

**ВОДНЫЕ ПУТИ, ПОРТЫ И ГИДРОТИХНИЧЕСКИЕ
СООРУЖЕНИЯ**

**WATERWAYS, PORTS AND HYDRAULIC ENGINEERING
CONSTRUCTIONS**

УДК 627.4

DOI: 10.37890/jwt.vi73.317

**Оценка проблемных участков плотовых перевозок на
Верхней Каме от с. Бондюг до г. Соликамск, вызванных
русловыми деформациями, и пути их устранения**

Ю.Е. Воронина¹

М.В. Молчанова¹

ORCID: 0000-0003-2391-7279

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

Аннотация: Анализ русловых деформаций лимитирующих участков рек является основой при выборе схемы коренного улучшения судоходных условий на них. На примере Верхней Камы на участке от с. Бондюг до г. Соликамск выполнены исследования продольных и плановых многолетних деформаций, вызывающих затруднения для судоходства. Приведены характеристики затруднительных для судоходства участков от с. Бондюг до г. Соликамск. Определены основные тенденции развития русла по участкам в рассматриваемых границах и интенсивность русловых деформаций. Характер многолетних деформаций весьма разнообразен. Весь участок делится на короткие промежутки аккумуляции наносов и более длительные участки размыва. На основании выполненного анализа многолетних русловых деформаций предложен комплекс путевых работ, включающий дноуглубление и возведение выправительных сооружений, способствующих устранению проблемных водных узлов.

Ключевые слова: судоходные условия, гарантированные габариты, русловые деформации, совмещенные и сопоставленные планы, затруднительный участок, аккумуляция наносов.

**Assessment of problematic sections of raft transportation on the
Verhnyaya Kama river from Bondyug village to Solikamsk caused
by riverine deformations and ways to eliminate them**

Yulia E. Voronina¹

Marianna V. Molchanova¹

ORCID: 0000-0003-2391-7279

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

Abstract: The analysis of channel deformations of the limiting sections of rivers is the basis for choosing a scheme for radically improving navigable conditions on them. The studies of longitudinal and planned long-term deformations causing difficulties for navigation have been carried out on the example the Verhnyaya Kama on the section from Bondyug village to Solikamsk. The characteristics of the sections difficult for navigation from the village of Bondyug to Solikamsk are given. The main trends in the development of the channel along the sections within the boundaries under consideration and the intensity of channel deformations are set. The nature of long-term deformations is very diverse. The entire area is divided into short periods of sediment accumulation and longer periods of erosion. On the basis of the performed analysis of long-term channel deformations, a set of track works was proposed, including dredging and erection of corrective structures that contribute to the elimination of problematic water nodes.

Keywords: navigable conditions, guaranteed dimensions, channel deformations, combined and compared plans, difficult site, sediment accumulation.

Введение

На участке р. Кама от с. Бондюг до г. Соликамск протяженностью 129 км в период высоких уровней воды осуществляются перевозки плотовыми составами древесины с верховья реки. Данный тип перевозок является основным направлением использования Верхней Камы. С 2004 года по 2016 год сплав леса в плотах в разные годы составлял 150-330 тыс. куб. м. Начиная с 2017 года объемы увеличились до 450 тыс. куб. м. Лес в плотах идет на переработку на АО «Соликамскбумпром» г. Соликамск – одним из лидеров целлюлозно-бумажной промышленности России и на ООО «Красный Октябрь» г. Пермь. Указанные объемы полностью не покрывают годовой необходимости в древесине. Возможности промышленности еще не исчерпаны и увеличение поставок леса позволит расширить производство в связи с растущими запросами конечного потребителя. Столь ограниченный сплав леса лимитируется коротким сроком навигации, которая осуществляется лишь при высоких уровнях в период половодья. При понижении уровней воды после спада половодья необходимые габариты пути не могут быть обеспечены.

В современных условиях увеличение объема перевозок на рассматриваемом участке р. Кама возможно при выполнении объемного комплекса путевых работ, направленного на улучшение судоходного состояния затрудняющих судоходство участков водного пути.

Исследуемый участок р. Кама по условиям судоходства целесообразно рассматривать по двум направлениям (рис.1):

1 - Верхняя Кама (с. Бондюг, 77 км - пгт. Керчевский, 0 км) по карте р. Кама от устья реки Лиз до поселка городского типа Керчевский. Габариты судового хода на этом участке пути не гарантированы;

2 - участок р. Кама от пгт. Керчевский до г. Березники, являющийся частью Камского водохранилища (2546-2467 км от южного порта Москвы по Атласу ЕГС ЕЧ РФ, том 9, часть 1).

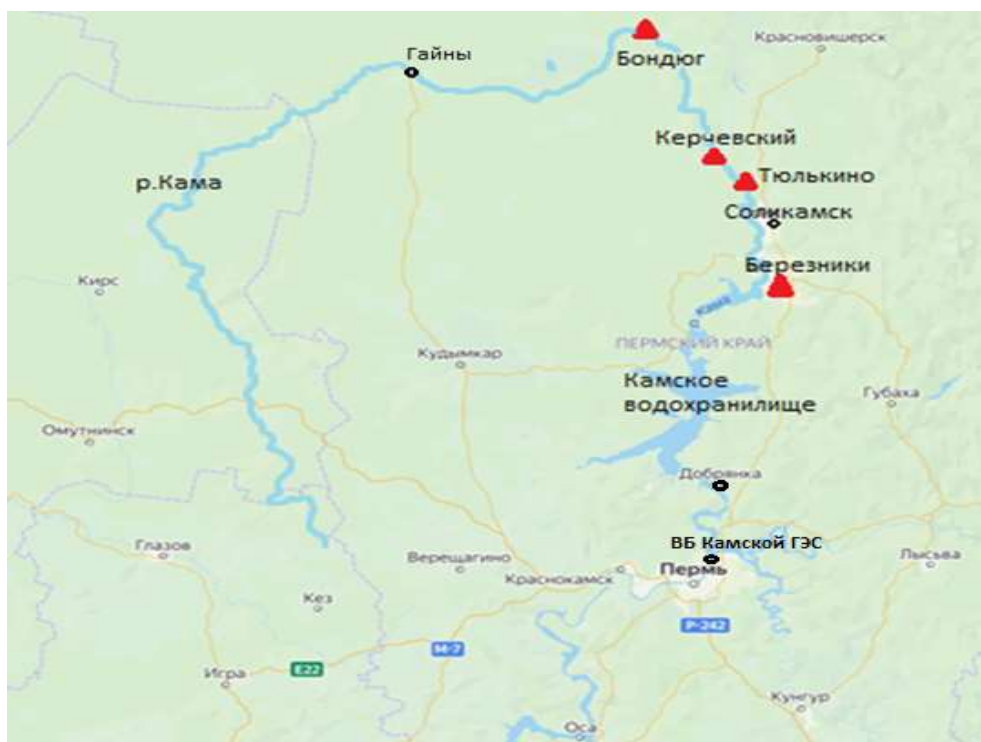


Рис. 1. Ситуационный план бассейна р. Кама

Участок Верхней Камы (селение Бондюг-поселок городского типа Керчевский) имеет протяженность 77 км, из которых порядка 25 км – зона выклинивания переменного подпора Камского водохранилища, остальной участок – свободная река. Участок р. Кама от пгт. Керчевский до г. Березники является частью Камского водохранилища, образованного осенью 1953 году в результате перекрытия реки Кама плотиной Камского гидроузла в районе города Пермь.

К наиболее затруднительным местам для судоходства на участке с. Бондюг - пгт. Керчевский относятся участки с крутыми изгибами русла, где действуют прижимные и свальные течения и перекаты, расположенные в крутых коленах, с малыми глубинами.

Изучение затруднительных участков Верхней Камы необходимо для установления характера русловых процессов с выявлением факторов, затрудняющих судоходство, и прогноза русловых переформирований на ближайшие годы. Поэтому целью исследования является оценка проблемных участков плотовых перевозок на Верхней Каме от с. Бондюг до г. Соликамск, вызванных русловыми деформациями. Результаты исследования необходимы для выбора схемы коренного улучшения судоходных условий на Верхней Каме.

Методы

Речной поток является активной силой – он размывает породы, слагающие русло, измельчает продукты разрушения, перемещает их и откладывает эти продукты при уменьшении транспортирующей способности. При изменении скоростного режима поток деформирует русло, переносит ранее отложившиеся наносы и т. д.

Изменение формы русла и русловых образований под воздействием потока представляет собой русловый процесс, то есть процесс взаимодействия потока и

русла. Этот процесс весьма сложный, поскольку сложна динамика речного потока, под влиянием которого изменяется геометрия русел, принимающих весьма разнообразные очертания как в плане, так и в поперечных сечениях [8].

В процессе установления причинных связей между отдельными явлениями руслового процесса и составления прогноза русловых деформаций при изучении затруднительных участков Верхней Камы наряду с руководящими материалами [9, 10], имеющимися картографическими материалами использованы данные русловых исследований.

При всем многообразии форм речных русел можно обнаружить, что некоторые формы устойчиво повторяются, встречаясь на реках, удаленных друг от друга и даже находящихся в несхожих климатических условиях. Эти наиболее часто встречающиеся формы связаны с определенными типами руслового процесса.

Русловые процессы на равнинных реках по характеру русловых и пойменных деформаций подразделяются на следующие типы [7]:

- а) побочневый, свойственный прямолинейным или слабо изогнутым руслам с подвижными донными грунтами; побочневый тип руслового процесса выражается в сползании вниз по течению крупных, косо расположенных в русле гряд.
- б) свободное меандрирование, развивающееся в широких долинах с относительно высокой поймой и преобладанием в составе пойменных отложений связных грунтов;
- в) незавершенное меандрирование, развитию, которого способствует небольшая высота поймы и рыхлый состав ее грунтов;
- г) пойменная многорукавность; по условиям развития и характеру переформирования этот тип близок к незавершенному меандрированию;
- д) русловая многорукавность с подтипами островной и осередковой многорукавности; первый из этих подтипов обычно связан с побочневым типом процесса и может идти с ним совместно.

Типы руслового процесса могут неоднократно сменять друг друга на протяжении одной и той же реки. На многих участках наблюдаются комбинации двух или трех типов процесса.

Для описания и анализа деформаций отобранный плановый материал русловых съемок объединен в хронологическую ленту сопоставленных и совмещенных планов. Если участок содержит несколько перекатов, то такие ленты составлены для группы взаимосвязанных перекатов.

По совмещенным планам устанавливается:

- а) устойчивые к деформации участки и элементы русла;
- б) однонаправленные деформации размывов и намывов;
- в) циклические разнонаправленные деформации русла и береговой полосы;
- г) количественная интенсивность (м /год) русловых деформаций берегов;
- д) средние скорости движения легкоразмываемых подвижных элементов русла – побочней и осередков;
- е) характер смещения и переформирования перекатов в другой тип;
- ж) изменения в основном стрежне потока и др.

Анализ сопоставленных планов проводится для уточнения на затруднительном участке величин деформаций русла, определенных по совмещенным планам, и для увязки их с осредненными за интервалы времени гидрологическими параметрами.

Мероприятия по коренному улучшению судоходных условий на затруднительном участке реки Кама в значительной степени определяются расположением нового

судового хода в период продленной навигации, а также необходимостью в выправительных русловых сооружениях. Причем новый судовой ход и выправительная трасса должны быть максимально устойчивыми к заносимости и негативной глубинной эрозии. Поэтому перед проектированием устанавливается направление развития естественного русла на всем рассматриваемом участке и на отдельных его узлах (перекатах). Изучение переформирований русла за предыдущие годы позволяет достаточно точно предсказать направление и интенсивность переформирований участка в будущем. На затруднительных участках, в особенности в разветвленных руслах, анализ многолетних русловых переформирований и данных геологического строения речной долины имеет определяющее значение для выбора варианта их коренного улучшения.

При анализе деформаций русла происходило выявление плановых изменений с расчетом основных параметров движения береговой полосы и глубинных изобат, а также определялись особенности изменений форм русла на основании оценки ряда показателей.

Поступающие с верховья реки наносы в виду значительной транспортирующей способности реки, особенно в период половодья, могут участвовать в формировании гребней перекатов, а также побочных образований береговой полосы.

Причиной оседания частиц грунта могут служить не только увеличение площадей сечений русла при подходах к различным островам, но и локальное снижение скорости потока за счет естественных или антропогенных воздействий на русло.

Исследование переката в отдельности не является объективной формой анализа ввиду того, что воздействие на него оказывает все русло в целом, и особенно глубокие места русла (плесы), где формируются основные глубины. А плес-перекатная структура реки стабильна.

Чаще всего изменения руслового процесса имеют циклический характер. Поэтому анализ выполняется за достаточно продолжительный период наблюдений.

Описание деформаций выполняется кратко, без деталей процесса, избегая протокольного описания хода событий, поскольку он и так ясен из сопоставленных и совмещенных планов. Описание состоит в указании наиболее существенных сторон наблюдаемого руслового процесса. Основной целью описания и анализа должно быть обнаружение причинных связей между явлениями.

Результаты

Анализ русловых деформаций проведен на наиболее проблемных участках р. Кама от с. Бондюг до пгт. Керчевский. К таким участкам отнесены: 66-71 км, 58-63 км, 51-54 км, 41-47 км, 26-34 км, 22-24 км, 4-7 км. Километраж приведен по существующему судовому ходу.

Для анализа переформирований русла на выделенных участках р. Кама были построены совмещенные планы участка за 2004 и 2013 гг. (на рис. 2 приведен пример совмещенного плана 58-63 км). Совмещение планов производилось путем наложения постоянных объектов береговой полосы. Совпадение направления север-юг является контрольным ориентированием планов. Для упрощения анализа и качественного чтения материала русловых съемок на совмещенный план были нанесены изобаты условного (проектного) уровня воды 80% обеспеченности и глубинной изобаты 1,3 м. Сопоставленные планы основывались на данных Атласов ЕГС за указанные различные годы съемок. Пример укрупненного сопоставленного плана за указанные годы представлен на рис.3.

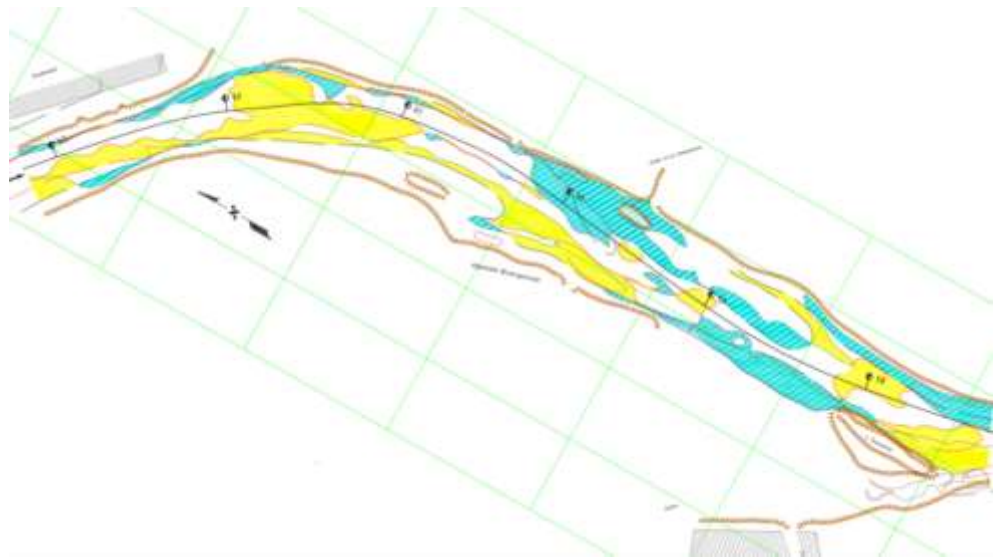


Рис. 2. Совмещенный план р. Кама за 2004-2013 гг. (58-63 км)

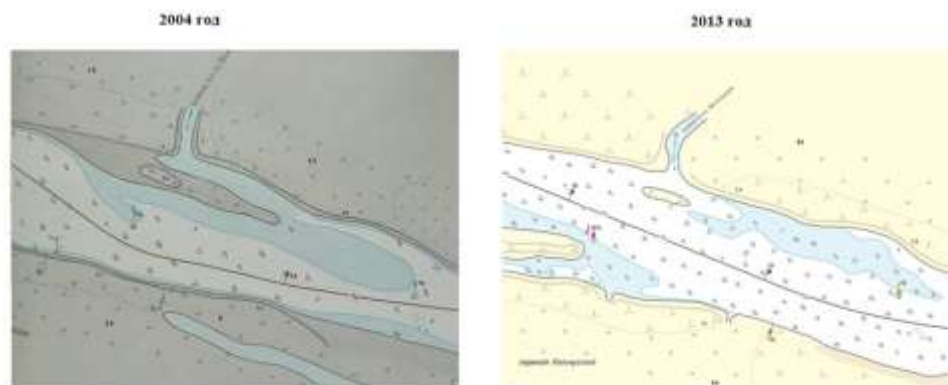


Рис. 3. Сопоставленные планы участка 58-59 км р. Кама по картам реки

Помимо плановых деформаций для более детального исследования применялся вид продольных вертикальных разрезов. Необходимость в составлении таких профилей возникла для оценки русловых деформаций применительно к выправительным работам в русле р. Кама – устройство запруд, полузапруд. Также анализ вертикальных деформаций позволяет наиболее полно оценить гидравлические возможности реки для установления увеличенных судоходных глубин.

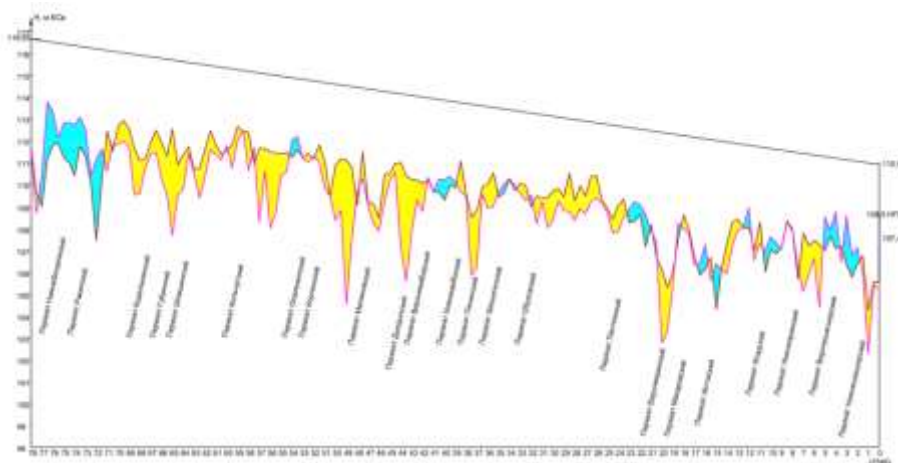
Вертикальные деформации состоят в изменении отметок дна в процессе транспорта руслообразующих наносов. Вертикальные деформации на участке от с. Бондюга до пгт. Керчевский и от пгт. Керчевский до пгт. Тюлькино исследовались путем сопоставления разновременных картографических материалов, а также технических отчетов, предоставленных Бельским районом водных путей и судоходства.

Общая картина вертикальных деформаций показана на графике совмещенных профилей дна по линии существующего судового хода, построенным по данным за 2004-2013 гг. и 2013-2021 гг. (рис. 4 – 5).

За первый ранний период (2004-2013 гг.) на участке от Бондюг до Керчевского можно выявить следующие характерные особенности русла. В верхней части участка 71-78 км существующего судового хода в основном преобладают деформации размыва со средней интенсивностью 2 м/год. Ниже, на 51-71 км, происходит оседание этих частиц с вышерасположенного участка. Ввиду значительной протяженности аккумуляционной части (в два раза превышающей по длине зону размыва) оседание частиц в меньшей степени заносит русло. Чередование зон намыва и размыва продолжается и ниже по течению. Стабилизация же русла происходит лишь в районе 19-ого километра существующего судового хода. Такие динамические изменения характерны для рек, сложенных песчаным дном с легкоразмываемыми грунтами, где наблюдается интенсивное движение аллювиальных гряд.

Анализ совмещения продольных профилей за 2013 и 2021 гг. показал в целом, что зона относительной стабильности участка увеличилась и стала наблюдаться ниже по течению, начиная с 36 км существующего судового хода.

2004-2013гг.



2013-2021гг.

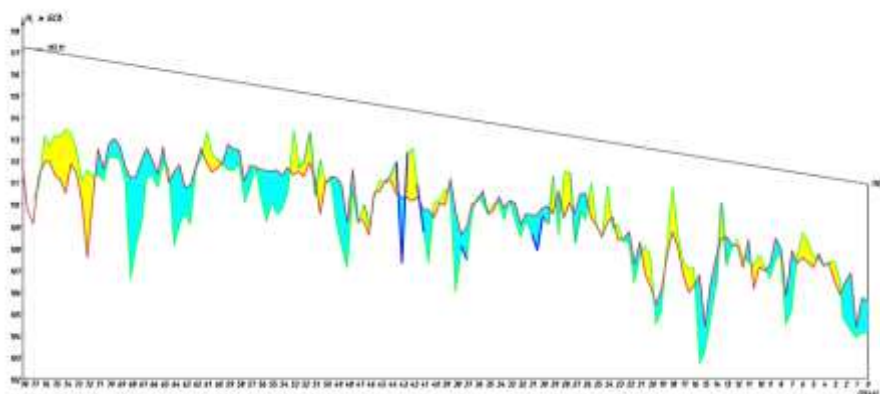


Рис. 4. Совмещенные продольные профили дна р. Кама на существующем судовом ходу по участку Бондюг – Керчевский

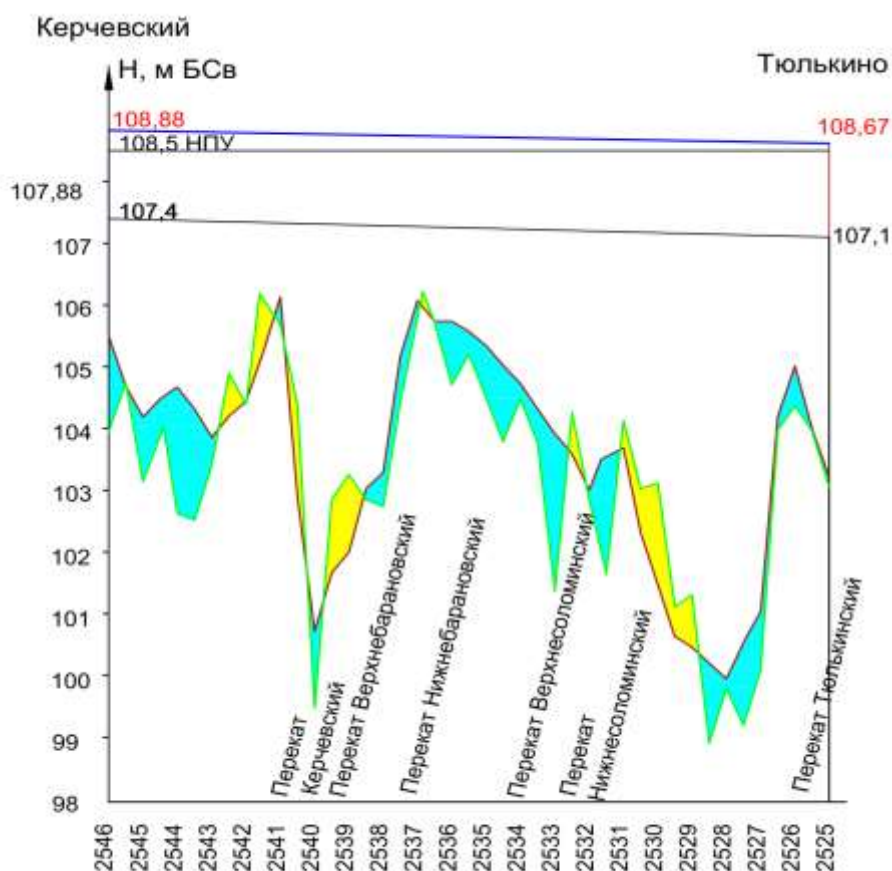


Рис. 5. Совмещенные продольные профили дна р. Кама на существующем судовом ходу по участку Керчевский - Тюлькино за 2013 – 2021 гг.

По совмещенному продольному профилю участка г/п Керчевский – Тюлькино (рис. 5) за 2013-2021 года видно, что за рассматриваемый период никаких существенных деформаций по существующему судовому ходу не наблюдается. Дно реки относительно стабильно с небольшим отклонением в сторону глубинной эрозии, что благоприятно сказывается на судоходных глубинах.

Деформации на участке Тюлькино – Соликамск как участка водохранилища, находящегося в подпоре, связаны с годом постройки Камского гидроузла (1954 г – первая очередь строительства). Для подавляющего большинства водохранилищ на равнинных реках процесс отложения наносов опасности не представляет, так как объем годового стока наносов у них составляет малую долю от объема водохранилища. А судоходные глубины из-за наличия подпора значительно больше естественных на реке и больших изменений в сторону их уменьшения после многолетнего использования гидроузлов не будет. Поэтому деформации русла на участке Тюлькино – Соликамск нами не были рассмотрены, а исследования ограничены детализацией анализа руслового процесса на вышележащем участке.

По описанным выше затруднительным участкам была составлена таблица основных особенностей деформаций с учетом совмещенных продольных профилей 2013 и 2021 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Деформации русла на участке Бондюг – Керчевский

Километраж затруднительного участка	Особенности многолетних деформаций
4-7 км	Верхняя часть участка в районе 7-го км за последний период заносится, что может потребовать кардинальных решений по изменению положения судового хода. Ближе к 5-му км русло стабильно.
22-24 км	На протяжении всего рассматриваемого участка наблюдается устойчивое дно
26-34 км	Незначительные размывы вверху участка интенсифицируются к его середине до места впадения р. Уролка. Грунты, слагаемые русло имеют максимальные диаметры частиц по всему участку от Бондюга до Керчевский, согласно гранулометрическому составу донных отложений (Том 2). Ниже впадения р. Уролка явно прослеживается заносимость существующего судового хода за рассматриваемый период.
41-47 км	На протяжении всего рассматриваемого участка наблюдается устойчивое дно.
51-54 км	Весь рассматриваемый участок аккумулирует наносы с вышележащих участков со скоростью 10 см/год
58-63 км	На протяжении всего участка наблюдается разнонаправленность процессов деформации с максимальными скоростями зон намывов и размывов до 8 см/год
66-71 км	Весь рассматриваемый участок подвержен деформациям размыва. Максимально наблюдаемые – на 67-66 км существующего судового хода.

Таким образом, на исследуемом участке характер многолетних вертикальных деформаций весьма разнообразен. Весь участок делится на короткие промежутки аккумуляции наносов и более длительные участки размыва, а зоны стабилизации деформаций с 2013 г. наблюдаются от 36 км р. Кама вниз по течению до г/п Тюлькино.

На основании выполненного анализа многолетних русловых деформаций предложен комплекс путевых работ, включающий дноуглубление и возведение выправительных сооружений, способствующих устранению проблемных водных узлов (табл. 2).

Таблица 2

Затруднительные участки исследуемого водного пути с.Бондюг – пгт. Керчевский на р. В.Кама (километраж по старому судовому ходу) и предложенные варианты улучшения судоходных условий на них

Расположение затруднительного участка	Наименование перекаатов	Вариант улучшения судоходных условий
4-7 км	Верхнешакшерский	Судоходная прорезь и полузапруда
22-24 км	Верхнеяранский	Судоходная прорезь
26-35 км	Лопатинский Обуховский	Пять судоходных прорезей и два выправительных сооружения
41-42 км	Амборский	Судоходная прорезь
43-46 км	Долдынский	Перенос судового хода с разработкой судоходной прорези + струенаправляющая дамба
51-54 км	Корнинский	Две судоходные прорези
58-59 км	Гашковский	Судоходная прорезь
74-77км	Нижнебондюжский	Две судоходные прорези

В дальнейшем для каждого предложенного мероприятия по улучшению судоходных условий требуется определить характеристики и параметры дноуглубительных прорезей и выправительных сооружений, рассчитать объемы работ, подобрать необходимую для их производства технику.

Заключение

В процессе исследования проведена оценка проблемных участков плотовых перевозок на Верхней Кама от с. Бондюг до г. Соликамск посредством анализа русловых переформирований и причин деформации русла р. Кама от с. Бондюг до г. Соликамск.

В результате анализа плановых изменений русла определены основные тенденции его развития по участкам в рассматриваемых границах и интенсивность русловых деформаций.

При анализе продольной деформации участка, связанной с изменением отметок дна в процессе транспорта руслообразующих наносов, по материалам совмещенных профилей дна по линии существующего судового хода за 2004-2013 гг. и 2013-2021 гг. выявлены динамические изменения, характерные для рек, сложенных песчаным дном с легкоразмываемыми грунтами, где наблюдается интенсивное движение аллювиальных гряд.

Выполненный анализ русловых деформаций, вызывающих затруднения для судоходства, использован для разработки рациональных вариантов улучшения судоходных условий, связанных с обоснованием положения судового хода и его габаритов, целесообразностью применения выправительных сооружений.

Список литературы

1. Гришанин К.В. Водные пути // Учебник для ВУЗов/ К.В. Гришанин, В.В. Дегтярев, В.М. Селезнев – М.: Транспорт, 1986. – 400 с.
2. Дегтярев В.В. Селезнев В.М., Фролов Р.Д. Водные пути: Учебник для вузов – М.: Транспорт, 1980 – 328 с.
3. Михайлов А.В., Левачев С.Н. Водные пути и порты: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1982 – 224 с.
4. Гришанин К.В. Сорокин Ю.И. Гидрология и водные изыскания. Учебник для вузов / Под ред. К.В. Гришанина. – М. Транспорт, 1982. – 212 с.
5. Чернышов Ф.М. Пути повышения эффективности дноуглубительных и выправительных работ на судоходных реках // Труды гидротехники, вып. XXVIII / Ф.М. Чернышов – Новосибирск, 1968. – С. 122–142.
6. Руководство по улучшению судоходных условий на свободных реках // С. Петербург, 1992. – 312 с.
7. Руководство по методам расчета планирования и оценки эффективности путевых работ на свободных реках // М.: Транспорт, 1978. – 104 с.
8. Маккавеев Н.И. Русловой режим рек и трассирование прорезей. / Н.И. Маккавеев. – М.: Речиздат, 1949 г. – 202 с.
9. Руководство по проектированию коренного улучшения судоходных условий на затруднительных участках свободных рек. – Л.: Транспорт; 1974. – 312 с
10. Руководство по изысканиям и анализу руслового процесса на затруднительных участках свободных рек / Главное управление водных путей и гидротехнических сооружений Минречфлота РСФСР. – М.: Транспорт, 1981. – 36 с.
11. Чалов Р.С. Показатели устойчивости русла, их использование для оценки интенсивности русловых деформаций и пути совершенствования // Динамика русловых потоков / Р.С. Чалов – Л.: 1983.
12. Воронина Ю.Е. Изменение судоходного состояния рек в результате канализирования русла. Труды МГУ «Динамика овражно-балочных форм и русловые процессы». / Ю.Е. Воронина. – М.: МГУ, 2002. – с. 76-81.
13. Воронина Ю.Е. Русловые деформации на участке нижнего бьефа Чайковского шлюза. Эрозионные, русловые и устьевые процессы (исследования молодых ученых

университетов) [сборник статей по материалам XI семинара молодых ученых вузов, объединяемых советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов] / Ю.Е. Воронина, М.А. Матюгин. – Н. Новгород: Мининский университет, 2016. – С. 158-162.

References

1. Grishanin K.V. Vodnye puti [Waterways] // Uchebnik dlya vuzov/ K.V. Grishanin, V.V. Degtyarev, V.M. Seleznev – M.: Transport, 1986. – 400 s.
2. Degtyarev V.V. Seleznev V.M., Frolov R.D. Vodnye puti [Waterways]: Uchebnik dlya vuzov – M.: Transport, 1980 – 328 s.
3. Mikhailov A.V., Levachev S.N. Vodnye puti i porty [Waterways and ports]: Uchebnik dlya vuzov. – M.: Vysshaya shkola, 1982 – 224 s.
4. 4 Grishanin K.V. Sorokin YU.I. Gidrologiya i vodnye izyskaniya [Hydrology and water surveys]. Uchebnik dlya vuzov / Pod red. K.V. Grishanina. – M. Transport, 1982. – 212 s.
5. Chernyshov F.M. Puti povysheniya ehffektivnosti dnouglubitel'nykh i vypravitel'nykh работ na sudokhodnykh rekakh [Ways to improve the efficiency of dredging and straightening works on navigable rivers] // Trudy gidrotekhniki, vyp. KHKHVIII / F.M. Chernyshov – Novosibirsk, 1968. – S. 122–142.
6. Rukovodstvo po uluchsheniyu sudokhodnykh uslovii na svobodnykh rekakh [Guidelines for improving navigable conditions on free rivers] // S. Peterburg, 1992. – 312 s.
7. Rukovodstvo po metodam rascheta planirovaniya i otsenki ehffektivnosti putevykh работ na svobodnykh rekakh [Manual on methods for calculating planning and evaluating the effectiveness of track work on free rivers] // M.: Transport, 1978. – 104 s.
8. Makkaveev N.I. Ruslovoi rezhim rek i trassirovanie prorezei [Riverbed regime and slot tracing] / N.I. Makkaveev. – M.: Rechizdat, 1949 g. – 202 s.
9. Rukovodstvo po proektirovaniyu korennoho uluchsheniya sudokhodnykh uslovii na zatrudnitel'nykh uchastkakh svobodnykh rek [Guidelines for the design of a radical improvement of navigable conditions in difficult sections of free rivers]. – L.: Transport; 1974. – 312 s
10. Rukovodstvo po izyskaniyam i analizu ruslovogo protsessa na zatrudnitel'nykh uchastkakh svobodnykh rek [Guide to the exploration and analysis of the channel process in difficult areas of free rivers] / Glavnoe upravlenie vodnykh putei i gidrotekhnicheskikh sooruzhenii Minrechflota RSFSR. – M.: Transport, 1981. – 36 s.
11. Chalov R.S. Pokazateli ustoichivosti rusla, ikh ispol'zovanie dlya otsenki intensivnosti ruslovykh deformatsii i puti sovershenstvovaniya [Indicators of channel stability, their use to assess the intensity of channel deformations and ways to improve] // Dinamika ruslovykh potokov./ R.S. Chalov – L.: 1983.
12. Voronina YU.E. Izmenenie sudokhodnogo sostoyaniya rek v rezul'tate kanalizirovaniya rusla [Changes in the navigable state of rivers as a result of channeling of the riverbed]. Trudy MGU «Dinamika ovrazhno-balochnykh form i ruslovyeh protsessov». / YU.E. Voronina. – M.: MGU, 2002. – s. 76-81.
13. Voronina YU.E. Ruslovyeh deformatsii na uchastke nizhnego b'efa Chaikovskogo shlyuza [Channel deformations on the section of the lower reaches of the Tchaikovsky lock]. Ehrozionnyeh, ruslovyeh i ust'evyeh protsessy (issledovaniya molodykh uchenykh universitetov) [sbornik statei po materialam KHI seminarov molodykh uchenykh vuzov, ob"edinyayemykh sovetom po probleme ehrozionnykh, ruslovykh i ust'evykh protsessov] / YU.E. Voronina, M.A. Matyugin. – N. Novgorod: Mininskii universitet, 2016. – S. 158-162.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Воронина Юлия Евгеньевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Водных путей и гидротехнических сооружений», Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail:

Yulia E. Voronina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Waterways and Hydraulic Structures, Volga State University of Water Transport, 603950, Nizhny Novgorod,

yulez@yandex.ru

Молчанова Марианна Владимировна,
старший преподаватель кафедры «Водных
путей и гидротехнических сооружений»,
Волжский государственный университет
водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»),
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5,
e-mail: Marianm2007@yandex.ru

Nesterova str., 5, e-mail: yulez@yandex.ru

Marianna V. Molchanova, Senior Lecturer of
the Department of Waterways and Hydraulic
Structures, Volga State University of Water
Transport, 603950, Nizhny Novgorod,
Nesterova str., 5, e-mail:
Marianm2007@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 15.06.2022; опубликована онлайн 20.12.2022.
Received 15.06.2022; published online 20.12.2022.