

## Последствия воздействия антропогенных факторов на русловые процессы и судоходные условия на урбанизированных участках реки Обь

*В. Н. Малыгин<sup>1\*</sup>, Д. В. Панов<sup>1</sup>, О.В. Рослякова<sup>1</sup>, А.Ю. Кудряшов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: v.n.malygin@nsawt.ru

**Аннотация.** В данной статье рассматривается влияние развития городской территории на формирование речной сети и русловые процессы, которые складывались тысячелетиями и были преобразованы в короткий период времени. Была проведена работа по классификации факторов урбанизации, влияющих на русловые процессы. Согласно классификации, на русловые процессы оказывает влияние: изменение стока воды, изменение стока наносов, изменение геометрии речного русла. Изучены и описаны факторы активизации размыва и активизации транспорта наносов на судоходные условия. Процесс заносимости водозаборных сооружений выделен как один из основных факторов ухудшения эксплуатации сооружений и приводящий к аварийным ситуациям. Акцентировано внимание на задачи изучения локальных размывов вблизи инженерных русловых сооружений, так как они приводят к размыву и потери устойчивости капитальных сооружений таких как причальные стенки, водозаборы.

**Ключевые слова:** русловые процессы, техногенное воздействие, гидротехнические сооружения, наносы, русло реки

## Effects of anthropogenic factors on riverbed processes and navigable conditions in urbanized sections of the Ob River

*V. N. Malygin<sup>1\*</sup>, D. V. Panov<sup>1</sup>, O.V. Roslyakova<sup>1</sup>, A. Yu. Kudryashov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: v.n.malygin@nsawt.ru

**Abstract.** This article examines the impact of urban development on the formation of the river network and riverbed processes that have been developing for thousands of years and have been transformed in a short period of time. Work was carried out on the classification of urbanization factors affecting riverbed processes. According to the classification, riverbed processes are influenced by: changes in water juice, changes in sediment runoff, changes in the geometry of the riverbed. The factors of activation of erosion and activation of sediment transport on navigable conditions have been studied and described. The process of carrying water intake structures is singled out as one of the main factors of deterioration, operation of structures and leading to emergency situations. Attention is focused on the tasks of studying local washouts near engineering channel structures, as they lead to erosion and loss of stability of capital structures such as mooring walls, water intakes.

**Keywords:** riverbed processes, man-made impact, hydraulic structures, sediments, riverbed.

Освоение территорий связано с образованием населенных пунктов, развитием промышленности, строительством средств транспорта и связи.

Урбанизация территорий оказывает существенное влияние на формирование речной сети и русловые процессы в короткий период времени, изменяя тысяче-

тиями сложившийся ход русловых процессов. При этом во многих случаях влияние урбанизации на русловые процессы оказывает негативное воздействие как на водность рек, так и на судоходные условия и состояние речных объектов: мостовых и подводных переходов, переправ, причальных сооружений, водозаборов, затонов и т. д. Учет влияния урбанизации на русловой процесс можно выполнить только на основе системного подхода.

К сожалению, влияние урбанизации на судоходные условия нашло слабое отражение в научно-технической литературе.

Системный подход при оценке влияния урбанизации на русловой процесс и судоходные условия требует выявления изменяющихся факторов и оценки масштабов их воздействия на речную сеть [1–3].

Из широкого спектра факторов урбанизации были выделены лишь те, которые существенно изменяют ход руслового процесса, без учета факторов, отражающихся только на качестве и общем санитарном состоянии воды. За основу были взяты факторы, влияющие на гидротехнические и морфометрические характеристики потока и русла:

- изменяющие сток воды;
- изменяющие сток наносов;
- изменяющие геометрию речного русла.

В естественных условиях эти факторы действуют взаимосвязано, в условиях же урбанизации каждый фактор может действовать независимо от других, обуславливая коренное изменение направленности руслового процесса.

В зависимости от характера изменения действующих факторов по величине и по времени масштаб влияния их на водоток различен и проявляется на разных структурных уровнях руслового процесса.

Рассмотрим влияние ряда факторов активизации размыва и активизации транспорта наносов на судоходные условия. Среди этих факторов отметим наиболее активно влияющие на судоходные условия.

Уменьшение стока наносов на урбанизованном участке реки происходит вследствие строительства гидроузла на вышележащем участке реки, разработки русловых карьеров, укрепления берегов и строительства наносорегулирующих сооружений. Примером активизации процессов размыва и транспорта наносов вследствие строительства гидроузла является участок реки Обь в районе г. Новосибирска, участок реки Енисей в районе г. Красноярска, участок реки Зeya в районе г. Зeya и др [4–6].

Так, русло р. Оби на всем протяжении нижнего бьефа Новосибирского гидроузла разветвлено на рукава. Исключение составляет только участок, непосредственно примыкающий к плотине (до мыса Камешек). В зависимости от степени проявления главных факторов регулирования стока (неустановившееся движение речного потока, дефицит твердого стока и др.) нижний бьеф Новосибирской ГЭС может быть разделен на два участка: гидроузел – пос. Мочище и пос. Мочище – устье р. Томи. На первом из них особенно ярко проявляется неустановившееся движение потока – волны суточного регулирования на фоне дефицита твердого стока, убывающего вниз по течению, и сезонного регулирования стока. Длина

зоны проявления суточного регулирования оценивается в 100 км (до с. Дубровино), а амплитуда волн ниже пос. Мочище весьма мала, и она не оказывают существенного влияния на русловые деформации, величину которых определяет дефицит наносов и сезонное регулирование стока [7–8].

Суммарная ширина русла на участке от ГЭС до с. Дубровино колеблется от 2,5 км в узлах разветвления до 600–800 м на неразветвленных участках. Количество островов в одном створе составляет 2–3. Острова имеют довольно значительные размеры: до 8 км в длину и до 1,5 км в ширину. Плотность островов (отношение площади островов к площади всего русла) колеблется от 0,28 до 0,50. Наиболее крупными размерами отличаются прибрежные острова, отделенные от поймы или коренного берега маловодными протоками, слабо действующими даже в период половодья.

Узлы разветвления составлены обычно островами меньших размеров, объединенными между собой прирусловыми отмелями; при этом протоки между островами весьма маловодны.

Длина узлов разветвления, образующих сопряженные системы рукавов, изменяется в значительных пределах, от 2 до 9 км. Наиболее длинные узлы разветвления характеризуются значительной концентрацией стока в одном рукаве и его вторичной извилистостью и разветвленностью. Анализ данных сравнения параметров узлов разветвлений, показывает, что произошло значительное их изменение. Ряд узлов разветвления прекратил свое существование как звеньев, образующих сопряженные системы рукавов. На месте длинных узлов развились более короткие. Сократилась также и средняя ширина. Особенно заметно изменились параметры узлов разветвления на участке от плотины до с. Дубровино. Длина узлов разветвления сократилась вдвое с 7 до 3,5 км, а ширина – с 2 до 1,4 км [9–10].

Анализ многолетних переформирований разветвленного русла р. Оби показывает устойчивую тенденцию укорачивания узлов разветвления.

Перестройка узлов разветвления русла р. Оби, особенно заметная на участке от гидроузла до с. Дубровино, связана с влиянием регулирования стока Новосибирской ГЭС. Так как водохранилище осуществляет сравнительно неглубокое сезонное регулирование стока, то этот фактор накладывается на остальные, являясь ведущим ниже с. Дубровино, где длина узлов разветвления изменилась мало.

Значительные изменения морфологии русла на участке от гидроузла до с. Дубровино связаны и с глубинной эрозией русла, развивающейся в результате дефицита наносов на фоне неустановившегося движения речного потока.

Морфометрический метод исследования, примененный к анализу русловых процессов на участке нижнего бьефа протяженностью 28 км выявил, что наибольшее врезание русла имело место на приплотинном участке в районе Огурцовских перекатов. В целом на рассматриваемом участке произошло увеличение емкости русла на 20425 тыс. м<sup>3</sup> или на 35% [3, 6, 8].

Необходимость выполнения большого объема дноуглубительных работ на перекатах нижнего бьефа обусловлено понижением уровней воды вследствие глубинной эрозии и свидетельствует о том, что в потоке в период половодья содержится достаточное количество наносов для их образования за счет интенсивного развития боковой эрозии.

На приплотинном участке длиной 16 км продолжается размыв берегов, который за период с 1956 года составил: для правого берега – от 100 до 450 м, для левого – от 20 до 260 м. Ниже по течению (16–30 км) размыв берегов составлял не более 150 м.

Уменьшение водности боковых рукавов, вследствие снижения высоты половодий, способствовало быстрому превращению крупных островов в прибрежные.

На участке от ГЭС до мыса Камешек поток собрался в едином русле, а боковые правобережные рукава заполнились наносами, чему способствовало возведение системы дамб, ограждающих нижний подходной канал и перекрывших истоки ряда проток. Ниже по течению процесс перераспределения и сосредоточения стока проходит более медленно.

Полное отмирание боковых рукавов и превращение русла в неразветвленное свойственно только участку, примыкающему к плотине. Ниже по течению сохраняется разветвленное русло, причем при отмирании наиболее длинных узлов разветвлений (длиной 8–10 км) сохраняются узлы разветвлений длиной 2–4 км, и в основных рукавах бывших длинных узлов разветвлений формируются осередки, являющиеся ядрами новых мелких узлов разветвления [10].

Посадка уровней и изменение характера русловых деформаций произошли в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС в результате как зарегулированности стока, так и разработки русловых карьеров для добычи нерудных строительных материалов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куприянов, В. В. Гидрологические аспекты урбанизации : гидрология городов и урбанизированных территорий. Л. : Гидрометеиздат, 1977. 180 с.
2. Шикломанов, И. А. Антропогенные изменения водности рек [Текст]. - Ленинград : Гидрометеиздат, 1979. - 302 с.
3. Курбанова, С. Т., Мозжерин, В. И. Деградация речной сети Татарстана как отражение изменений геоэкологических условий // XVIII пленарн. межвуз. координац. совещ. по пробл. эрозийных, русловых и устьевых процессов. Курск: Изд-во МГУ, 2003. С. 150-151.
4. Гидрологические изменения. 2018. В сб.: Вопросы географии. Под ред. Котляков В. М., Коронкевич Н. И., Барабанова Е. А. М., ИД «Кодекс», 432 с.
5. Дегтярев, В. В. Проектирование и эксплуатация выправительных сооружений на внутренних водных путях : Учеб. пособие для ин-тов вод. трансп. // - М. : Транспорт, 1981. - 224 с.
6. Ботвинков В.М. и др. Гидроэкологические проблемы русла р. Оби в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС // Эрозионные и русловые процессы. 2005. Т. 4. С. 90–103.
7. Селезнева, А. В. Антропогенная нагрузка на реки от точечных источников загрязнения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2003. Т. 5. № 2. С. 268-277.
8. Бондаренко, Ю. В., Афонин, В. В., Фисенко, Б. В. Определение проектных гидрологических и морфометрических характеристик русел рек при их экологической реабилитации // Научное обозрение. 2015. № 4. С. 141-146.
9. Беркович, К. М., Векслер, А. Б., Виноградова, Н. Н., Доненберг, В. М., Лысенко, В. В., Маккавеева, Н. И., Рулева, С. Н., Чалов, Р. С. Формирование русла Оби в нижнем Бьефе Новосибирской ГЭС // Труды ЗапСибНИИ Госкомгидромета. Вып.52.1981
10. Чалов, Р. С., Рулёва, С. Н., Михайлова, Н. М. Оценка морфо-динамической сложности русла большой реки при планировании водохозяйственных мероприятий (на примере р. Оби) // География и природные ресурсы. 2016. № 1. С. 29-37.

© В. Н. Малыгин, Д. В. Панов, О. В. Рослякова, А. Ю. Кудряшов, 2023