

УДК 627.15

**Воронина Юлия Евгеньевна**<sup>1</sup>, доцент, к.т.н., доцент кафедры ВПиГС  
e-mail: [yulez@yandex.ru](mailto:yulez@yandex.ru)

**Шестова Марина Вадимовна**<sup>1</sup>, доцент, к.т.н., доцент кафедры ВПиГС  
e-mail: [shestowam@yandex.ru](mailto:shestowam@yandex.ru)

**Решетников Максим Алексеевич**<sup>1</sup>, к.т.н., ст. преподаватель кафедры ВПиГС  
e-mail: [serfskiwind@gmail.com](mailto:serfskiwind@gmail.com)

<sup>1</sup> Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

### **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА НА Р. ОКА (15-Й КМ СУДОВОГО ХОДА), ПРОИЗВОДСТВА ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ И УРОВЕННОГО РЕЖИМА НА РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ СУДОВОГО ХОДА**

*Аннотация.* Технологические операции по возведению мостового перехода через р. Ока влияют на русловые переформирования и устойчивость существующего судового хода. В работе использованы как классические подходы к определению русловых переформирований, так и современный метод математического моделирования руслового потока. Моделирование русла реки для различных моделей, соответствующих определенному этапу возведения моста через р. Ока, выявляет ряд особенностей поведения потока на участке ниже опор. Процесс строительства мостового перехода не ограничивается только меженным периодом. Уровненный режим, а с ним и дноуглубительные работы для создания необходимых по габаритам и положению судоходных прорезей, также оказывают влияние на русловые процессы и устойчивость судового хода. В работе дана оценка устойчивости русла и судового хода в период как строительства, так и после его окончания.

*Ключевые слова.* Технология строительства, математическое моделирование, водозаборы, русловые процессы

Проектируемый мостовой переход на р. Ока, являющийся четвертой очередью объекта «Дублер проспекта Гагарина в г. Нижний Новгород» окажет определенное влияние на русловые процессы реки и устойчивость судовых ходов. Поэтому целью исследования явилось обоснование оценки такого влияния на речном участке протяженностью 20 км до места впадения Оки в Волгу, а задачи включали решение вопросов, связанных с устойчивостью русла реки, судовых ходов как до строительства моста, так и в периоды строительства и после его окончания.

Выполненные расчеты показали, что русло р. Ока в нижнем течении является достаточно стабильным для выполнения каких-либо русловых работ, в том числе по возведению опор будущего мостового перехода.

Вместе с тем, возведение опор моста приведет к изменению кинематической структуры потока и русловым переформированиям. Для их оценки выполнено математическое моделирование речного потока на участке. С учетом технологических особенностей строительства моста были созданы и смоделированы 16 расчетных вариантов для восьми моделей (этапов строительства). Модели этапов производства работ приняты в соответствии со схемами строительства моста, а само моделирование

произведено при двух уровнях воды: низком (проектном) с отметкой 63,80 мБС и расходом воды 560 м<sup>3</sup>/с и высоким уровне весеннего половодья с отметкой 66,40 мБС, которому соответствует руслоформирующий расход 2420 м<sup>3</sup>/с.

Непосредственно в районе проектируемого моста дноуглубительные работы проводились в разные годы в небольших объемах. Однако в период строительства необходима разработка двух судоходных прорезей для поддержания гарантированных габаритов по имеющемуся основному и создаваемому дополнительному судовым ходам.

Для оценки характера и интенсивности изменения русловых процессов в период строительства и после его окончания, в большой степени влияющих на безопасность судоходства в нижнем течении р. Ока, значительное внимание уделено объектам непосредственно ниже створа будущего моста, Мызинскому перекату и устьевому участку реки, особенности влияния на которых рассмотрены ниже.

Нужно отметить, что влияние технологии возведения опор моста и их наличие сказывается на характере русловых изменений всего исследуемого участка от створа моста до устья Оки, но с разной интенсивностью, которая по мере удаления от створа моста ослабевает и наиболее ярко проявляется непосредственно на близлежащих нижних участках. Здесь находится водозабор водопроводной станции «Малиновая гряда» и водозабор ООО «Автозаводская ТЭЦ».

Анализ результатов моделирования показал, что при низких уровнях воды после начала строительных работ на участке до водозабора «Автозаводская ТЭЦ» начинаются активные русловые деформации.

В период строительства между створами водозаборов и ниже их структура потока нарушается и влияет на устойчивость судового хода. В эксплуатационном состоянии после разбора всех стесняющих русло технологических элементов состояние потока на участке стабилизируется. Скорости течения практически восстанавливаются до значений, соответствующих естественному состоянию потока, в том числе в районе водозаборов.

При высоких уровнях также с началом строительных работ активизируются русловые деформации.

Обобщая результаты деформаций на участке при низких и высоких уровнях воды получено, что направленность русловых деформаций в обоих случаях схожи, а отличие заключается в интенсивности происходящих процессов.

В эксплуатационном состоянии поток в районе участка стабилизируется, в скорости течения восстанавливаются до своих естественных значений.

Ниже рассмотренного участка имеется проблемный отрезок пути у Мызинского моста, связанный с его двухрукавностью, ежегодным дноуглублением на судовом ходу в районе Мызинского переката в непосредственной близости от моста.

На участке до начала строительства основной поток направлен в сторону несудоходного левобережного рукава с практически равной долей разделения струй, что свидетельствует о преимущественном распределении расхода воды именно в этот рукав. Здесь же сосредоточен основной стрежень потока.

После завершения возведения опор и разбора всех вспомогательных перемычек, технологических площадок и извлечения забитых свай поток более равномерно распределится по рукавам Мызинского узла. Приверх осередка продолжит размываться до возникновения баланса равновесия гидравлико-морфометрической системы, когда площадь живого сечения русла увеличится до параметров, необходимых для уменьшения скоростей потока ниже неразмываемых значений. В ухвостье осередка возникнут майданные течения за счет увеличенных скоростей потока, проходящих по участку в эксплуатационном состоянии. Но серьезных глубинных деформаций в русле не будет наблюдаться, а размыв правого берега у ухвостья осередка за счет длительного действия на него вдольбереговых течений благоприятно скажется на судоходстве в правом рукаве в будущем.



Участок от метромоста до Стрелки является наиболее удаленным от створа будущего мостового перехода. В естественном состоянии на нем основной поток сосредоточен в правом рукаве, сконцентрировавшись вдоль правого закрепленного берега р. Ока. Левый берег основного русла у о. Гребневские пески на протяжении всего участка является зоной пониженных скоростей, особенно в районе опор метромоста. Опоры указанного моста играют исключительную роль в этом процессе движения потока, отжимая часть его в несудоходный рукав.

Поведение потока в районе данного участка практически по всем рассматриваемым моделям сопоставимо как с естественными условиями русла до проведения строительных работ, так и с условиями после ввода в эксплуатацию будущего моста. А в эксплуатационном состоянии линии тока максимальных скоростей перенаправятся в сторону существующего судового хода в правом рукаве, делая его более устойчивым к русловым деформациям.

Результаты выполненного анализа русловых переформирований и устойчивости судового хода на исследуемом участке от створа мостового перехода до устья р. Ока использованы для разработки предложений по снижению негативных последствий строительства моста.

#### **Список литературы:**

1. 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.рф/2022/6\\_16.pdf](http://вф-река-море.рф/2022/6_16.pdf).

2. Воронина Ю.Е. Методические решения по обоснованию целесообразности проведения капитальных дноуглубительных работ на судовых ходах (на примере спрямляющих судовых ходов №1К и №2К Куйбышевского водохранилища) / Ю.Е. Воронина, А.Н. Ситнов, Р.Д. Фролов, М.В. Шестова Вестник ВГАВТ. Выпуск 29. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2011.

#### **INFLUENCE OF THE TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION OF A BRIDGE CROSSING ON THE R. OKA (15th KM OF THE SHIP'S ROUTE), DREDGING AND LEVEL REGIME ON CHANNEL PROCESSES AND THE STABILITY OF THE SHIP'S ROUTE**

Y.E. Voronina, M.V.Shestova, M.A. Reshetnikov

*Abstract.* Technological operations for the construction of a bridge over the river. Oka affect the channel re-formation and the stability of the existing ship's passage. The work uses both classical approaches to the determination of channel reformations and a modern method of mathematical modeling of the channel flow. Modeling of the river bed for various models corresponding to a certain stage of the construction of a bridge across the river. Oka, reveals a number of features of the flow behavior in the area below the supports. The process of building a bridge crossing is not limited to the low water period. The level regime, and with it the dredging works to create the navigable slots necessary in terms of dimensions and position, also affect the channel processes and the stability of the navigation. The paper gives an assessment of the stability of the channel and the ship's course during both construction and after its completion.

*Keywords:* Construction technology, mathematical modeling, water intakes, riverbed processes.

