

УДК 626.12

Куприна Екатерина Максимовна¹, магистрант кафедры водных путей и гидротехнических сооружений,

e-mail: k_kuprina98@mail.ru

Воронина Юлия Евгеньевна¹, доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений,

e-mail: yulez@yandex.ru

¹Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТЬЕВОГО УЧАСТКА Р. ОКИ И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ СУДОХОДНОГО СОСТОЯНИЯ НА ПОДХОДАХ К ПРИЧАЛАМ РЕЧНОГО ВОКЗАЛА Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД

Аннотация. В статье приведено исследование устьевого участка р. Оки и обоснование технических решений по улучшению судоходного состояния на подходах к причалам Речного вокзала г. Нижний Новгород. В качестве возможного решения рассматривается два способа: проведение дноуглубительных работ, с дальнейшими поддержанием заданных габаритов и строительство наносоуправляющих сооружений.

Ключевые слова: устьевой участок, причал, дноуглубление, наносоуправляющие сооружения, подходы, донные пороги, полузапруда, падение глубины.

Нижегородские причалы являются ключевым туристическим звеном Нижнего Новгорода. И хотя в последнее время из-за сложной судоходной ситуации на участке Городец – Нижний Новгород пассажирские круизные суда практически перестали останавливаться у Речного вокзала, но в перспективе решения проблемы недостатка глубин ежегодно планируется, что через причалы будет проходить огромное количество судов. Однако даже в 2000-2005 годах подход к Нижегородским причалам был практически не возможен. Так, например, у причалов №4 и №5 суда стояли борт к борту с целью отвода основного судна с максимальной осадкой от береговой полосы причала. Остальные причалы не использовались из-за малых глубин у самой причальной стенки. В настоящее время эксплуатируется лишь причалы №3 и №7. Причиной такого выборочного использования достаточно протяженной зоны причального фронта стали не только малые глубины вдоль береговой полосы, но и недостаточные глубины на подходах к причалам, вызванные заносимостью участка после строительства Метромоста через р. Ока.

Новый мост, введенный в эксплуатацию 2012 году (опоры возведены в 2009г), почти сразу изменил гидравлику потока. Скорости течения в середине русла возросли, однако значительно уменьшились вдольбереговые, что спровоцировало еще большую заносимость берега. В настоящее время наблюдается образование «сухих» побочней у берегоукрепительных сооружений – вода не доходит до укрепленной части береговой полосы. На графике продольных деформаций правого берега за последние 13 лет (рис.1) наглядно показал значительное отложение наносов и формирование крупных побочневых

гряд. Особенно сильная заносимость наблюдается непосредственно у самого Речного вокзала – у пассажирских причалов №4-8и служебных причалов №1-3. (0-1 км р. Ока).

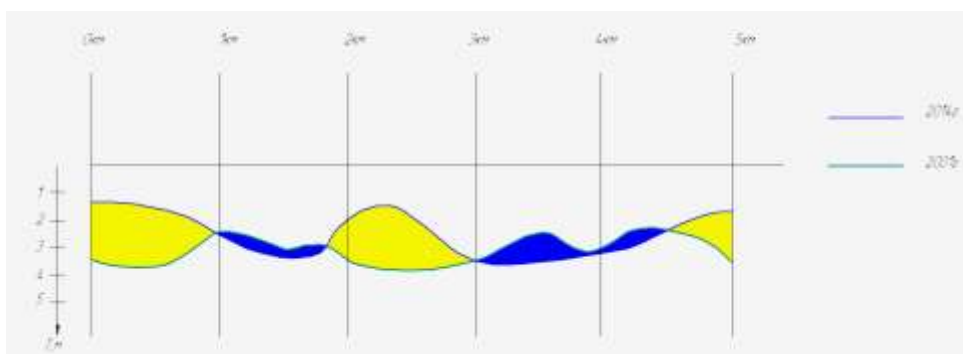


Рисунок 1 – Продольные деформации правого берега

Программный комплекс FlowVision предназначен для моделирования течений воды в реке, поведения наносов в руслах, а также визуализации этих течений методами компьютерной графики. Именно по данной причине исследования устьевого участка проводились с использованием указанной программы. В качестве основы для нанесения плана реки был использован атлас Единой глубоководной системы Том 5 и планы русловых съемок. Полученная 3D модель участка с результатами исследований представлена на рис.2.

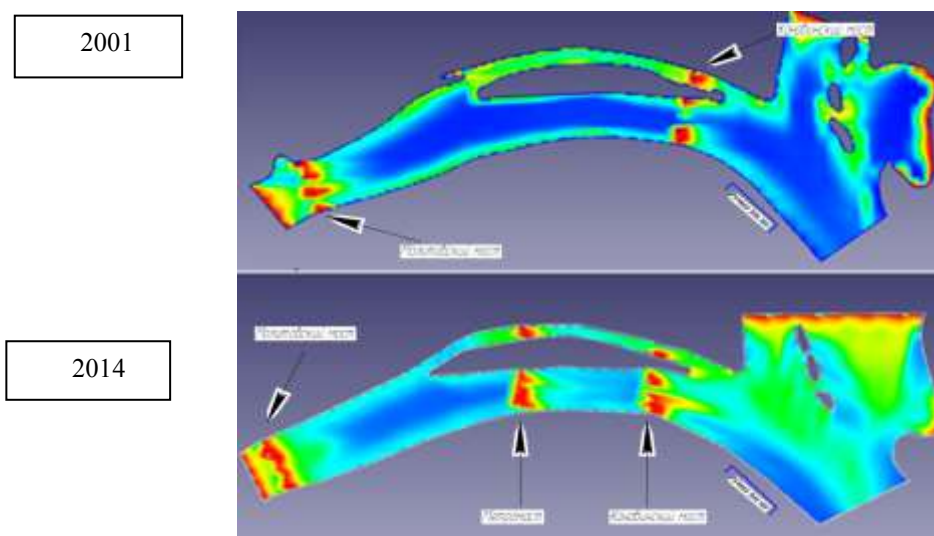


Рисунок 2 - Сопоставление планов за 2001 и 2014 год

Анализ полученных результатов показал, что строительство метромоста увеличила объём заносимости наносами практически в 2 раза на протяжении всего участка. Особенно сильная концентрация донных отложений проявилась на участке от Молитовского моста до Метромоста и в месте впадения реки Оки в Волгу.

В качестве возможного решения проблемы обмеления подходов к причалам предлагается два способа: проведение дноуглубительных работ, с дальнейшими поддержанием заданных габаритов, либо строительство наносоуправляющих сооружений.

Дноуглубление является трудоемким процессом, направленным на обеспечение безопасного движения судов на участке (рис.3).

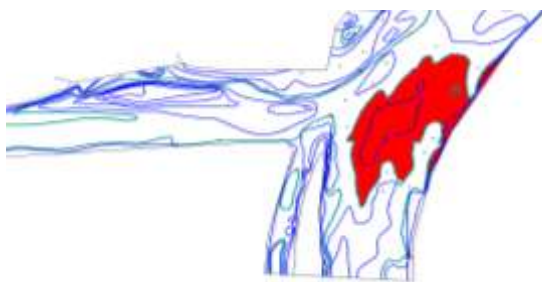


Рисунок 3 - Проблемная зона отложения наносами, требующая дноуглубления

Для реализации данного решения произведена оценка геологического строения русла в месте разработки. Дно участка сложено песчаными грунтами с включением глины. Средний диаметр частиц грунта 0,18 мм. Падение уровня воды, в течение всей навигации, не превышает 1м, а необходимая глубина разработки - 4,0м. При выемки грунта необходимого объёма 223 тыс.м³ предполагается использование многочерпакового земснаряда, что согласно сметной стоимости на 2021 год составит более 12 млн. руб., без учета дальнейшего поддержания подходов в надлежащем состоянии.

Наносоуправляющие сооружения в виде типа донных порогов, высота которых преимущественно меньше глубины потока (в долях от полной его глубины), устанавливаются на дне реки под некоторым углом к общему направлению течения. Они перехватывают наносы, движущиеся в придонных слоях потока.

Другой вид наносоуправляющих сооружений - полузапруды - перенаправляют течение в свободную от сооружений сторону путем сжатия русла.

При выборе варианта с донными порогами их расположение на местности сильно влияет на гидравлику потока. Неправильно подобранный угол расположения может спровоцировать множество негативных последствий, таких как донная и боковая эрозия, падение глубин, переформирование русла и много других. Обычно сооружения работают наиболее эффективно, когда угол между ними и направлением течения не меньше 10-12°, а высота составляет 0,5-0,8 глубины потока.

Для определения правильного расположения донных порогов и дальнейшее прогнозирование поведения потока лучше всего использовать программные комплексы, таких как, например, FlowVision.

При различных вариантах размещения порогов были произведены расчеты с целью установления наиболее предпочтительного угла расположения сооружений, их количества в русле и местоположение относительно основного судового хода (рис.4).

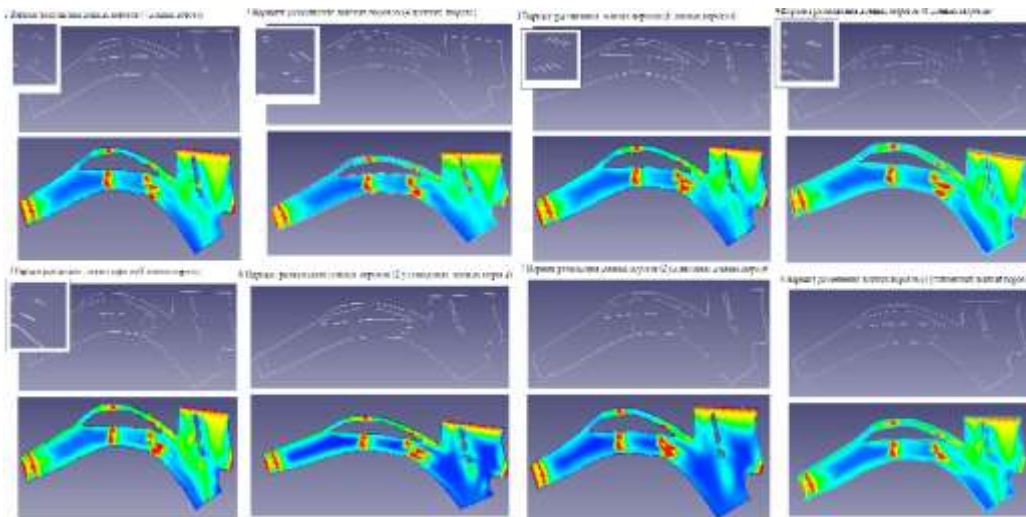


Рисунок 4 - Модели аккумуляции наносов при различных вариантах размещения донных порогов

Как показали результаты исследования, при всех рассмотренных вариантах влекомые наносы оседают на судовом ходу, тем самым провоцируя дноуглубление в течение навигации. Территория причалов также подвергнется заносимости и глубины на подходах уменьшаются. Поэтому при любом варианте установки донных порогов задача по саморазмыву прибрежной зоны Речного вокзала является невыполнимой.

Полезная работа полузапруды заключается в сжатии потока и перенаправлении основных скоростей в сторону правого берега. Длина сооружений принималась таким образом, чтобы полузапруда не заходила за кромку судового хода. Для анализа влияния угла расположения полузапруд на гидравлику потока задавались различные углы, выбираемые исходя из особенности местности и их гидравлических параметров.

Как показали результаты расчета (рис.5), полузапруды перенаправили поток в сторону правого берега, увеличив скорости течения возле причалов (правый берег) и уменьшив ее со стороны острова по основному руслу. Такое перераспределение скоростей позволило занестись участку между третьей опорой моста и островом Гребневские пески. Сам же судовый ход сконцентрировал в себе основное течение и на участке судоходства стал наблюдаться саморазмыв дна. Такой вариант применения полузапруд позволяет избавиться от ежегодного проведения дноуглубительных работ. И из всех выше описанных вариантов является наиболее предпочтительней.

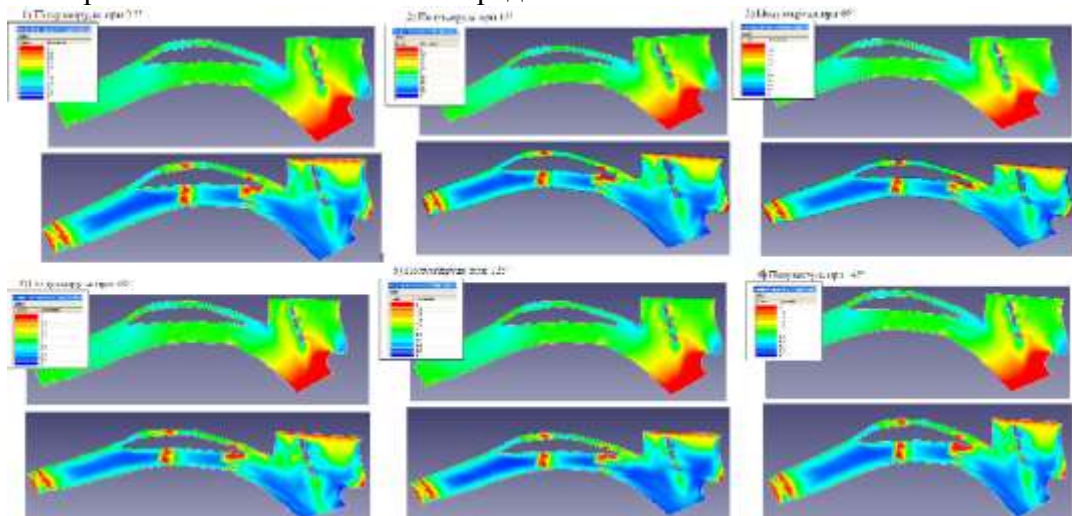


Рисунок 5 - Модели размещения полузапруд при 25°, 45°, 60°, 90°, 125°, 145°

Угол наклона наносанправляющих сооружений напрямую влияет на гидравлику потока. Поэтому на основании выполненных расчетов он был подобран оптимальным для достижения наилучшего эффекта в виде максимальных вдольбереговых скоростей течений.

Результаты расчета осредненных вдольбереговых скоростей правого берега представлены в табл.1.

Таблица 1 – Скорости возле причалов при различных углах наклона полузапруд

	Скорость V, м/с					
	25°	45°	60°	90°	125°	145°
Причал 4	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9
Причал 5	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9
Причал 6	1	1	1,1	1,1	1	1
Причал 7	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
Причал 8	1,1	1,2	1,3	1,2	1,25	1,1
Причал 10	1,45	1,5	1,7	1,6	1,6	1,3
Причал 11	1,3	1,4	1,5	1,5	1,45	1,4

Максимальные скорости возле причалов наблюдаются при $\alpha=60^\circ$ (рис.6), что позволяет считать именно данный вариант установки выправительных сооружений наиболее предпочтительным на данном участке.

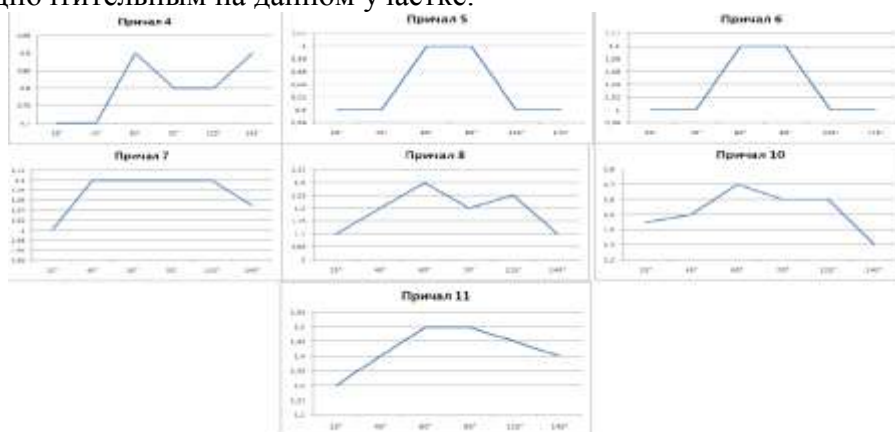


Рисунок 6 - Изменение средних скоростей от угла поворота для различных причалов Речного вокзала г. Нижний Новгород

Таким образом, для исправления негативного последствия строительства метромоста с возведенными в русле р. Ока опорами целесообразнее и наиболее эффективно устройство трех вдоль-островных полузапруд с углом поворота 60° к основному течению р. Ока. Такой вариант решения проблемы позволит избавиться от ежегодной значительной заносимости причалов г. Нижний Новгород и подходов к ним без интенсификации дноуглубительных работ.

Список литературы:

1. Атлас карт реки единой глубоководной системы европейской части РФ Ока ГлавВодпуть БУП. 2014г
2. Гришанин, К. В. Водные пути [Текст] / К.В. Гришанин, В.В. Дегтярев, В.М. Селезнев. – М.: Транспорт, 1986. – 400 с.

3. Серебряков, А. В. Организация и планирование путевых и строительных работ на речном транспорте: учебник [Текст] / А. В. Серебряков, А. М. Бутылин, А. П. Морозов. – М.: Транспорт, 1986.

4. Hydrology: An Introduction 1st Edition, Kindle Edition Publisher: Cambridge University Press; 1 edition (August 11, 2005)

WELLHEAD RESEARCH OF THE OKA RIVER AND SUBSTANTIATION OF TECHNICAL SOLUTIONS TO ENHANCE THE NAVIGABILITY ON THE APPROACHES TO THE BERTHS OF THE NIZHNY NOVGOROD RIVER STATION

Ekaterina M. Kuprina, Yulia E. Voronina

Abstract. The article provides a research of the mouth of the Oka River and substantiation of technical solutions to enhance the navigability on the approaches to the berths of the Nizhny Novgorod River Station. As a solution, two methods are considered: dredging with further maintenance of the given dimensions and the construction of structures for river regulation.

Keywords: Wellhead, berth, dredging, construction of structures for river regulation, approaches, bottom rapids, poluzapruda, depth drop.

