является также низким. Из соотношения кривых СПВ видно, что на участке протяженностью примерно 64 км от устья р. Уфа до г/п Охлебинино и несколько выше его фактические уровни ниже проектного (ПУ не обеспечивается) и лишь на участке 64 км – устье р. Сим наблюдается превышение фактических уровней над проектным (ПУ обеспечивается).

Если понижать проектный уровень до его обеспеченности 80 – 90%, что отражено расчетным положением рабочих уровней с такой обеспеченностью, то принципиальных изменений в анализе нет, лишь граница пересечения расчетных и фактического уровней смещается к Уфе (при обеспеченности 80% до 59 км, при обеспеченности 90% до 53 км).

Полученная совокупность кривых СПВ и их соотношение использована при анализе русловых деформаций и расчете посадок уровней воды на участке.

Список литературы:

1. Гладков Г.Л. Водные пути: учебник для вузов / Г.Л. Гладков, М.В. Журавлев, А.Ю. Жук. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 504 стр.
2. Гришанин К.В. Водные пути.// Учебник для вузов/ К.В. Гришанин, В.В. Дегтярев, В.М. Селезнев – М.: Транспорт, 1986. – 400 с.
3. Правила содержания судовых ходов и судоходных гидротехнических сооружений, М., 2020 г. (утв. Минтранс РФ от 08.04.2020 №113).



4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 26775-97. Габариты подмостовых судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях. Нормы и технические требования (введен в действие Постановлением Госстандарта РФ от 29.07.1997 №18 – 42).

5. Ситнов, А.Н. Уровенный режим верхней Камы и оценка возможности установления навигационных гарантированных глубин на участке с. Бондюг – пгт. Тюлькино // Транспорт. Горизонты развития. 2022: Материалы международного научно-практического форума. ФГБОУ ВО «ВГУВТ» / А.Н. Ситнов, М.В. Шестова, Н.В. Кочкурова. – 2022. – URL: http://вф-река-море.пф/2022/6_16.pdf

