

УЧРЕЖДЕНИЯ: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ), Северо-Двинское государственное бассейновое управление водных путей и судоходства («Севводпуть»)

ТЕМА: Переформирования русел рек Вычегды и Сысолы в Сыктывкарском водном узле и меры по предотвращению их негативных тенденций

АВТОРЫ: А.С. ЗАВАДСКИЙ, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева (НИЛ МГУ); С.Н. РУЛЕВА, кандидат географических наук, старший научный сотрудник НИЛ МГУ; Л.А. ТУРЫКИН, кандидат географических наук, научный сотрудник НИЛ МГУ; Р.С. ЧАЛОВ, доктор географических наук, профессор, заведующий НИЛ МГУ; В.Г. ШМЫКОВ, руководитель «Севводпути»

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЫКТЫВКАРСКОГО ВОДНОГО УЗЛА

Сыктывкарский водный узел (СВУ) располагается при слиянии рек Вычегды и Сысолы. На левом коренном берегу сливающихся рек находится столица Республики Коми – город Сыктывкар (до 1930 года – Усть-Сысольск), в границы которого входят многочисленные поселки на пойменном междуречье обеих рек и на правобережье Вычегды:

Заречье, Сидор-полой, Трехозерка, Седкыркеш, Краснозатонский и др. (рис. 1). Среднегодовой расход воды Вычегды перед узлом слияния составляет – 435 м³/с, Сысолы – 150 м³/с. Переформирования русел и режим перекатов не только определяют состояние водного пути, но и сказываются на функционировании многих объектов городской инфраструктуры.

При соединении долин Вычегды и Сысолы происходит значительное расширение поймы, достигающей

6-7 км. Пойма в узле слияния преимущественно луговая, на пониженных участках, вдоль грив и проток, заросшая кустарниковой растительностью. В половодье она регулярно затопляется, что способствует развитию пойменной многорукавности, элементы которой нередко наследуют старичные понижения обеих рек. Наиболее крупные пойменные протоки – Вельты-полой, Потеряй-полой – на протяжении большей части сохраняют постоянную гидравлическую связь с

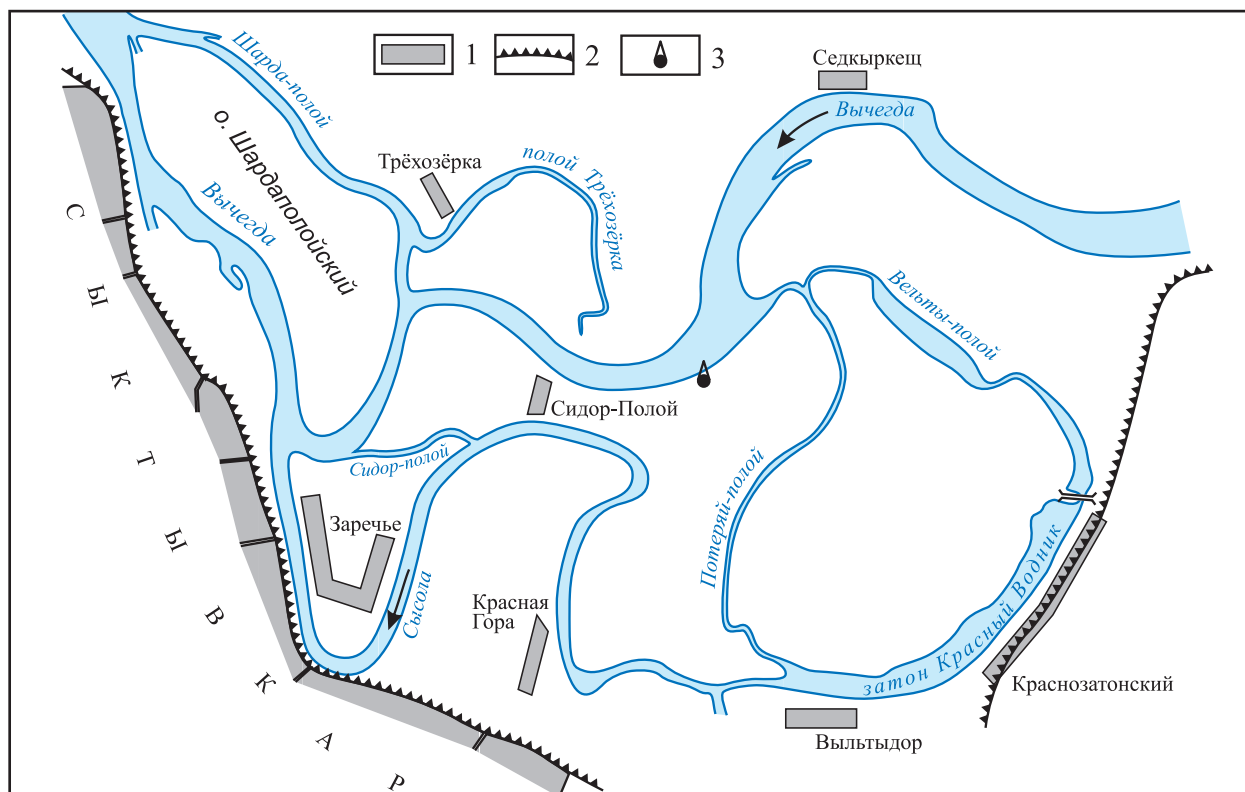


Рис. 1. Сыктывкарский водный узел: 1 – населенные пункты; 2 – коренные и террасовые берега; 3 – городской водозабор

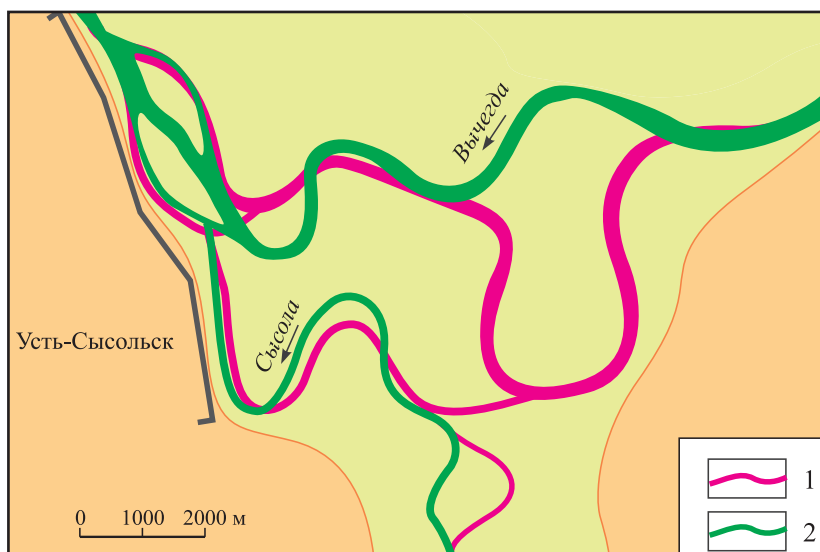


Рис. 2. Изменения положения русел Вычегды и Сысолы в узле их слияния с конца XVIII по начало XX веков: 1 – положение русла по съемке 1780-х годов; 2 – положение русла по съемке 1909 года

обеими реками, хотя являются относительно полноводными только во время половодья.

Общая вычегдско-сысольская пойма подвержена сильной антропогенной трансформации. Последнее проявляется в искусственном наращивании ее отметок при строительстве жилищно-коммунальных и промышленных объектов, прокладке линейных коммуникаций. Хозяйственное освоение приречных территорий существенно изменило естественный режим затопления и направление потоков воды по пойме при ее затоплении во время весеннего подъема уровней воды.

Центральная часть Сыктывкара расположена на левом высоком берегу – надпойменной террасе, спускающейся к Сыsole 25-метровым склоном; отдельные районы и поселения, относящиеся к муниципальному образованию городского округа «Сыктывкар», разбросаны по пойме на различном удалении в пределах всего долинного комплекса в узле слияния.

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

На протяжении веков в пределах СВУ происходило изменение положения русел обеих рек, проявлявшееся в развитии и спрямлении излучин, отмирании и создании новых рукавов, изменении места слияния рек. Об этом свидетельствуют многочисленные старичные понижения и веера блуждания русел, хорошо дешифри-

руемые на космических снимках. На рис. 2 показано изменение положения русел Вычегды и Сысолы с конца XVIII по начало XX века.

Наиболее интенсивные русловые переформирования наблюдались на Вычегде. В середине XIX века произошло спрямление излучины, старорежье которой сейчас в основном наследуется Вельты-полоем. До этого времени существовала протока (указанная на картах конца XVIII века), по ней часть вычегдского потока (из вершины излучины Вычегды) поступала в Сысолу (в районе современного захода в затон Красный Водник). Причем основной узел слияния рек располагался примерно в 4 км ниже современного.

После спрямления вычегдской излучины стала формироваться новая конфигурация узла слияния. В 1908 году оно осуществлялось под очень острым углом и было в 2,3 км ниже современного. Встречный размыв берегов на пологих излучинах обеих рек к в 1930 году привел к отторжению нижней части стрелки в узле слияния, переходу Вычегды в русло Сысолы, смещению узла слияния более чем на 1,6 км вверх по течению и увеличению угла встречи Вычегды с Сысолой до 20°. Образовавшийся остров впоследствии причленился к правобережной пойме Вычегды – острову Шардаполойскому, а нижняя часть правого рукава у этого острова сформировалась в виде современной протоки – Шарда-полюя. Очередной этап переформирования связан со спрямлением в 1940-50-е годы Трехозерской излучины Вычегды (рис. 3). Это привело к увеличению во второй половине XX века скоростей

размывов вогнутых берегов свободных излучин (до 6-8 м/год) и полной перестройке рисунка русла выше узла слияния. Угол встречи обеих рек стал составлять около 80°, что способствовало усилению влияния подпора главной рекой Сысолы и привело к образованию на устьевой части последней протяженного перекаточного участка. На месте бывшего русла Вычегды стала появляться молодая пойма с крупной заводью и озером Ластва.

Если бы спрямления Трехозерской излучины не произошло, то между вогнутыми берегами ориентированных вершинами навстречу друг другу излучин Вычегды и Сысолы в настоящее время существовал бы перешеек шириной 50-70 м.

Размывы вогнутых берегов излучин вызывали в середине XX века большую обеспокоенность в связи с угрозой «прорыва» Сысолы через перешеек, в котором начала развиваться протока – Сидор-полой. В результате сформировалась бы новая конфигурация узла слияния Сысолы и Вычегды и соответственно центральная часть Сыктывкара оказалась бы на берегу старорежья – курьи, постепенно утрачивающей связь с реками. Для предотвращения такого негативного сценария выполнялись берегозащитные мероприятия, разрабатывался проект капитального берегоукрепления.

Увеличение угла подхода Вычегды к узлу слияния сопровождалось образованием раструбообразного расширения русла. Если в период 1949-1965 годов при пологом угле встречи сливающихся рек ширина русла Вычегды в створе стрелки составляла 200 м, то уже в 1990-е годы она увеличилась примерно до 300 м, а находящийся здесь Нижний Латкинский перекаст приобрел черты «внутреннего бара» с двумя ложбинами – вдоль стрелки и среди отмелей ближе к правому выпуклому берегу. Одновременно происходило направленное обмеление перекаста, чему способствовало постепенное развитие Шарда-полюя, который в нижней своей части унаследовал положение русла Вычегды XVIII-XIX веков.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ВЫЧЕГДЕ

Основной особенностью переформирования СВУ на современном этапе является активное развитие Шарда-полюя, куда постепенно перемещается главное течение Вычегды. Это подтверждается результатами измерений расходов воды в 2005-2010 годах.

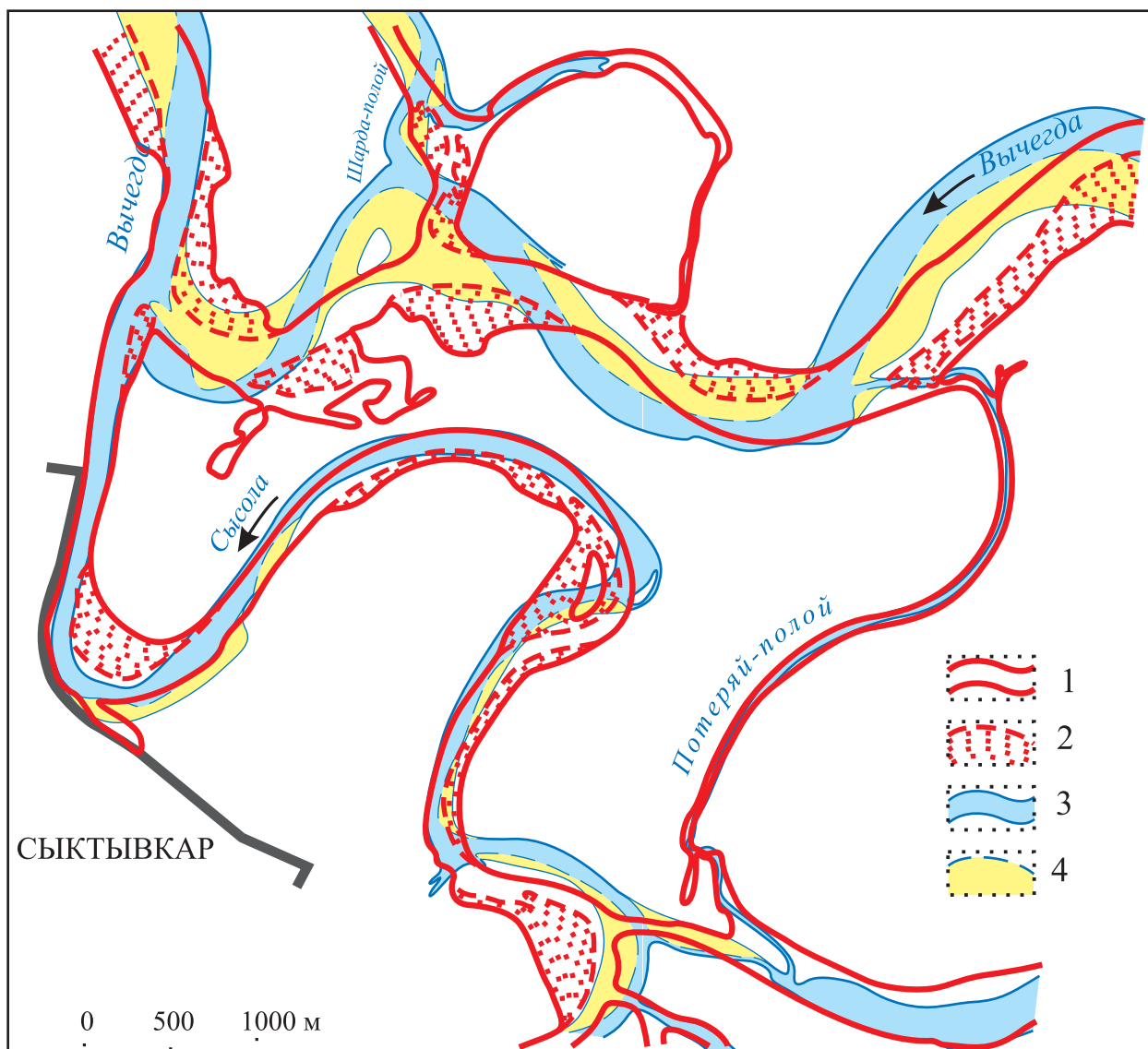


Рис. 3. Общая схема переформирования русел Вычегды и Сысолы в узле их слияния во второй половине XX – начале XXI веков. Положение русла (1) и побочной (2) в 1968 году; положение русла (3) и побочной (4) в 2007 году

В половодье и на его спаде оба рукава являются близкими по водности с тенденцией постепенного увеличения доли стока в Шарда-полой. По мере спада уровней и увеличения подпорного воздействия от Латкинских перекатов основной расход воды Вычегды концентрируется в Шарда-полое. Можно предполагать, что в периоды глубокой летно-осенней межени, а также во время зимней межени его доля в общем стоке Вычегды до слияния с Сысолой достигает 90%.

Активное развитие Шарда-поля подтверждается также распределением руслообразующих наносов (рис. 4). В нем преобладают среднекрупнозернистые и крупнозернистые пески с частыми включениями гравелистых песков и гравия. Средневзвешенный

диаметр наносов уже сейчас значительно превышает диаметр наносов в левом рукаве Вычегды ниже устья Сысолы (0,72 против 0,41 мм). В последнем, особенно в центральной его части, наблюдается интенсивная аккумуляция наносов, определяющая современный режим 2-го Сыктывкарского переката. Распределение уклонов водной поверхности также способствует аккумуляции наносов в левобережной системе и развитию Шарда-поля (рис. 5).

Продольные профили водной поверхности обеих рек на спаде половодья имеют ступенчатый характер, обусловленный чередованием перекатных и плесовых участков, а также местными подпорами в пределах узла слияния рек. В пределах развивающегося Шарда-поля уклоны

изменяются от 0,08 до 0,13%. В границах левобережной системы уклоны минимальные для всего СВУ (0,03%), что создает дополнительные условия для ослабления транспортирующей способности потока и повышенной аккумуляции наносов.

При этом имеет место значительный поперечный уклон (до 0,21%), существующий между истоком Шарда-поля и устьем Сысолы, поддерживающий старое направление течения в период прохождения половодья. Вместе с тем нынешнее развитие Шарда-поля способствует постепенному изменению условий подпора Сысолы со стороны главной реки, основное место возбуждения которого смещается вниз по течению к выходу из него.

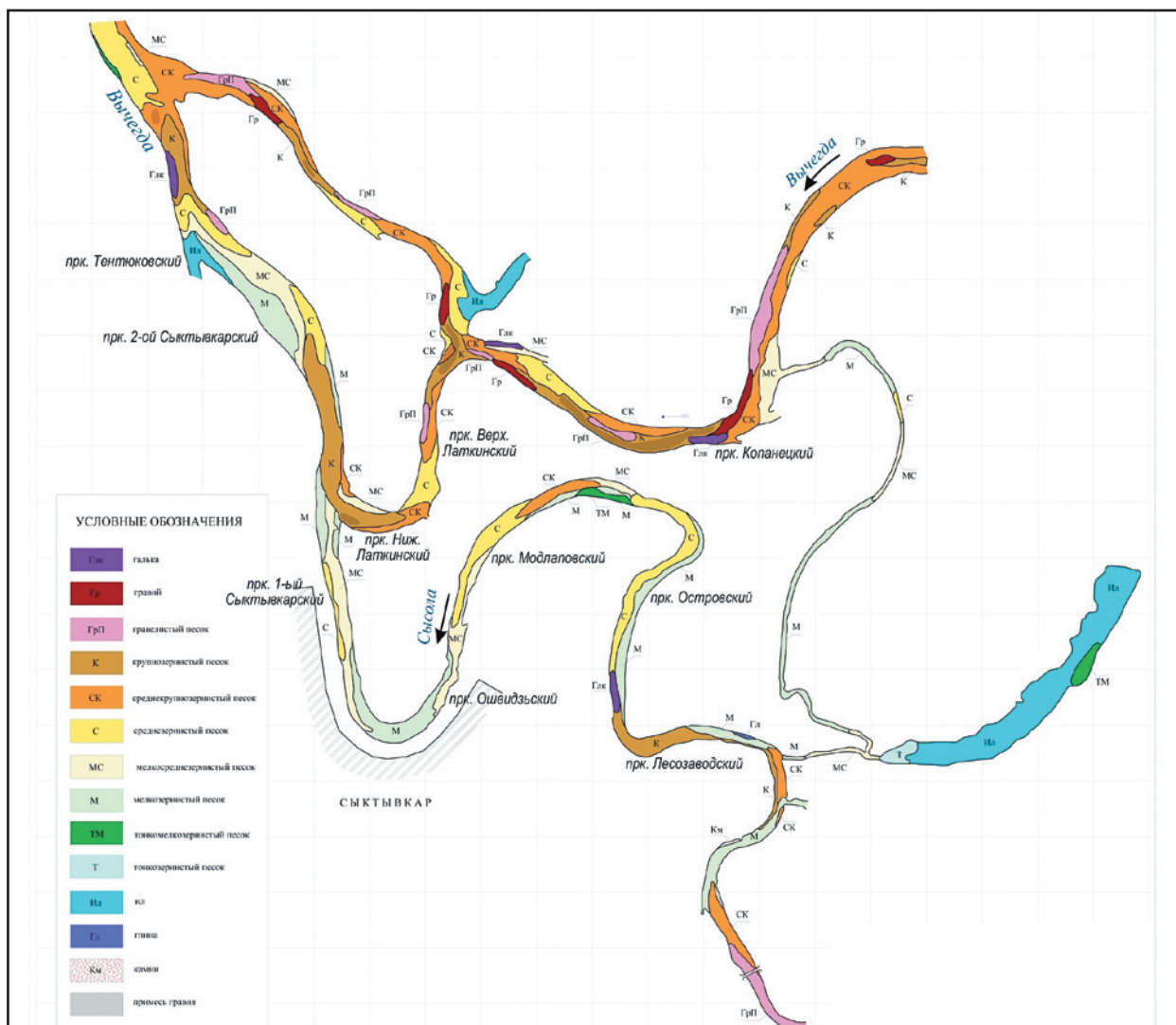


Рис. 4. Схема распространения руслообразующих наносов в пределах Сыктывкарского водного узла

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА СЫСОЛЕ

В настоящее время русло Сысолы выше стрелки в узле слияния с Вычегдой занимает устойчивое положение вдоль левого коренного берега, где расположен городской парк культуры и отдыха им. С.М. Кирова. Подходя к нему, река образует крутую вынужденную излучину. Размыва берега при этом не происходит, вследствие высокой эрозионной устойчивости слагающих его основание пород. Причем почти на всем протяжении вдоль устьевых участков он защищен рядами свай, в том числе — остатками еще купеческих лабазов XIX века и причалов, частично выполняющих роль берегозащитных сооружений. Однако сам факт расположения реки вдоль основания коренного борта долины способствует активизации склоновых,

в первую очередь оползневых, процессов, нарушающих устойчивость парковой инфраструктуры.

Выше по течению Сысола в пределах левобережной части поймы формирует серию свободных излучин, которые на протяжении XX века активно развивались. Наиболее интенсивно (в среднем со скоростью 1,5-3,0 м/год) происходит размыв берега в районе п. Заречье, угрожающий расположенным в непосредственной близости жилым постройкам. Ряд домов уже сейчас находится в аварийном состоянии (рис. 6); потенциальная опасность разрушения существует еще для десятка жилых построек.

Сысола, активно использовавшаяся в качестве водного пути для завоза народно-хозяйственных грузов в отдаленные районы республики Коми, с конца XX века утратила свое водно-транспортное значение. Регулярное судоходство по реке теперь осущест-

вляется только в пределах устьевых участков (0-10 км) до захода в затон Красный Водник, в котором расположен Сыктывкарский район водных путей и его ремонтно-механизированная мастерская.

Вычегда в настоящее время продолжает использоваться в качестве транспортной артерии. Большой объем грузоперевозок (преимущественно сплав леса) обусловлен потребностями Сыктывкарского целлюлозно-бумажного комбината, одного из крупнейших в России. Поэтому обеспечение нормальных судоходных условий как в целом на всей средней и нижней Вычегде, так и в пределах СВУ, является серьезной водохозяйственной задачей.

Важную роль в современной динамике узла слияния играет систематический подпор от Вычегды, возникающий в период прохождения половодья и распространяющийся по Сыsole на 10-15 км вверх по тече-

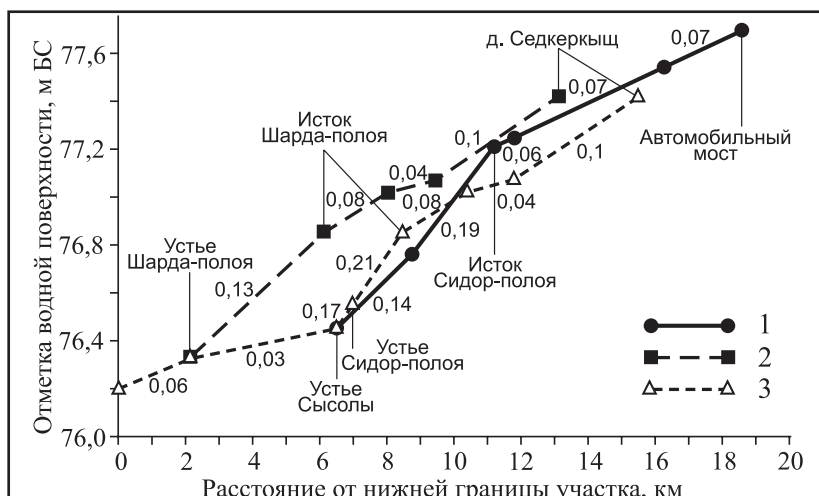


Рис. 5. Продольные профили водной поверхности рек Вычегды и Сысолы по данным мгновенной связи уровней по состоянию на 03.07.2010 г. (за «0» км принята отметка водной поверхности в районе д. Тентюковская Запань на 411,5 км по с/х)

нию. Он обуславливает формирование протяженного перекатного участка (перекаты Лесозаводский, Островский, Молдаповский, Ошвидзский, 1-й Сыктывкарский), создающего существенные затруднения для судоходства и требующего ежегодного проведения большого объема дноуглубительных работ (рис. 7).

В последние десятилетия на режиме нижних лимитирующих перекатах Сысолы (1-й Сыктывкарский, Ошвидзский, Молдаповский) сказывается отвлечение части расхода воды Сысолы в период половодья в Сидор-полой – пойменной протоки, соединяющей русла Вычегды и Сысолы выше стрелки в узле их слияния. При этом в него поступает вода из верхних горизонтов, наименее насыщенная наносами, а придонные слои продолжают следовать по руслу Сысолы.

Происходящее в результате оттока воды снижение транспортирующей способности потока, усиленное подпорным воздействием Вычегды, вызывает интенсивную аккумуляцию наносов ниже по течению. Для предо-

тращения перетока воды в меженный период, исток Сидор-полюя со стороны Сысолы в настоящее время перекрыт затопленной баржой и каменной наброской (рис. 8). Это, однако, не предотвращает активного развития полая в половодье, когда в него поступает до 20% от общего расхода воды в Сысоло.

В пределах Молдаповского – Ошвидзского – 1-го Сыктывкарского перекатов происходит систематическое смещение крупных гряд со скоростями от 30 до 60 м/год и коротких плесовых лощин между их гребнями, периодически располагающимися то вдоль правого, то вдоль левого берегов. В пределах вынужденной излучины, где формируются Ошвидзские перекаты, в отдельные годы происходит развитие ложбины фарватера вдоль отмели у правого выпуклого берега.

Такая ситуация сложилась, в частности в 2005 году, когда вдоль вогнутого левого берега образовалась мель, протягивающаяся вплоть до выхода из Кирульской курьи, тогда как у

выпуклого берега в ложбине глубины составляли 0,5-1 м. Но в дальнейшем смещение гряд на Молдаповском и Ошвидзском перекатах вновь привело к направлению стрелки потока и развитию ложбины фарватера под левым вогнутым берегом.

Второй Сыктывкарский перекат располагается на Вычегде ниже слияния с Сысолой на пологой сегментной излучине с гребнями на 416 и 414 км судового хода. Верхний из них образовался к 1996 году как следствие постепенного искривления излучины. Здесь глубины, как правило, менее 1,5 м, хотя изменяются год от года. Нижняя часть переката 50-60 лет назад представляла собой сложный перекат с осередком. За 1951-2002 годы он сместился вместе с излучиной на 800 м. Искривление излучины сопровождалось сосредоточением потока на перекате и трансформацией его в перекат перевального типа с глубинами 1,5-2 м, а в отдельные годы – до 2,5 м.

Нижний на участке Тентюковский перекат формируется в местном расширении русла при слиянии с Шарда-полоем. Аналогичный генезис имеет перекат в устье Шарда-полюя, характеризующемуся раструбообразным расширением русла. Активное развитие полая сопровождается интенсивным размывом его берегов как следствие приспособления русла к возрастающим расходам воды. Перекат в устье Шарда-полюя представляет собой конус выноса наносов.

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

Анализ переформирования русел Сысолы и Вычегды в узле их слияния позволяет дать следующую оценку русловых деформаций на перспективу:

1. В ближайшие 10-20 лет доля стока воды в Шарда-полое будет постепенно возрастать, достигнув 60-70% от расхода воды в Вычегде выше ее слияния с Сысолой во время половодья и до 90% – в межень. Это повлечет за собой дальнейшее обмеление участка Вычегды между заходом в Шарда-полой и современной стрелкой в узле слияния (Латкинские перекаты).

2. Практически ликвидирована угроза встречного размыва берегов Сысолы и Вычегды в районе п. Сидор-Полой из-за образования после спрямления Трехозерской излучины и формирования против захода в Шарда-полой массива поймы, перекрывшего вогнутость левого берега



Рис. 6. Размываемый берег Сысолы в районе п. Заречье (июнь 2010 года)

и сместившего вершину излучины в районе стрелки.

3. Несмотря на обмеление Вычегды в районе Латкинских перекатов, сохранится вероятность развития Сидор-полю и спрямление вдоль него русла Сысолы. Большая кривизна вынужденной излучины Сысолы на 6-0 км (Модлаповский—Ошвидзские— 1-й Сыктывкарский перекаты) создаст предпосылки для формирования спрямляющего рукава из Сысолы в Вычегду, а Сидор-полый — наиболее вероятное для этого направление.

4. Постепенный переход основного стока воды Вычегды в Шарда-полой меняет условия подпора Сысолы со стороны главной реки. Место возбуждения подпора смещается вниз по течению к выходу из Шарда-полю. В этих условиях можно ожидать, что произойдет частичный естественный размыв 1-го Сыктывкарского переката или локализация мелководья коротким (до 0,5 км) участком непосредственно в районе современной стрелки, выше которой русло Сысолы расширяется.

5. Модлаповский и Ошвидзские перекаты из-за влияния других дополнительных факторов на их режим (крутой подход к левому коренному берегу, отток воды в половодье в Сидор-полой) останутся мелководными.

6. Следует ожидать обмеления участка русла на 2-ом Сыктывкарском — Тентюковском перекатах. Вследствие большого оттока Вычегды в Шарда-полой и превращения его в основное русло Вычегды, этот участок становится теперь низовьями Сысолы и попадает в зону подпора от нее. Однако это произойдет не скоро, так как требуется время для приспособления сравнительно глубокого русла ниже современного узла слияния к потоку Сысолы.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ РУСЛА

Анализ русловых переформирований и прогноз дальнейшего их развития позволил разработать рекомендации по комплексу мероприятий, направленных на нормализацию судоходных условий в узле слияния Сысолы и Вычегды. Они включают в себя перевод и обслуживание фарватера в Шарда-полой, перекрытие глухой дамбой захода в Сидор-полой и возведение берегозащитных сооружений выше и ниже по течению, разработку дноуглубительных прорезей на Модлаповском—Ошвидзском — 1-ом Сыктывкарском перекатах. Однако спектр водохозяйственных проблем, обусловленных современными тен-

Рис. 7. Проведение дноуглубительных работ на Островском перекате (июнь 2010 года)



денциями русловых деформаций в пределах СВУ, значительно шире. Их негативные последствия уже сказываются или в ближайшем будущем начнут проявляться в нарушении нормального функционирования переходов через реки линейных коммуникаций, городского водозабора, связанных с рекой примысленных предприятий, угрозе разрушения инфраструктуры города и прилегающих населенных пунктов. К этому следует добавить проблемы, возникающие в связи со спрямлением русла Вычегды ниже по течению — развитием полю Серт и отмиранием Белоборской излучины (что не стало объектом рассмотрения в рамках настоящей статьи). Прогнозируемые переформирования русел Вычегды и Сысолы могут привести к существенному ухудшению экологической обстановки в приречной части Сыктывкара.

Выборочное решение отдельных проблем (углубление трассы судового хода, защита от размыва того или иного объекта, укрепление берега и т. д.), может временно удовлетворить потребности конкретного водопользователя, в частности улучшить судоходные условия в низовьях Сысолы. Однако это не только не снимает остроту общей ситуации в пределах водного узла, но может привести к ее серьезному осложнению из-за неучета русловых деформаций на смежных участках.

Предотвращение или минимизация последствий негативных тенденций русловых процессов требует проведения комплексных инженерно-гидрологических, русловых и экологических исследований и разработки на их основе проекта регулирования русел Вычегды (428-393 км) и Сысолы (12-0 км). Задержка в выполнении данных работ и последующей реализации проектных решений приведет к значительному экономическому и экологическому ущербу и потребует больших капиталовложений для его ликвидации.

В нахождении путей решения проблемы минимизации экономического и экологического ущерба от негативных форм проявления русловых процессов для всего водохозяйственного комплекса в СВУ должны быть заинтересованы не только воднопутейские службы, но и соответствующие органы на муниципальном, республиканском и федеральном уровнях.

В настоящее время под общей координацией Федерального агентства водных ресурсов РФ ведется разработка Схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) бассейна Северной Двины. Его разработчикам следует включить СВУ в список проблемных участков, в отношении которых требуется проведение комплекса мероприятий, направленных на предотвращение негативного воздействия русловых процессов.

Рис. 8. Исток Сидор-полю в межень (июнь 2010 года)



АННОТАЦИИ

Проблемы разработки нового соглашения о партнерстве и сотрудничестве между Россией и Европейским Союзом / Ханин М.С., Солдатова А.В. // Речной транспорт (XXI век). 2011. – № 6 (54). – с.

Проводится анализ ситуации в сфере международного сотрудничества между Россией и Европейским Союзом. Оценивается степень влияния эффективности двустороннего взаимодействия на водный транспорт.

Ключевые слова: международное сотрудничество, стратегическое партнерство Россия – Европейский союз.

Контактная информация: ewt07@mail.ru

Повышение автономности плавания судов речного флота по условиям экологической безопасности / Горин Н.Л., Васькин С.В., Этин В.Л. // Речной транспорт (XXI век). 2011. – № 6 (54). – с.

Рассмотрена проблема обеспечения увеличения автономности плавания речных судов за счет продления сроков безопасного хранения на борту сточных вод и предложено ее решение.

Ключевые слова: автономность плавания, флот, экологическая безопасность, судовые сточные воды.

Контактная информация: nauka@aquasci.nnov.ru

Критерии оценки эффективности нововведений на водном транспорте / Бородина Н.А. // Речной транспорт (XXI век). 2011. – № 6 (54). – с.

Предложены критерии оценки эффективности деятельности водного транспорта, учитывающие специфику отрасли. Приведена их полная характеристика.

Ключевые слова: критерий, эффективность, водный транспорт.

Контактная информация: borodina-nnov@yandex.ru

Исследование эффективности системы виброизоляции / Щербакова О.В., Романченко М.К. // Речной транспорт (XXI век). 2011. – № 6 (54). – с.

Исследуется эффективность современных систем виброизоляции. Рассматриваются их основные характеристики, дается сравнительный анализ существующих образцов.

Ключевые слова: виброзащитные опоры, коэффициент виброизоляции, упругий элемент, пружины небольшого диаметра.

Контактная информация: rmk2010@mail.ru

Подготовка судоводителей с использованием масштабных моделей судов / Иванов М.А., Демченков О.В. // Речной транспорт (XXI век). 2011. – № 6 (54). – с.

Рассматриваются масштабные модели судов для профессиональной подготовки судоводителей, перечислены преимущества, ограничения и специфические особенности их применения по сравнению с другими методами обучения. Приводятся данные по техническому оснащению центров подготовки, использующие масштабные модели судов.

Ключевые слова: судоводитель, профессиональная подготовка, масштабные модели судов.

Контактная информация: mivanovs@yandex.ru

Переформирования русел рек Вычегды и Сысолы в Сыктывкарском водном узле и меры по предотвращению их негативных тенденций / Завадский А.С., Рулева С.Н., Турыкин Л.А., Чалов Р.С., Шмыков В.Г. // Речной транспорт (XXI век). 2011. – № 6 (54). – с.

Проводится анализ переформирований и дается прогнозная оценка русловых деформаций в узле слияния рек Вычегды и Сысолы (Сыктывкарском водном узле), отмечены негативные тенденции в их развитии. Обосновываются мероприятия по водно-путейскому регулированию русел. Акцентируется внимание на необходимости комплексного решения возникающих водохозяйственных проблем.

Ключевые слова: Сыктывкарский водный узел, русловые деформации, негативные последствия, прогноз развития, рекомендуемые мероприятия.

Контактная информация: az200611@rambler.ru