Региональные проблемы. 2018. Т. 21, № 2. С. 61–68. DOI: 10.31433/1605-220X-2018-21-2-61-68.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 551.435.122(571.6)

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ПОЙМЕННО-РУСЛОВЫХ СИСТЕМ РЕК АМУР И УССУРИ КАК ФАКТОР ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ПРОБЛЕМ

А.Н. Махинов[1], В.И. Ким[1], А.В. Аношкин[2], Лю Шугуан[3],
А.Ф. Махинова[1], Я.Ю. Дугаева[1]
[1]Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
ул. Дикопольцева 56, г. Хабаровск, 680000,
e-mail: amakhinov@mail.ru
[2]Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: anoshkin_andrey@rambler.ru
[3]Университет Тунцзи, факультет гражданского строительства,
Sipin st. 1239, Shanghai, China, 200092

Рассматриваются особенности перераспределения стока воды по рукавам в пойменно-русловых разветвлениях рек Амураи Уссури в пределах ЕАО и Хабаровского края. Выявлены участки наиболее интенсивных преобразований русла и дана их характеристика. Показана необходимость проведения мониторинга с целью разработки наиболее эффективных руслостабилизирующих мероприятий.

Ключевые слова: *Амур, Уссури, русловые процессы, размыв берегов, перераспределение стока, трансграничное воздействие, оценка последствий.*

Введение

Географическое положение бассейна р. Амур и активное проявление различных природных процессов на его территории обусловливают высокую степень неустойчивости экосистем и экологическую уязвимость природной среды при антропогенном воздействии. Они обусловлены не только географическими особенностями территории, но и ее трансграничным положением, а также специфическим для каждой страны использованием природных ресурсов [1, 2 и др.].

В конце XX – начале XXI вв. вследствие интенсивной хозяйственной деятельности в бассейне Амура обострились экологические проблемы, существенно влияющие на условия природопользования на приграничных территориях России и Китая. Среди них изменение водного режима рек при осуществлении проектов гидротехнического строительства, активизация русловых процессов, ухудшение качества воды и пойменных земель, антропогенная трансформация природных экосистем, обостряющая проблему сохранения биоразнообразия, лесные пожары и др.

Высокая активность развития русловых процессов особенно ярко проявляется в пределах пойменно-русловых разветвлений рек Амур и Уссури на Среднеамурской низменности. На некоторых участках это развитие приобретает нежелательную направленность, способную с течением времени существенно преобразовать рисунок речного русла, что, несомненно, осложнит трансграничные водохозяйственные проблемы. Особенно большое влияние на изменения русла и поймы рр. Амур и Уссури оказывают катастрофические наводнения.

В этих условиях большое значение имеет получение достоверных оценок последствий различных природных и техногенных процессов и явлений, воздействующих на природную среду в условиях трансграничного влияния, определение степени ее защищенности для принятия мер по снижению потенциальных экологических угроз. Это необходимо для целей долгосрочных прогнозов изменения природной среды региона, а также для разработки предложений по минимизации негативных воздействий экстремальных процессов.

Русловые процессы Амура и Уссури изучены очень слабо вследствие пограничного положения рек. Опубликованные китайские материалы по этой тематике вообще отсутствуют. К сожалению, специальные исследования по оценке влияния больших паводков на русловые процессы крупных рек региона российскими учеными также ранее не проводились. Подобные работы активизировались лишь после наводнения 2013 г. в бассейне р. Амур, но в них дана общая характеристика эрозионно-аккумулятивных процессов под воздействием катастрофического паводка [6, 7, 9].

Цель данной работы заключается в выявлении и характеристике наиболее проблемных участков, подверженных активизации в перераспределении стока воды по рукавам на пограничных отрезках рр. Амур и Уссури в пределах их пойменно-русловых разветвлений. При этом большое внимание уделялось оценке роли катастрофического паводка 2013 г. в изменении динамики русловых процессов на выявленных участках.

Материал и методы

Анализ основных природных и антропогенных факторов, обусловливающих быстро развивающееся интенсивное преобразование пойменно-русловых систем крупных рек, позволяет разработать подходы к оценке экологических последствий, на основе которых возможна подготовка рекомендаций по минимизации их негативного воздействия. Особое значение подобное исследование имеет для трансграничных водных объектов, что будет способствовать совершенствованию механизмов их совместного использования и охраны разными странами.

На первом этапе исследований проводился анализ космических снимков детального разрешения, на которых предварительно были выделены трансграничные участки Амура и Уссури, характеризующиеся наиболее крупными пойменно-русловыми разветвлениями рек. Сравнение современных космических снимков выявленных участков с материалами ранее выполненных съемок русла и лоциями указанных рек, а также топографическими картами разных лет издания дало возможность определить тенденции в развитии русла в пределах каждого исследуемого участка. Использовались материалы предыдущих исследований, полученных в ИВЭП ДВО РАН, ИКАРП ДВО РАН, а также другие доступные данные.

Проведенный анализ имеющихся материалов позволил выявить участки неустойчивости русла и их наиболее интенсивных деформаций, приводящих к уничтожению ценных пойменных земель, активному перераспределению стока воды между рукавами, ускоренному изменению естественной структуры русла при активизации эрозионных и аккумулятивных процессов, осложняющих условия судоходства, работу водозаборов и т.п.

На втором этапе для оценки русловых деформаций на выделенных участках рек в 2014 и 2015 гг. были проведены экспедиционные гидрологические работы. Они включали в себя определения морфометрических характеристик основных и второстепенных рукавов рр. Амур и Уссури, а также измерения скоростей течения и расходов воды, визуальные наблюдения и картирование динамического состояния берегов. Количественно оценивалось перераспределение стока воды между рукавами. Были выполнены многочисленные наблюдения за распространением и положением интенсивно размываемых берегов, размерами вновь образованных аккумулятивных тел в руслах рек. Таким образом, во время экспедиционных работ 2014 г. впервые был начат мониторинг русловых процессов на пограничном отрезке р. Амур.

Важная задача заключалась в выявлении причин перераспределения стока воды на сложно разветвленных участках русел пограничных рек бассейна Амура. Проводился анализ влияния гидротехнических и водохозяйственных сооружений на гидрологический режим рр. Амур и Уссури и состояние их пойменно-русловых систем в условиях различной степени освоения пойм. Оценивалось влияние локальных изменений водного режима рр. Амур и Уссури на деградацию пойменных почв и снижение их продуктивности.

Результаты и обсуждение

Реки Амур и Уссури в пределах равнинных участков характеризуются высокой динамичностью русловых переформирований, чему способствуют большой сток наносов при слабых уклонах русла и широкое распространение легко размываемых рыхлых отложений. Скорость размыва берегов на многих участках составляет 10–20 м/год [5]. Происходит появление новых и расширение ранее действовавших рукавов, смещение плесов и перекатов, возникновение обширных кос и островов (рис. 1). Имеющиеся немногочисленные данные свидетельствуют о значительной неравномерности интенсивности этих процессов на различных по морфологии участках рек.

На Среднеамурской низменности русло Амура формируется в условиях свободного проявления русловых деформаций. Река разбивается на множество крупных и мелких рукавов, веерообразно расходящихся в направлении вниз по

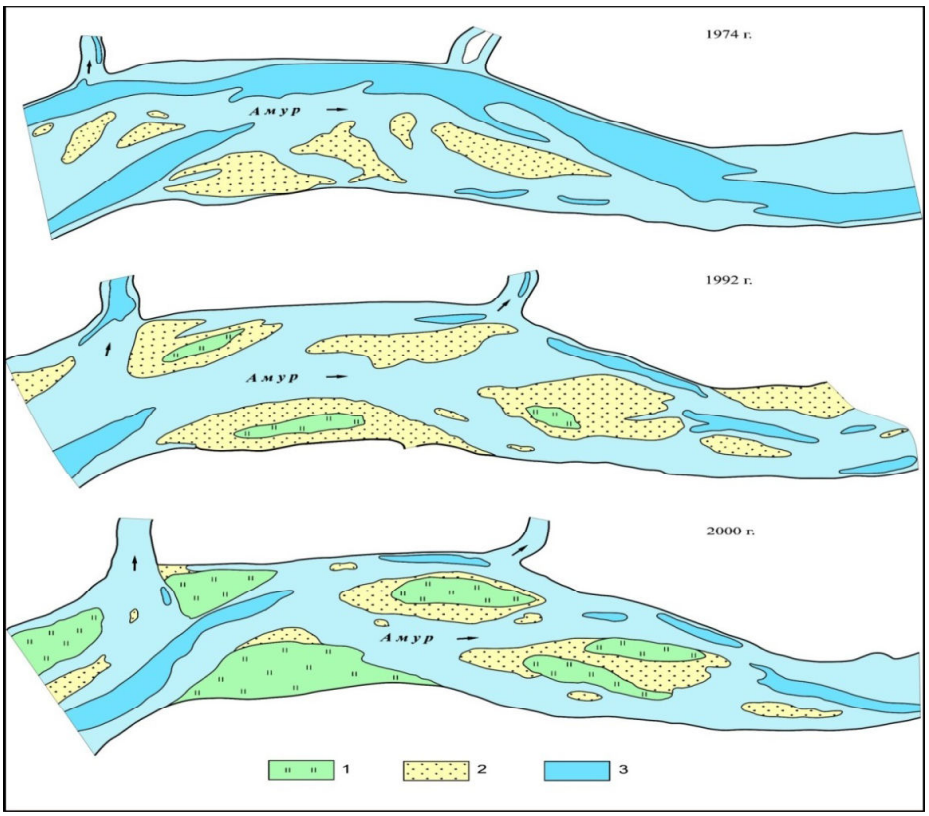

Рис. 1. Изменение русла р. Амура за 1974–2000 гг. на одном из участков среднего течения.
1 – пойма, 2 – молодые песчаные косы, 3 – наибольшие глубины (плесы)

Fig. 1. Changes in the Amur River channel at one of the middle reaches sections for the period of 1974–2000.
1 – floodplain, 2 – young sand spits, 3 – the greatest depths (stretches)

течению и образующих исключительно сложную гидрографическую сеть. Здесь формируются обширные пойменно-русловые разветвления. Интенсивные процессы размыва берегов и образование аккумулятивных форм в руслах рр. Амур и Уссури способствуют активному перераспределению стока воды между рукавами [7].

Наиболее динамичные преобразования русла происходят в среднем течении р. Амур в пределах ЕАО и в нижнем течении р. Уссури в пределах Хабаровского края, имея ярко выраженное локальное развитие одного из рукавов, расположенного попеременно вдоль противоположных берегов. Однако нередко на протяженном участке реки происходит развитие только левобережных или только правобережных рукавов.

На значительном протяжении рр. Амур и Уссури происходит интенсивный размыв берегов, формирование новых островов и рукавов, изменение положения фарватера. Таким образом, создаются предпосылки к необходимости изменения линии прохождения государственной границы. Только на участке р. Амур от Благовещенска до Хабаровска протяженность российских берегов, находящихся под угрозой размыва, составляет не менее 400 км. Это может привести к ежегодной безвозвратной потере ценных пойменных и долинных земель на этом участке долины в количестве до 100 га с их частичной заменой малоценными и часто затапливаемыми участками вновь формирующихся молодых пойм, кос и отмелей.

Большую роль в динамике берегов негативной направленности играют вдольбереговые защитные сооружения, возведенные на правом китайском берегу Амура и левом берегу Уссури. Их общая протяженность превышает 300 км и строительство новых подобных сооружений продолжается, в том числе в районе переданных Китаю островов у г. Хабаровска.

Особенно усложнилась гидрологическая ситуация в устьях крупных притоков рр. Буреи, Сунгари, Уссури. Вынос ими большого количества наносов в Амур, особенно в катастрофический паводок 2013 г. вызвал рост отмелей, кос, островов

и, соответственно, интенсивные преобразования берегов и дна в русле главной реки [10].

В настоящее время отсутствуют полные и достоверные данные для анализа тенденций развития русловых процессов, которые оказывают негативные воздействия на природную среду и хозяйственную деятельность на реках и их берегах. Космический мониторинг динамического состояния пограничных рек, несмотря на свои преимущества, недостаточен для прогнозирования развития русловых деформаций. Необходимо проведение постоянных натурных наблюдений на наиболее динамичных участках рек.

Исследованиями Ленгипроречтранса, проведенными в 2008–2010 гг., были выявлены 53 участка неустойчивого русла на рр. Аргуни, Амур, Уссури и Гранитной, из которых 27 участков были предложены как приоритетные для принятия практических мер по сохранению существующего положения русел и предотвращения размыва их берегов. Из них 17 участков расположены на Амуре и Уссури в границах ЕАО и Хабаровского края.

Сохранение стабильного состояния русел рек и предупреждение эрозии берегов является одним из важнейших направлений в водохозяйственной деятельности российской стороны на пограничных участках рек. Это обусловлено активным влиянием уже построенных вдоль китайского берега берегозащитных сооружений на устойчивость русла, на перераспределение стока между рукавами на разветвленных участках Амура и Уссури. В последние годы идет активное освоение бывшего российского острова Тарабарова и китайской части острова Большого Уссурийского, которое носит долговременный характер и воздействует на русловые процессы, а также состояние амурской поймы в пределах российской территории.

На основе проведенного анализа имеющихся и полученных материалов установлено, что особенно интенсивные преобразования происходят на четырех участках на р. Амуре и двух участках на р. Уссури, на которых динамика русловых процессов направлена к особо существенным морфологическим преобразованиям русла, способным привести в будущем к переносу фарватера.

Река Амур. Негативная направленность перераспределения стока воды по рукавам р. Амур на участке выше г. Хабаровска происходит в пределах нескольких крупных русловых и пойменно-русловых разветвлений, на которых проведенными ранее исследованиями [3, 4] были выявлены потенциально опасные тенденции в развитии русла. Наиболее проблемными являются следующие пойменно-русловые разветвления (табл. 1), на которых современное распределение стока воды по

Таблица 1

Проблемные участки в пределах среднего течения Амура (Еврейская автономная область)

Table 1

Problem parts of the river in the Amur middle current (Jewish Autonomous Region)

Участок	Доля стока левобережных рукавов	Направленность русловых преобразований
Нагибовский	11%	Постепенное развитие Нагибовской протоки отмечалось на протяжении нескольких последних десятилетий. Интенсивная аккумуляция наносов происходит в протоке выше оголовка острова Максимкин, а также в районе острова Большого. Перераспределение расходов воды в основной рукав усилилось после паводка 2013 г.
Венцелевский	29%	Наблюдается усиление общей тенденции развития Венцелевской протоки с увеличением ее водоносности, размывом берегов и дна. Окончательное перемещение основного стока в протоку пока сдерживается незначительной шириной в истоке.
Сунгарийский	50%	Продолжение развития левосторонних рукавов с увеличением их водоносности, чему во многом способствовал паводок 2013 г. и снижение пропускной способности главного русла Амура перед его слиянием с Сунгари вследствие интенсивных аккумулятивных процессов.
Сахалинский	36%	Русловые деформации имеют направленный характер, проявляясь в значительном увеличении ширины, глубины и водности Сахалинской протоки и аккумуляции наносов в главном русле Амура ниже ее истока (в ухвостье острова Винный).

рукавам в относительных величинах указывает на явно выраженную направленность в их развитии. При этом о тенденции развития рукава можно судить по изменению его относительной водности в разные фазы гидрологического режима. Развивающиеся рукава, как правило, увеличивают долю поступающего в них расхода воды по мере снижения уровней воды; отмирающие или мелеющие – увеличивают свою относительную водоносность в многоводную фазу водного режима [8].

Проведенный анализ перераспределения стока воды по рукавам на ключевых участках Среднего Амура в пределах ЕАО свидетельствует о преимущественной аккумуляции наносов во второстепенных рукавах и протоках. Также в пределах целого ряда участков основного русла, где вследствие сочетания ряда естественных факторов (подпорные условия, чрезмерное увеличение ширины русла, уменьшение или прекращение дноуглубительных работ) происходит значительное снижение пропускной способности водного потока. Это явилось дополнительным импульсом для активизации новых, гидравлически более выгодных положений русла, что говорит о необходимости более детального анализа и мониторинга русловых процессов на отмеченных участках Амура.

Заполнение наносами правобережных рукавов р. Амур ниже устья реки Сунгари будет способствовать перераспределению основного потока к российскому берегу (рис. 2). Это может стать причиной переноса фарватера и пересмотра вопроса о принадлежности крупных пойменных островов в этой части долины Амура, являющихся в настоящее время российскими.

Существенные преобразования после паводка 2013 г. произошли также в пойме р. Амур. Они проявились в интенсивном размыве берегов. В прибрежных частях поймы в результате осаждения наносов образовались широкие песчаные гряды. Увеличилась высота прирусловых валов за счет отложения тонко- и мелкозернистых песков [6].

Река Уссури. Естественная тенденция более активного размыва правого берега р.Уссури и активное перераспределение стока в правобережные рукава создает угрозу более интенсивного размыва российского берега по сравнению с китайским берегом и перемещения фарватера реки в правобережные рукава (табл. 2). Направленность

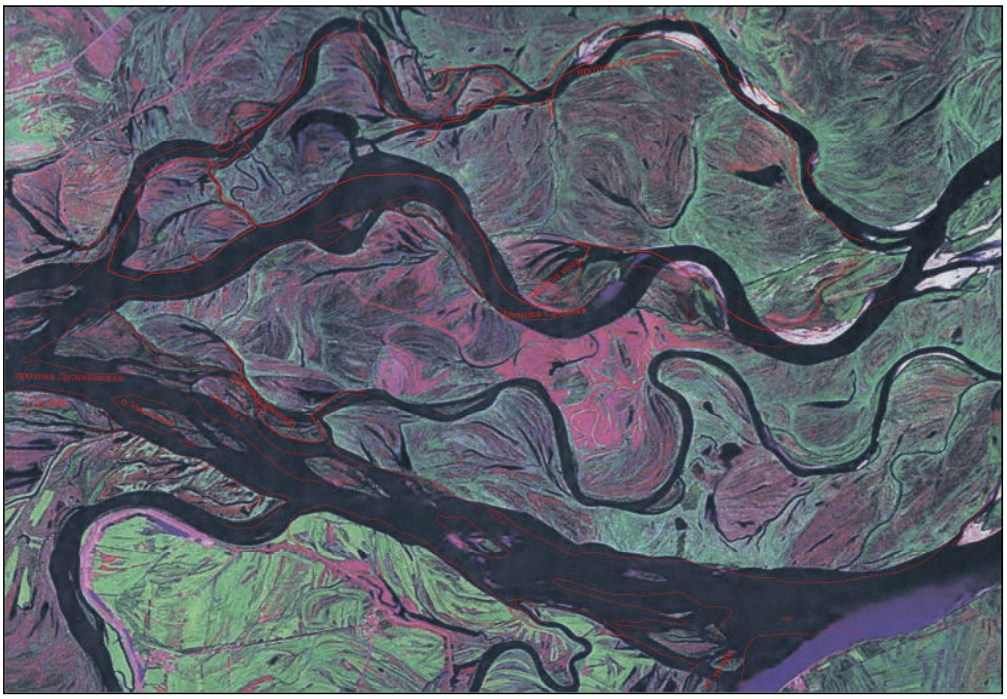

Рис. 2. Сложная пойменно-русловая многорукавность р. Амура в районе устья реки Сунгари [9]

Fig. 2. Complex multichannel character of the Amur River floodplain near the Songhua River mouth [9]

русловых деформаций на р. Уссури обусловлена типом русла, которое по своим характеристикам относится к пойменной многорукавности.

На Киселёвском участке реки левобережное основное русло характеризуется наличием ложбин с наибольшей глубиной по сравнению с глубинами в протоке. Глубины по фарватеру изменяются от 1,9 м на лимитирующем перекате до 9,1 м на самом глубоком плёсе. Наиболее глубоководная часть судового хода прижата к левому (китайскому) берегу.

По ширине русло правобережной протоки Киселёвской больше основного русла, но изобилует наличием большого количества аккумулятивных русловых макроформ (осерёдков и молодых островов), которые сильно затрудняют судоходство при низких уровнях воды. В протоке глубина на участке наибольшего развития русловых форм при входе в неё составляет 1,3 м. Берега протоки на значительном протяжении имеют невысокие уступы и очень слабо подвержены размыву.

Из анализа полученных материалов и на основе закономерностей развития подобных участков русел на Амуре можно сделать предварительный вывод о вероятности смещения основного русла р. Уссури (судового хода) в протоку Киселёвскую. На плане русловой съёмки отчётливо прослеживается глубокая ложбина, которая из основного русла направлена в протоку, т. е. происходит размыв входа в неё. Кроме того, в основном русле р. Уссури в районе приверха острова Киселёвского активно происходит аккумуляция наносов, выраженная в формировании осерёдков, островов, обширных кос и подводных образований, которые затрудняют сток воды и способствуют его перераспределению в протоку Киселёвскую. Пока этот процесс не фиксируется размывом дна в протоке, однако изменение направленности может произойти достаточно быстро.

Направленность русловых деформаций на Шереметьевском участке реки Уссури обусловлена особым типом разветвления русла – пойменной многорукавностью. Основное русло определяется наличием в нём ложбин большой протяжённости с глубиной более 2 м по сравнению с протокой. По ширине русло протоки не отличается от основного русла, но имеет протяжённость на 0,2 км больше.

Глубины по фарватеру в основном русле при средних уровнях изменяются от 2,1 м на лимитирующем перекате до 3,9 м на самом глубоком плёсе. Наиболее глубоководная часть судового хода попеременно прижимается то к левому китайскому берегу, то к правому российскому (в районе о-ва Шереметьевского). Правый берег протоки выше острова Шереметьевского представляет собой отвесный уступ высотой от 7 до 15 м, сложенный из базальтов кизинской свиты – очень прочных массивных пород.

Максимальная глубина в истоке протоки на участке наибольшего развития русловых форм составляет 2,7 м. В русле протоки отмечаются многочисленные аккумулятивные формы руслового рельефа (побочни), свидетельствующие о значительном транспорте наносов и их накоплении.

Китайский берег р. Уссури выше приверха о-ва Шереметьевского на значительном протяжении закреплен от размыва специальной кладкой. Вполне вероятно его влияние на перераспределение стока воды из основного русла в протоку, проходящую вдоль правого берега у о-ва Шереметьевского.

Таким образом, дальнейшее направленное

Таблица 2

Проблемные участки в нижнем течении Уссури (Хабаровский край)

Table 2

Problem parts of the river in the Ussuri lower reach (Khabarovsk Territory)

Участок	Характеристика основного русла	Характеристика второстепенного рукава
Киселёвский	Максимальная глубина 7,40 и 8,20 м соответственно в начале и конце участка. Продолжаются процессы аккумуляции наносов и уменьшение глубин на перекатах.	Максимальная глубина составляет 3,20 м. Минимальная площадь поперечного сечения протоки при прогнозном размыве практически равна площади поперечного сечения русла на лимитирующем перекате в основном русле.
Шереметьевский	Максимальная глубина в основном русле 4,40 и 3,80 м соответственно в начале и конце участка. Отмечается слабое увеличение глубин, усиливается аккумуляция аллювиальных отложений в русле.	Максимальная глубина в средней части протоки составляет 3,90 м. Отмечается довольно интенсивное увеличение глубин. Площадь поперечного сечения больше площади сечения основного русла.

развитие данного участка реки приведет к перераспределению стока воды и впоследствии судового хода из основного русла в правобережную протоку Шереметьевскую. Вероятность такого события достаточно велика, учитывая, что все поперечные и продольный профили ее за период с 2013 по 2014 гг. фиксируют углубление русла на 0,5–1,0 м. В истоке протоки в настоящее время сформировалась глубокая ложбина, которая из основного русла направлена в протоку, что в перспективе обеспечит существенное увеличение стока в нее.

В настоящее время данных для оценки масштабов и прогноза переформирований русла на выделенных участках недостаточно для обоснования наиболее эффективных способов и объемов работ берегозащитных и руслостабилизирующих мероприятий. Необходимо проведение мониторинга русловых процессов на основе крупномасштабных наблюдений за динамикой рукавов и берегов выделенных участков русел рр. Амур, Уссури с целью получения надежных количественных данных для оценки современной тенденции развития русловых переформирований. Эти наблюдения должны охватывать наиболее динамичные участки берегов пограничных рек, преобразование русел которых происходит достаточно быстро. Следует проводить также наблюдения за перемещением аккумулятивных русловых форм с целью оценки скорости их смещения. Такие исследования должны включать в себя:

- детальный анализ имеющегося картографического материала, а также данных космических съемок и оценку на их основе общих тенденций развития русловых деформаций на участках рр. Уссури и Амур;

- разработку программы мониторинга русловых деформаций рр. Амур и Уссури с учетом региональных особенностей проявления эрозионно-аккумулятивных процессов;

- осуществление в рамках мониторинга полевых изысканий с проведением комплекса гидрологических и геоморфологических наблюдений и измерений;

- составление карт современной динамики переформирований русла на участках рр. Амур и Уссури с использованием результатов полевых изысканий;

- составление прогноза развития локальных русловых преобразований на участках активной эрозионной деятельности рр. Амуар и Уссури на период 10–20 лет;

- разработку рекомендаций по очередности проведения берегозащитных и иных руслостабилизирующих мероприятий на участках рр. Амур и Уссури, подверженных интенсивным русловым деформациям и возможным перераспределениям основного стока в рукава вдоль российского берега.

На территории Российской Федерации примером эффективного решения проблем нежелательного перераспределения стока воды между рукавами и защиты берегов от размыва является создание переливных плотин в окрестностях Хабаровска. Полузапруды в протоках Пемзенской и Бешеной, возведенные с целью восстановления водного стока основного русла р. Амур в районе Хабаровска, выполнили роль регуляторов, направивших сток к городу. Представляется целесообразным в ближайшей перспективе организация мониторинга русловых процессов на пограничных участках рр. Амур и Уссури соответствующими государственными организациями с привлечением специалистов Дальневосточного отделения РАН. Лишь на основе полученных данных возможна разработка эффективных мероприятий по стабилизации русел пограничных участков рр. Амур и Уссури.

Заключение

Бассейн р. Амур является одним из наиболее крупных в мире трансграничных бассейнов. Он расположен на территории с неустойчивыми условиями формирования стока. Для Амура и его крупных притоков характерно отчетливо выраженное естественное многолетнее колебание водности и русловых деформаций, влияющих на условия судоходства, эффективность действия и устойчивость водохозяйственных сооружений и береговых объектов.

Особенности географического положения и природных процессов бассейна реки Амур обусловливают сложность решения водохозяйственных проблем одной из наиболее уникальных рек России и мира. Резкие колебания речного стока в течение года, крайне низкие меженные уровни в отдельные годы, значительные паводки, ярко выраженная многолетняя изменчивость стока и интенсивные русловые деформации являются главными природными и антропогенными факторами, влияющими на устойчивость водных и пойменных экосистем реки.

В процессе исследований было выявлено шесть проблемных участков рр. Амур и Уссури, характеризующихся интенсивным перераспределением стока воды по рукавам. Особенно интенсивно эти процессы проявились во время катастрофического наводнения на Амуре и в нижнем

течении Уссури. В результате произошло увеличение размеров рукавов, перехватывающих сток воды, с интенсивным размывом берегов.

Одним из актуальных вопросов является организация мониторинга русловых процессов на наиболее динамичных участках пограничных рр. Амур и Уссури. Важное значение имеют также знания о гидрологических условиях на крупных реках бассейна Амура на китайской территории и планируемых водохозяйственных мероприятиях, способных оказать значительное негативное воздействие на сопредельную сторону. Без таких данных невозможно разработать обоснованные предложения по ограничению негативных воздействий на русла и берега указанных водотоков.

Работа выполнена при финансовой поддержке Проекта № 0294-2018-0001.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бакланов П.Я., Воронов Б.А. Глобальные и региональные риски устойчивого природопользования в бассейне Амура // Известия РАН. Сер. геогр. 2006. № 3. С. 17–24.
2. Ганзей С.С. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и северо-востока КНР // Владивосток: Дальнаука, 2004. 229 с.
3. Завадский А.С. Пограничные проблемы на реках бассейна Амура, обусловленные русловыми процессами, и пути их решения // Водное хозяйство России. 2012. № 3. С. 74–79.
4. Иванов В.В., Завадский А.С. Русловые процессы на пограничном участке р. Амур // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2012. № 3. С. 48–56.
5. Махинов А.Н. Современное рельефообразование в условиях аллювиальной аккумуляции. Владивосток: Дальнаука, 2006. 232 с.
6. Махинов А.Н. Водный режим поймы р. Амур и особенности пойменного осадконакопления во время экстремального наводнения 2013 г. // Метеорология и гидрология. 2017. № 3. С. 87–92.
7. Махинов А.Н., Завадский А.С., Ким В.И., Чернов А.В., Губарева Е.К. Изменение русла реки Амур после наводнения 2013 года // Известия РГО, 2016. Т. 148, вып. 3. С. 46–61.
8. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2.: Морфодинамика речных русел. М.: Красанд, 2011. 960 с.
9. Google Maps. URL: https://www.google.ru/maps/@47.7467009,132.5115315,23514m/data=!3m1!1e3 (дата обращения: 22.04.2018).
10. Kim V., Makhinov A. Deformation of the Amur river channel under the catastrophic flood of 2013 // 9th International Conference on geomorphology, Vigyan Bhaban, New Delhi, India, 6–11 November, 2017.

TRANSFORMATION OF THE AMUR AND USSURI RIVERS LOCAL FLOODPLAIN-CHANNEL SYSTEMS AS A FACTOR FOR TRANSBOUNDARY PROBLEMS

A.N. Makhinov, V.E. Kim, A.V. Anoshkin, Liu Shuguan,
A.F. Makhinova, Ya.Yu. Dugaeva

The authors consider the features of water flow redistribution along channels of the Amur and Ussuri rivers floodplain within the Khabarovsk and JAR territory characterizing the most intensive channel transformations. They show the necessity of monitoring, in order to develop most effective channel stabilizing measures.

Keywords: *Amur, Ussuri, channel processes, coastal erosion, flow redistribution, transboundary impact, impact assessment.*