

Сравнение значений надводного борта судов «М-СП» (кроме наливных и судов-площадок) по выражению (9) с исходными табличными данными PPP Таблица 6

	Высота надводного борта H_6 , мм											
L, м	≤30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	≥140
PPP	285	380	485	625	785	960	1070	1250	1460	1640	1820	2000
(9)	286	373	488	625	780	947	1122	1301	1481	1660	1834	2001
Рекомендуемые значения исходя из соблюдения плавности зависимости												
	285	375	490	625	780	945	1120	1300	1480	1660	1835	2000

мостей раздела «Остойчивость» PPP/ Бимбереков П.А.// Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока, 2009. – № 1. – с. 159-162. 2. Построение аппроксимационных выражений для зави-

симостей раздела «Остойчивость» PPP для буксирных судов / Бимбереков П.А., Андреева С.А., Луцковская М.А., Захарова Н.Д.// Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2012. –№

1. – с. 239-243. 3. Правила PPP (в 5-х томах). Т. 2. – М.: PPP, 2015. – 302 с. 4. Правила PPP (в 4-х томах). Т. 2. – М.: PPP, 2019. – 337 с.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (МГУ им. М.В.Ломоносова)

ТЕМА: О развитии русла реки нижней Белой и проблеме улучшения условий судоходства на ней

АВТОРЫ: К.М. БЕРКОВИЧ, д.г.н., ведущий научный сотрудник; Л.В. ЗЛОТИНА, к.г.н., старший научный сотрудник; Н.М. МИХАЙЛОВА, к.г.н., научный сотрудник; Л.А. ТУРЫКИН, к.г.н., старший научный сотрудник; Географический факультет; Научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева (НИЛЭПиРП)

УДК 556.53 627.1

Φ

К К К

№

В последние десятилетия наблюдалось заметное ухудшение условий судоходства в нижнем течении р.Белая. В связи с недофинансированием из бюджета в целом мер по содержанию внутренних водных путей с начала 1990-х годов ощутимо снизились объемы путевых работ: землечерпания – в 5 раз, выправления – в 3 раза. В результате гарантированная глубина судового хода к 1995 г. вынужденно была сокращена с 225 до 180 см, что, в свою очередь, привело к значительному падению пропускной способности трассы и уменьшению загрузки основных средств перевозки грузов – наливных барж пр. Р-27 – более чем на 20%.

В 2018 году по заказу Росморречфлота, в рамках подпрограммы «Морской и речной транспорт» ФЦП «Развитие транспортной системы» (направление «Научно-техническое сопровождение мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений»), специалисты МГУ им. М.В.Ломоносова на участке почти 400 км – от впадения р.Уфа до п.Груздевка – изучали русло р.Белая с целью анализа его состояния и оценки

перспектив увеличения гарантированной глубины до 200 см и выше.

Примечательно, что столичный вуз обладает многолетним опытом подобных исследований: в 1995 году они уже проводились на нижней Белой и были посвящены оценке влияния русловой добычи песчано-гравийных материалов на гидрологический и русловой режимы на отрезке г.Уфа–г.Бирск. Тогда удалось выявить их существенные изменения, связанные с таким видом антропогенных нарушений.

Река Белая относится к старым водным путям, а ее бассейн – к району древнего освоения. Первую пароходную навигацию между г.Уфа и устьем организовали еще в середине XIX века. При этом если в половодье сообщение было регулярным, то в летне-осеннюю межень движение флота затруднялось из-за малых глубин.

В связи с транспортным значением реки, состояние ее русла в конце XIX и в начале XX веков стало предметом изучения специальных описных партий. Главным препятствием для

развития судоходства являлись мелководье и засоренность акватории. Первые попытки исправить ситуацию делались тогда же. Однако значительно улучшить обстановку позволили лишь активные путевые работы, проводившиеся с середины 1930-х и до начала 1990-х годов, то есть дольше полувека. Если в 1950 г. гарантированная глубина на рассматриваемом участке равнялась 140 см, то спустя 25 лет благодаря надлежащим мероприятиям она увеличилась до 225 см.

Период 1970-1980-х годов оказался самым успешным в функционировании водного пути. Повысить его качественные характеристики получилось за счет регулярного землечерпания, а также широкого применения выправления. Так, ежегодный объем эксплуатационного землечерпания в 1980-е достигал 3 млн. м³.

Между тем, на многих перекатах строились грунтовые полузапруды (особенно много в 1960-1970-е годы): они стабилизировали положение фарватера, приводили его к ведущему берегу, сужали русло

и углубляли перекаты посредством саморазмыва. Это имело объективный положительный эффект, проявлявшийся в росте судоходных глубин и устойчивости русла.

Основной причиной ухудшения положения дел, наблюдающегося последние 25 лет, является преимущественно физическое воздействие на русло в результате деятельности человека, прежде всего при добыче песчано-гравийного материала из русла и поймы реки. Другой вид вмешательства, способный отрицательно повлиять на состояние акватории, — промышленное, коммунально-бытовое и сельскохозяйственное водоснабжение, приводящее к потере части стока именно в маловодье.

Влияние антропогенных преобразований в целом в бассейне, как и на склонах речной долины (вырубка лесов, распашка, регулирование стока горнозаводскими прудами и даже Павловским и Нугушским водохранилищами) не оказало заметного влияния на русло нижней Белой. Изменения, косвенные для русла, не стали существенными для русловых процессов. Известную роль здесь сыграли естественные гидрологические факторы: чередование многоводных и маловодных периодов ослабило или усугубило последствия физических операций.

Главным фактором, вызвавшим ухудшение судоходных условий, послужила продолжительная и в больших количествах (по сравнению с объемом стока руслообразующих песчано-гравийных наносов) добыча нерудных ресурсов из русла. Деятельность началась в конце 1950-х г. в районе г.Уфа, и зона работ постепенно смещалась вниз по течению. При этом количественные показатели возрастали: если в 1965 г. они едва превышали 1 млн. м³, то к 1981 г. уже достигли 5,5, а к 1991 г. — 7. По данным Минэкологии Республики Башкортостан, на которые ссылается В.С. Горячев [3], годовые объемы добычи материалов из русла за последние 10 лет равнялись 3,5- 7,0 млн. м³ (данные относятся не только к нижней Белой, но и к нижнему течению р.Уфа). К настоящему моменту показатель стабилизировался на уровне 3,5-4 млн. м³ в год, и именно его следует сопоставлять с величиной среднего многолетнего стока взвешенных наносов: для р.Белая в г.Уфа он составляет 3,5 млн. т в год или примерно 1,7-1,9 млн. м³, фактически вдвое меньше объема ежегодной добычи.

Однако восполняет изъятые ресурсы далеко не весь сток взвешенных наносов, а лишь его часть, относящаяся по крупности (обычно более 0,05 мм) к руслообразующим, то есть та, которая зависит от расхода воды и в определенные периоды слагает форму руслового рельефа — побочни, осередки, гребни перекатов. Для нижней Белой зависимость выглядит так: $R_p = kQ^{1,5}$, где k — коэффициент (1,6-1,8). Среднее содержание руслообразующих наносов в составе взвеси на реке достигает почти 7%. Кроме того, в деформациях русла участвуют донные наносы, переносимые в составе донных гряд. Как показывают расчеты, суммарный объем наносов, способный занести отработанные карьеры — восстановить русловый рельеф, равен примерно 200-250 тыс. м³, то есть в 20 раз меньше ежегодно извлекавшегося материала.

Справедливо отметить: значительная часть ресурсов добывается из прибрежных карьеров в пределах прирусловой части поймы, но не изолированных от русла, а значит, как производственные объекты влияют, хотя и в меньшей степени, на уровневый режим. Таким образом, установится очевидной критическая связь между хозяйственной деятельностью и судоходными условиями водного пути.

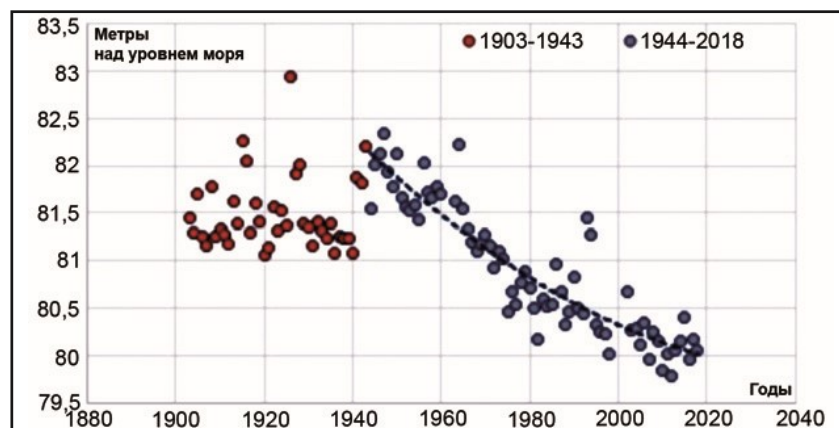
Известно, что разработка русловых карьеров оказывает двоякое воздействие на русло: его емкость сверх нормальных величин увеличивается преимущественно за счет понижения дна и развития глубинной эрозии. Средние и минимальные отметки дна уменьшаются сначала механически, земснарядами, а потом при эрозии. Затем за ними падают уровни воды, в наибольшей степени в межень. Такой эффект

на нижней Белой прослеживается прежде всего на участке длиной около 150 км ниже г.Уфа, а также в нижнем течении р.Уфа и на нескольких десятках километров выше ее устья.

Главным фактором влияния на навигационную ситуацию послужила также посадка меженных уровней воды, охватившая диапазон расходов до 600-700 м³/с. Процесс начался в конце 1950-х годов и продолжается до сих пор практически по линейному закону. Средняя скорость посадки уровней достигает около 3 см в год (рис).

С учетом данного обстоятельства проводились путевые работы, направленные на увеличение гарантированной глубины со 160 (1956 г.) до 225 см (1975 г.). Посадка уровней на гидропосту Уфа за это время составила 55 см, она наблюдалась почти до с.Кушнаренково; в целом сейчас там она равна 2 м. Средняя величина понижения отметки дна на участке от г.Уфа до с.Кушнаренково превысила 1 м, что является результатом глубинной эрозии. А ее основная причина — результат добычи песчано-гравийных материалов, приводящий к возникновению дефицита наносов. Размыв в указанном районе затронул как перекаты, так и плесовые ложины. Максимальное углубление плесов составило 2,5 м, на перекатах отметки дна уменьшились в среднем на 0,6 м.

Русловые наносы, выносимые с Уфимского участка, откладываются ниже г.Бирск; здесь минимальные отметки дна с 1994 г. повсеместно увеличились: на перекатах — на 0,5-0,8 м, в плесах — до 2,5 м. Следствием многолетней направленной аккумуляции являются сравнительно большие объемы землерпачения, ежегодно выполняемые на перекатах.



Ход минимальных уровней р.Белая в г.Уфа



На приустьевом отрезке протяженностью почти около 120-130 км отмечается повышение уровней, связанное с распространением подпора Нижнекамского водохранилища после наращивания уровня последнего в 2002 г до 63,3 м.

Наряду с направленными вертикальными деформациями осуществляется горизонтальная миграция русла. Тенденция особенно характерна для участка ниже г.Бирск, где средняя скорость размыва берегов излучин равна почти 5 м в год, тогда как между г.Уфа и с.Кушнаренково она меньше 2 м.

Нижняя Белая – крупная и многоводная река. Средний многолетний расход воды составляет более 800 м³/с, а минимальный расход летне-осенней межени – около 300. По гидрологическим характеристикам на водном пути возможно поддержание достаточно больших глубин. Расчет по формуле Маннинга, выполненный на основе данных натурных измерений, показал: для расхода летне-осенней межени 90%-й обеспеченности средняя глубина русла равна 1,9-2,0 м. Принимая форму поперечного сечения в виде квадратичной параболы, получим максимальную глубину (приближенно ее можно рассматривать как глубину на оси фарватера), величиной 2,8-3,0 м.

Получается, нижняя Белая в гидравлическом аспекте обладает значительным запасом увеличения глубины судового хода. Это подтверждается фактом: несмотря на посадку уровней в Уфе и понижение проектного уровня на 40 см, в 1975-1991 годах удавалось поддерживать гарантированную глубину 225 см при вполне умеренном среднем удельном объеме землечерпания – 12-15 тыс. м³ на 1 км в год. Однако к 1995 г. гарантированная глубина все же была уменьшена на 45 см, что свидетельствует о следующем: на фоне сокращения объема путевых работ положительный накопленный эффект многолетнего дноуглубления стал теряться, чему в последние 15 лет еще способствовало маловодье. Обеспеченность проектного уровня (80 см), установленного в 2008 г., спустя 10 лет соответствует лишь 60%, то есть не отвечает значимости водного пути как транспортной магистрали. Согласно гидрологическим расчетам, на гидропосту Уфа за продолжительный период наблюдений (с 1993 по 2017 г.) обеспеченность 90% имеет уровень 109 см, а обеспеченность 94% (магистраль 1-го

разряда) – 120 см (соответствует расход воды 310 м³/с).

Гарантированная глубина 180 см поддерживалась достаточно скромными усилиями. Средний годовой объем дноуглубления за последние 10 лет составлял 603 тыс. м³. При этом средний удельный годовой объем землечерпания не превышал 1,5 тыс. м³ на 1 км, то есть сократился, по сравнению с периодом 1980-90-х годов почти на порядок величины, что затрудняет поддержание гарантированных габаритов пути.

В минувшее десятилетие землечерпание производилось на 78 перекатах. Примечательно, что на 40 из них надлежащие глубины получали с помощью выправительных сооружений, которые строились несколько десятилетий и способствуют сохранению остатков накопленного положительного эффекта, несмотря на незначительный объем эксплуатационного землечерпания.

В проблеме улучшения судоходных условий важное место занимает вопрос выявления направленности развития русла. Ключом к его решению является оценка динамики водности реки в летне-осенний период в нынешних условиях, а также особенностей морфологии и динамики русла, в том числе спровоцированных деятельностью человека.

На нижней Белой, заметнее всего на участке от г.Уфа до с.Кушнаренково, русло сильно изменилось из-за освоения в нем карьеров песка и гравия. Произошедшая посадка уровней усугубилась маловодьем в последнее десятилетие. От катастрофических последствий для условий судоходства в известной мере спасает регулирующая роль Павловского водохранилища на р.Уфа. Объект в летне-осенний период иногда обеспечивает более половины стока в ней р.Белой, благодаря гарантированному навигационному сбросу 170 м³/с (с 2013 г.). Анализ показал, что в отдельные годы такого сброса недостаточно для поддержания современного проектного уровня -80 см (гидропост Уфа), а тем более уровня 90%-й обеспеченности (-120 см).

Наибольшие судоходные глубины, поддержание которых на плесе возможно без заметного снижения отметок свободной поверхности при проектном уровне воды, называются гидравлически допустимыми.

Расчетная схема живого сечения на перекатах для бытового и проектного состояний русла, построенная на основе принятых допущений,

предполагает, что после выполнения дноуглубления на перекатах происходит оползание боковых откосов прорези, которое стабилизируется при установлении параболы поперечного сечения в проектном состоянии.

Согласно выполненным в 1995 г. специалистами МГУ измерениям, средняя глубина по оси фарватера между г.Уфа и с.Кушнаренково достигала 2,47 м, при этом глубины менее 2 м занимали лишь 30% длины участка. Средняя глубина судового хода на перекатах (в диапазоне менее 2 м) составляла 1,64 м (при проектном уровне 70 см на гидропосту Уфа тогда обеспеченностью около 90%). Гарантированная глубина равнялась 180 см. Длина перекатов составляла 44 км. Если принять толщину снимаемого слоя за 0,16 м, а ширину фарватера в 50 м, то объем землечерпания для обеспечения гарантированной глубины мог бы достигать 350 тыс. м³ или около 2,4 тыс. м³ на 1 км протяженности плеса без учета запаса на неровности и переуглубление.

Более мелководным в 1995 г. оказался отрезок от с.Кушнаренково до г.Бирск. Средняя глубина судового хода равнялась 2 м, при этом глубины менее 2 м занимали 61%, средняя глубина диапазона глубин менее 2,0 м на фарватере составляла 1,66 м. Опираясь на аналогичный алгоритм расчета, полагаем, что для поддержания глубины 180 см следовало бы извлекать примерно такой же объем, что и выше с.Кушнаренково, однако удельный объем вдвое выше – 5,1 тыс. м³. Реальные объемы землечерпания в 1991-1994 г. на плесе г.Уфа–г.Бирск в среднем равнялись почти 9 тыс. м³ на 1 км длины. Допускаем, что на тот период глубина судового хода (180 см) соответствовала гидравлическим параметрам потока нижней Белой в летне-осеннюю межень, однако не отвечала потребностям транспортного сообщения.

Для исправления сложившейся ситуации необходимо повышение глубины фарватера до 2 м и более. Возможности улучшения навигационных условий зависят от гидравлических и морфологических характеристик реки, ведь естественное русло имеет неправильную, часто асимметричную форму поперечного сечения. Улучшить качество водного пути реально за счет углубления перекатов с помощью землечерпания, стеснения потока дамбами и полузапрудами, закрепления бере-

**Предполагаемые объемы землечерпательных работ
для увеличения гарантированной глубины**

Участок	Длина перекатов, км	Средняя глубина, м	Толщина слоя, м	Объем землечерпания, тыс. м ³	Ширина русла, м	Ширина трассы, м
Устье р.Уфа – с.Кушнаренково	70,5	1,55	0,55	2320	350	310
С.Кушнаренково – г.Бирск	16,5	1,59	0,51	100	390	360
Г.Бирск – с.Груздевка	99,0	1,48	0,62	3680	405	335
Всего	186			6100		

гов посредством создания искусственного устойчивого откоса. Подобные меры способствуют приданию более или менее однообразной формы поперечного сечения и закреплению планового положения русла.

Регулярное землечерпание, сопровождавшееся выборочным выправлением, позволяло в условиях нижней Белой получать положительный эффект даже на фоне антропогенных нарушений и неблагоприятных гидрологических явлений. Для условий реки следовало бы проверить, насколько предполагаемые глубины соответствуют ее природным характеристикам: морфологии и динамике русла, водности и режиму потока, стоку наносов.

В России применяют «природно-ориентированный» принцип улучшения условий судоходства, подразумевающий, что при увеличении глубины в процессе инженерных операций используются естественные закономерности развития русла. Одна из основных составляющих подхода – определение максимально возможных по гидравлическим условиям (допустимых) глубин фарватера (Беркович, 2011). Их вычисляют с помощью нескольких методик: самые распространенные из них были разработаны в СГУВТ (Ф.М. Чернышов, В.В. Дегтярев), ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова (К.В. Гришанин, Г.Л. Гладков) и РУДН (Н.А. Ржаницын, Н.К. Рабкова). Самой обоснованной представляется схема, предложенная учеными из Санкт-Петербурга, подробно изложенная в монографии Г.Л. Гладкова и коллег [2].

Итак, средняя глубина плесовых ложин равнинных рек с песчаными наносами, в соответствии с трудами К.В. Гришанина, линейно связана с комплексом: $Q^{0,5}(gB)^{-0,25}$. Угловой коэффициент данной зависимости (М) колеблется от 0,75 до 1,05; его среднее значение (0,92)

считается действительным для плесовых ложин на устойчивых прямолинейных участках всех равнинных рек при любых наполнениях, не выходящих за бровки русла. Как показал опыт натурных наблюдений, значения параметра М на перекатах рек с песчаным дном получаются существенно меньше и составляют в межень от 0,40 до 0,75.

Ретроспективный расчет, выполненный по материалам исследований 1995 г., показал: при расходе 400 м³/с средняя глубина р.Белая на участке от г.Уфа до г.Бирск практически совпадала с вычисленной при М=0,92. В то же время средняя глубина на перекатах, осредненная по длине участка, составляла 1,64 м. Подбором было установлено, что М для перекатов достигало 0,63, то есть укладывалось в эмпирические данные. Максимальная глубина для формы сечения, описываемой параболой второй степени, равнялась 2,4 м, а глубина на кромках фарватера шириной 60 м – 1,9 м. Гарантированная глубина 180 см практически совпадает с гидравлически допустимой, что согласуется со скромными объемами эксплуатационного землечерпания для поддержания габарита.

В настоящее время уровень 90%-й обеспеченности опустился в р.Уфа до отметки -120 см от нуля графика гидропоста, что соответствует расходу воды 310 м³/с. Подставляя значения М в формулу, получаем среднюю глубину на перекатах – 1,43 м, максимальную глубину – 2,1 м, при этом глубина на кромках судового хода шириной 60 м при ширине русла 370 м не превышает 1,7 м. Таков гидравлически обусловленный габарит без применения каких-либо технических мероприятий и при сохранении низкой водности в летне-осенний период.

При ширине 60 м фарватера с двухсторонним движением флота экономически оправданная глубина

равна 2,0-2,2 м. Оценим возможность достижения такой величины на нижней Белой в нынешней гидрологической обстановке. Примечательно, что средняя глубина по оси судового хода (то есть максимальная в сечении) между устьем р.Уфа и с.Груздевка составляет 2,2-2,3 м. Русло реки заметно меняется по длине, значит анализ целесообразно выполнять по участкам: 1) устье р.Уфа–с.Кушнаренково, 2) с.Кушнаренково–г.Бирск, 3) г.Бирск–с.Груздевка. Средняя ширина русла на отрезках меняется от 348 до 405 м. Различается также средняя глубина на перекатах – соответственно от 1,59 до 1,48 м. Для достижения глубины 2,1 м необходимо ограничить ширину русла на перекатах за счет выборочного выправления. Предполагаемая ширина выправительной трассы на первом участке не должна превышать 310-360 м, то есть стеснение русла составит 30-70 м.

Кроме того требуется землечерпание суммарным объемом, согласно предварительному расчету, около 6 млн. м³ или 15 тыс. м³ на 1 км русла (таблица). Наибольшая доля (до 60%) приходится на участок ниже г.Бирск.

Землечерпание, очевидно, должно некоторым образом понизить минимальные уровни. Оценку их посадки надлежит детально выполнять непосредственно для каждого переката, используя крупномасштабные планы. Посадка уровня на верхней границе переката пропорциональна длине прорези и соотношению ширины прорези и ширины русла, а также необходимому углублению переката – соотношению толщины снимаемого слоя и средней глубины русла.

Так, для условий нижней Белой при ширине прорези 60 м, средней длине переката 1400 м и приведенным выше глубине и толщине снимаемого слоя посадка уровня на единичном перекаде может достигнуть 1-3 см. При выполнении работ последователь-

но на всех объектах посадка уровня будет накапливаться, однако не стоит ее суммировать пропорционально их количеству. В большей или меньшей степени она гасится в вышележащей плесовой ложине каждого переката в зависимости от глубины и длины плесовой ложины. Принимая нормальную глубину плесовых ложин равной 3,5 м, осредненный коэффициент восстановления свободной поверхности для нижней Белой составит 0,7-0,8, так что общая посадка уровня при выполнении всего комплекса работ одновременно может достигнуть в районе устья р.Уфа 10-13 см.

Важно отметить, что такие расчеты являются приблизительными и требуют конкретизации. Вместе с тем, нужно учитывать тот факт, что меры по улучшению условий судоходства будут реализовываться не одновременно, а в течение нескольких лет, так что последствия могут быть и менее серьезными. В итоге принципиальная возможность совершенствования водного пути нижней Белой существует даже в условиях экстремально низкой водности летне-осеннего периода последних лет.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Устойчивость русла и эффективность дноуглубительных работ / Беркович К.М. // Речной транспорт (XXI век), 2011. – № 5. – с. 83-89. 2. Гладков Г.Л., Чалов Р.С. Беркович К.М. Гидроморфология русел судоходных рек. СПб: ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2016. 3. Изменение уровня воды на реках Белой и Уфе и другие негативные явления последних десятилетий, в том числе связанные с добычей песчано-гравийной смеси / Горячев В.С. // Эволюция эрозионно-руслых систем, ее хозяйственно-экономические и экологические последствия, прогнозные оценки и учет. 2017. – с. 26-30.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Сибирский государственный университет водного транспорта (СГУВТ)

ТЕМА: Особенности стабилизации русла и обеспечения судоходных условий на р.Амур

АВТОРЫ: Т.Н. МИХАЙЛОВА, к.т.н, доцент; Т.В. ПИЛИПЕНКО, к.т.н, доцент; кафедра «ВИПиГТС»

УДК 656.628

Амур является крупнейшей (протяженность – 2824 км) рекой на Дальнем Востоке, протекающей по территории нашей страны и границе с Китаем. И хотя водный бассейн площадью 1855 тыс. км² располагается в трех государствах – Монголии, России и Китае, 54% приходится именно на национальную акваторию.

Годовой сток Амура составляет 403,66 км³. Среднегодовой расход воды в районе г.Комсомольск-на-Амуре равен 9819 м³/с, в зоне устья – 11400 м³/с. Реку питают преимущественно летние и осенние муссонные дожди, формирующие 75% ее годового стока, роль снега тут второстепенна.

Муссонные дожди вызывают мощные подъемы уровня воды, амплитуда которых достигает 10-15 м в верхнем и среднем течении. Во время сильных ливней река может разливаться на 10-20 км и даже больше, сохраняя такое положение до 2 месяцев.

По длине Амура выделяют 3 основных участка: верхний – от слияния рек Шилка и Аргунь до впадения р.Зея (883 км), средний – до впадения р.Усури (975 км), нижний – до Амурского лимана (966 км).

Российское судоходство на Амуре началось в 1854 г. Река целиком пригодна для движения флота – от с.Покровка (в 4 км ниже истока), где имеет гарантированную ширину 300 м и глубину 1,3 м, и до впадения в Амурский лиман.

Весь верхний и средний Амур от с.Покровка (Забайкальский край) до с. Владимировка (ЕАО), примерно на 10 км выше г.Хабаровска, то есть более 2000 км, является пограничной акваторией, и здесь действует соответствующий режим.

С середины XX века и до настоящего времени продолжается естественный процесс перехода реки в новое русло. При этом его смещение, по мнению ученых, может привести к смыву нескольких отечественных поселков и разрушению опор Хабаровского моста.

За последние 10-15 лет на китайской стороне Амура были проведены масштабные берегоукрепительные работы с возведением многокилометровых бетонных дамб. И именно с начала XXI века процесс смещения русла и размыва низменного российского левобережья резко ускорился. Но наше государство проблеме берегоукрепления уделяет явно недостаточно внимания.

Рассматриваемый участок (рис. 1) находится в районе 883-870 км реки. На левом берегу располагается с.Орловка Константиновского района Амурской области. Правый берег принадлежит КНР, а левобережная территория совместно с акваторией относится к погранзоне государственной границы России с Китаем.

Левый берег в районе села – крутой, обрывистый, высотой 8-10 м над меженными уровнями воды. Примыкающие к пункту части берега

являются более пологими, со слабо выраженной пойменной бровкой, имеют пониженные отметки, достигающие до 2,5-3,5 м над меженными уровнями.

Примерно 700-1000 м береговой полосы у с.Орловка активно исчезает. За 30 лет, начиная с 1984 г., суша отступила почти на 70-120 м. В последнее время интенсивность разрушения отдельных отрезков составила до 2,5 м/год. Правый берег, китайский, напротив пункта на расстоянии 500-700 м укреплен камнем.

Протекающий здесь русловой процесс характеризуется пойменно-русловой многорукавностью, осложненной незавершенным меандрированием. Русло реки на анализируемом участке является широким, распластным, вместе с рукавами его ширина достигает 2,6 км, в нем встречается множество мезоформ наносов: осередков, мелей, гряд.

Между левым берегом и о.Веселый имеется крупный осередок, сложенный песчано-галечниковыми грунтами, длиной 1 км и шириной 300 м, низкий, затопляемый при прохождении весеннего половодья и дождевых паводков, разделяющий русло на два конкурирующих рукава, судоходный из которых – правый.

Для предотвращения дальнейшего размыва левого берега у с.Орловка специалистами было предложено проведение дноуглубления в районе 873-870 км р. Амур. Главная цель меро-