

УДК 627.42(045)

*Р.С. Чалов***УПРАВЛЕНИЕ РУСЛОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ, ТЕХНОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РУСЛА РЕК И ПРОБЛЕМЫ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ¹**

Рассматриваются условия применения принципов управления русловыми процессами для обеспечения гидроэкологической безопасности при использовании водных и других речных ресурсов, эксплуатации рек как водных путей сообщения. Показано, что в наибольшей мере управление русловыми процессами применяется на судоходных реках, на урбанизированных участках и реках в экономически освоенных регионах. Основными приёмами управления являются дноуглубительные и выправительные работы, направляющие дамбы, берегозащитные мероприятия. Разработки русловых карьеров представляют собой уже нарушение русловых процессов, которое требует принятия компенсационных мер по предотвращению неблагоприятных экологических последствий. В остальных случаях необходимо учитывать современное состояние русел и прогнозные оценки русловых деформаций в районах расположения проектируемых объектов. Неблагоприятные экологические последствия любых техногенных воздействий на реки связаны с недостаточным учетом русловых процессов, а иногда и полным их игнорированием.

Ключевые слова: русловые процессы, управление, регулирование русел, водные пути, использование водных ресурсов, карьеры, разветвления русел, мостовые переходы, гидроэкология.

DOI: 10.35634/2412-9518-2022-32-2-184-191

Мероприятия, связанные с использованием водных и минеральных ресурсов, эксплуатацией рек как водных путей сообщения, строительством на берегах и прокладкой через них коммуникаций в большой или меньшей степени, но всегда представляют собой различные формы искусственного вмешательства в естественный ход русловых процессов, и в той или иной мере изменяют его. При этом речь идет не о создании гидроузлов с водохранилищами, полностью меняющих облик рек и ведущие факторы русловых процессов (сток воды и наносов), а о тех воздействиях, при которых внешне река не изменяется, но протекающие в ней процессы являются по сравнению с естественными условиями по своим последствиям неблагоприятными. Последние особенно часты, если мероприятия идут вразрез руслоформирующей деятельности реки, нарушают сток наносов или в корне меняют гидравлические характеристики и структуру потока. Поэтому при проектировании любых гидротехнических и водохозяйственных объектов или проведении мероприятий неизбежно встает вопрос об их гидроэкологической безопасности. Выполнения ее требований должно обеспечить минимизацию возможных отрицательных последствий на условиях жизни и деятельности человека, сохранение рек как естественного водного объекта и предотвращение опасных проявлений русловых процессов, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям. Нередко это возникает из-за отсутствия, ошибочности или не учета прогнозных оценок русловых деформаций, и они приобретают опасный характер спустя даже продолжительное время после сооружения на реке инженерного объекта. В этих случаях неизбежно уже противодействие работе реки, «борьба» с русловыми процессами и нарушение ее естественного состояния.

Следует учитывать, что многие, если не большинство, мероприятий проводится в социальных целях: коммунальный водозабор, обеспечивающий население питьевой водой; дноуглубительные работы на судоходных реках, создающие благоприятные условия для перевозок грузов и пассажиров; защита берегов от размыва, являющегося естественным следствием русловых деформаций, особенно если он угрожает разрушению объектов жизнедеятельности. Будучи непосредственным техногенным воздействием на реку, эти мероприятия, решая важнейшую социально-экологическую задачу, в обратной связи вызывают, при их непредвиденности, дополнительные неблагоприятные явления. Примеры подобного рода достаточно многочисленны и свидетельствуют об экологической неоднородности последствий антропогенных воздействий на речные русла [1].

¹ Выполнено по планам НИР (ГЗ) кафедры гидрологии суши и научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ имени М.В. Ломоносова при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-17-00086 – оценка экологических последствий опасных проявлений русловых процессов и методы управления ими на реках, с разветвленным руслом).

Материалы и методы исследований

В основу статьи положено обобщение многолетних (более 60 лет) исследований автора на реках России и бывшего СССР, выполнявшихся для решения разнообразных прикладных задач. Задачи связаны с обоснованием мероприятий по улучшению условий судоходства, выбором мест и обеспечением нормального эксплуатационного состояния водозаборов и выпусков сточных вод, возведением мостовых переходов, трубопроводов и других коммуникаций через реки, строительством на берегах инженерных и коммунальных объектов, функционирование которых, прежде всего, определяется русловыми процессами, направленностью и темпами их развития, вероятностью возникновения опасных проявлений вплоть до создания аварийной ситуации. Особое положение в этих исследованиях занимала проблема разработки русловых карьеров строительных материалов – песчано-гравийной смеси, которая по определению представляет собой нарушение естественных процессов руслоформирования, и требует выполнения превентивных мер по предотвращению неблагоприятных экологических последствий. При этом последнее – снижение или полная нейтрализация негативных техногенных воздействий на русловые процессы и обеспечение при освоении водных и других речных ресурсов гидроэкологической безопасности являлись одной из ведущих целей выполнявшихся прикладных исследований.

Лена, Енисей, Обь, Амур, Печора, Северная Двина, Вычегда, Ока, Колыма, Яна, Индигирка, Амударья, Днестр, Томь, Бия, Катунь, Чулым, Мезень, Белая, нижняя Волга – неполный перечень рек, на которых были проведены и продолжаются прикладные русловые исследования. Они опираются на специально разработанную в МГУ им. М.В. Ломоносова географо-гидрологическую методологию изучения русловых процессов, в основу которой заложены подходы и идеи Н.И. Маккавеева. Результаты большинства исследований были успешно внедрены в практику, обеспечив технико-экономическую и гидроэкологическую безопасность со стороны русловых процессов реализованных проектов.

Результаты и их обсуждение

В наибольшей степени отвечает условиям обеспечения гидроэкологической безопасности управление русловыми процессами [2]. Под этим следует понимать искусственное воздействие на русла рек для ограничения или предотвращения опасных проявлений русловых процессов или их неблагоприятных изменений, использование положительных тенденций в развитии русел в желательном для жизни и деятельности людей направлении. Целью искусственного влияния является наиболее полное удовлетворение потребностей водопользователей при сохранении рек как природных объектов, минимизации возможных негативных последствий естественных русловых деформаций и трансформации русел при искусственном вмешательстве в их жизнь. Управление русловыми процессами – это система организационно-технических и регуляционных мероприятий, направленных на стабилизацию речных русел, повышение их устойчивости, обеспечение гидроэкологической безопасности при использовании речных ресурсов, транспортной эксплуатации рек, прокладке коммуникаций и освоении приречных территорий. В наиболее полной мере управление русловыми процессами осуществляется при регулировании русел судоходных рек, т. е. на реках, которые представляют собой внутренние водные пути сообщения, для их функционирования проводятся капитальные и эксплуатационные мероприятия, направление на обеспечение необходимых габаритов пути, надежности и устойчивости судоходных трасс [3]. Истоки такого подхода соотносятся по времени с концом XIX – началом XX столетия, когда были опубликованы работы В.М. Лохтина, Н.С. Лелявского и других русских путейцев-гидротехников, заложивших основу данного подхода к воднотранспортному регулированию рек и ставших основоположниками русской школы учения о русловых процессах. Значение их трудов было особо подчеркнуто в специальной статье М.А. Великанова [4] из сборника «Вопросы гидротехники свободных рек» [5], в котором спустя полвека со времени публикации были собраны и стали достоянием научной общественности первые теоретические работы по русловым процессам и их приложению к водным путям. Их идеи были восприняты Н.И. Маккавеевым, Н.А. Ржаницыным, К.В. Гришаниным, В.В. Дегтяревым и др., создавшими уже современную школу русловых процессов и русловой гидротехники на свободных реках (так Н.И. Маккавеев назвал подготовленный им к изданию, упомянутый выше сборник трудов классиков отечественного русловедения и воднопутейской инженерии).

Используя принципы управления русловыми процессами при воднопутейском регулировании русел, реки России были превращены в современные водные пути, гарантированные глубины на которых были повышены по сравнению с бытовыми (исходными) до двух и более раз. При этом главным методом регулирования русел судоходных рек стало дноуглубление с использованием извлеченного грунта для намыва выправительных сооружений (струенаправляющих дамб, полузапруд и т. д.) и вообще отвалов грунта при землечерпании как средства, способствующего сосредоточению потока на прорези и препятствующего его распластыванию на перекате. Во всех случаях проектирование дноуглубительных работ – разработка прорезей и намыв сооружений опирались на закономерности переформирования как самих русел с учетом их морфодинамических типов и особенностей, так и особенности режима перекатов, возникающих в каждом конкретном случае (на излучине или в разветвлении русла, на отдельном перекате или перекатном участке). В результате многие судоходные реки были облагорожены, сохранены как природные объекты, на которых вместе с тем прекратились или существенно сократились опасные естественные проявления, не говоря уже об улучшении условий судоходства, ради которых выполнялись сами работы. Исключение составили те случаи, когда возобладали сугубо экономические соображения, и необходимость создания современного водного пути посредством канализирования русла, стеснения его выправительными сооружениями и ликвидации перекатов. Такова коренная реконструкция русла верхней Лены в связи с организацией плавания судов класса «река-море» по всей реке (от порта Осетрово на БАМе до устья) [6]. Другим примером такого рода служат реки со сложно разветвленным руслом, на которых трасса судового хода иногда вынужденно прокладывается с нарушением естественных тенденций русловых переформирований, например, для обеспечения водных подходов к населенным пунктам, портам и предприятиям (верхняя Обь [7], Лена в районе г. Якутска [8], нижняя Мезень [9] с параллельно-рукавными разветвлениями). Но такие нарушения минимальны по воздействию на реки из-за их незначительности по сравнению с размерами рек или вследствие возможно максимального учета местных русловых деформаций. В большинстве же своем они были связаны с недостаточной изученностью руслового режима, особенно на крупнейших реках с разветвленным руслом, который только начался в середине второй половины XX века. Это приводило к тому, что сами исследования ставились уже тогда, когда создавалась напряженная обстановка на реке по трассе судового хода, на мостовых и подводных переходах и особенно при разработке карьеров ПГС.

Благоприятные экологические последствия регулирования русла, проведенного на основе выявленных закономерностей русловых переформирований и их прогнозирования научно обоснованного проектирования, не замедлили сказаться. Их внешним показателем явилось начавшееся уже в 80-е гг. снижение объемов эксплуатационного землечерпания (на некоторых реках – до 1,5 раз), закрепление трасс судовых ходов и, в конечном счете, снижение техногенной нагрузки на русла рек. Но именно последнее является основным экологическим упреком в адрес водных путей со стороны экологов, в частности, из-за взмучивания воды при работе земснарядов, производящих дноуглубление. Однако землечерпательные прорези только на больших и крупнейших реках разрабатываются на ширину до 100–150 м (при ширине русла более 1–1,5 км, и шлейф мутности протягивается вниз от работающего земснаряда на расстояние не более 200 м, имея ширину около 20 м [10], а время разработки прорези составляет несколько дней и лишь в том случае, если проводятся капитальные работы, растягивается до месяца и более. В то же время размывы берегов, не говоря об ущербе, который возникает из-за потерь земельного и лесного фонда, разрушения объектов жизнедеятельности людей, вызывают образование шлейфа мутности шириной несколько десятков метров, охватывающего плесовые (глубокие) участки реки протяженностью до первых десятков километров в зависимости от длины фронта размыва. При этом поступающие в русло наносы аккумулируются ниже по течению, вызывая обмеление перекатов, водозаборов и водовыпусков, водных подходов к портам, причалам, пристаням.

Упреки экологов на речной транспорт чаще всего сводятся к тому, что от него страдает речная ихтиофауна и, как следствие, рыбное хозяйство. При этом, как правило, их заключения делаются лишь исходя из общих соображений. Специальные исследования на Оби [11. С 167] показали, что «негативное воздействие, которому подвергаются гидробионты, носят локальный и временный характер» и уже на удалении 400 м от работающих механизмов «биомасса увеличивается или приближается к фоновой». С другой стороны, разработка прорезей через мелководные перекаты усиливают процессы водообмена между плесами, а в особо суровые зимы и при образовании мощного ледового покрова ликвидируют возможности зимнего замора рыб.

Происшедшее с начала 90-х гг. резкое сокращение или прекращение дноуглубительных работ, а на малых реках или на протяженных участках больших рек (таковы Вычегда, Дон, верхняя Ока, Мезень и многие др.) прекращение судоходства (хотя реки не изъяты из списка водных путей), привело к тому, что русла рек стали возвращаться в бытовое состояние. Этот процесс, в первую очередь, охватил реки или участки рек, где работы по коренному улучшению водного пути не были завершены или дноуглубление ограничивалось только эксплуатационным землечерпанием; на тех же реках или участках рек, на которых эти работы были выполнены, процесс релаксации зачастую даже через десятки лет после прекращения дноуглубления или только-только намечается, или вообще еще не проявляется. Таковы верхняя Обь ниже слияния Бии и Катунь (Фоминский–Усть-Унуйский–Ровный сложно разветвленный участок), Северная Двина (Паечный–Коптельский–Рубежские параллельно-рукавные разветвления), многие участки на Вычегде, Печоре, Оби ниже г. Новосибирска, в основном, с разветвленным руслом), бывшие до регулирования наиболее сложными для судоходства, а ряд из них – в целом для водного хозяйства. Там, где произошло возвращение и приближение русел к исходному состоянию, это отразилось в активизации русловых деформаций, что само по себе уже представляет собой негативное явление, так и в побочных, иногда еще более неблагоприятных тенденциях. Так, обмеление перекатов на Малой Северной Двине непосредственно ниже г. Великого Устюга явилось одной из причин ледовых заторов (из-за снижения пропускной способности ледохода) и связанных с ними наводнений, регулярность которых возросла до уровня начала прошлого столетия [12].

Комплексное управление русловыми процессами требуется, в первую очередь, на реках экономически освоенных территорий, урбанизированных участков большой протяженности, где русловые процессы приводят к постоянным переформированиям русел, создающим непосредственную угрозу разрушения инженерных объектов на берегах и переходам коммуникаций через реки, осложнениям в эксплуатации водных путей и подходов к населенным пунктам, портам и промышленным предприятиям, обмелению и выводу из строя водозаборов и водовыпусков. Ситуация осложняется, если эти участки рек находятся в нижних бьефах гидроузлов или являются составными частями воднотранспортных магистралей. Подобная опасная и даже чрезвычайная обстановка сложилась на Лене в районе г. Якутска [8], на р. Томи между городами Междуреченском и Новокузнецком и в районе г. Томска [13], на верхней Катунь [14], на Оби в нижнем бьефе Новосибирского гидроузла [15] и ряде других рек. Здесь русловые процессы непосредственно связаны, а иногда полностью определяют сложившуюся обстановку, а также являются важным условием проявлений других опасных гидрологических явлений. Проведенные исследования на перечисленных объектах позволили установить характер и направленность русловых деформаций, определить их роль в формировании наводнений и ледовых заторов, разработать прогнозные оценки (в т. ч. с помощью гидродинамического моделирования) на ближайшую и отдаленную перспективу и обосновать систему мероприятий по регулированию русел и управлению русловыми процессами, которые призваны снизить или полностью нейтрализовать негативные их проявления, обеспечить гидротехническую и гидроэкологическую безопасность использования речных ресурсов. При этом все мероприятия учитывали потребности всех водопользователей и эксплуатационников.

Вне таких участков рек, за исключением водных путей, не столько требуется управление русловыми процессами, сколько правильный выбор местоположения объекта с точки зрения его безопасности от воздействия русловых деформаций. В тех же случаях, когда объект оказывает воздействие на русловые процессы, необходима оценка и прогноз спровоцированных им деформаций русла и их обратного воздействия на сам объект. Таков учет русловых процессов при строительстве мостовых переходов, прокладке через реки трубопроводов, возведении береговых объектов, водозаборов и т. д. Однако именно при их проектировании наибольшее число принятия ошибочных решений, приводящих при реализации проектов к очень большим затратам на «борьбу» с возникающими опасностями. Показателен в этом отношении пример р. Лены у г. Якутска, где на протяжении уже более 50 лет происходит вследствие направленных русловых деформаций обмеление левого рукава – Адамовской протоки, в которой, помимо транзитного судового хода, располагаются заход в речной порт, городской коммунальный водозабор, многочисленные причалы, в том числе паромная переправа, связывающая Амуро-Якутскую федеральную автомобильную трассу со столицей Республики Саха (Якутия), другие промпредприятия города, нефтебаза и т.д. При этом уже в то время, когда эти неблагоприятные явления сказывались вполне отчетливо и был обоснован (и опубликован и доведен до сведения соответствующих органов) прогноз дальнейших неблагоприятных переформирований

русла, утверждается и реализуется проект нового водозабора, который уже в период его строительства оказался в зоне заносимости и требовалось выполнение специальных работ по обеспечению подвода к нему воды [8]. Более того, он располагается непосредственно ниже выхода из подходного канала к Якутскому порту, по которому, особенно в межень, поступают из акватории порта и прилегающих городских территорий и промзон загрязненные воды. В результате приходится идти на большие затраты для обеспечения нормальной работы водозабора, причем все мероприятия для этого проводятся вразрез направленных русловых деформаций.

Без должного учета русловых деформаций или при их игнорировании, несмотря на отрицательные экспертные заключения специалистов по русловым процессам, были построены мостовые переходы через Обь по федеральной автомагистрали «Байкал» ниже г. Новосибирска [16], также мост через Обь у г. Барнаула. К сожалению, таких примеров можно привести очень много, и нередко обращение или привлечение специалистов к решению проблемы осуществляется уже тогда, когда возникла чрезвычайная ситуация.

Более сложны и, как правило, экологически неблагоприятны последствия разработки русловых карьеров стройматериалов. Но и в этом случае было установлено, что «на местах больших разработок возможен нерест промысловых видов рыб, инкубация икры и нагул ихтиобионтов» [11, с. 167]. Главное последствие – размывы русла, которые в совокупности с выемками при сплошном размещении карьеров на участках рек протяженностью в десятки и сотни километров вызывают «посадку» уровней, снижение скоростей течения, что сопровождается обсыханием пойм, ухудшением качества и продуктивности пойменных земель, качества воды из-за снижения водообмена и ее загрязнения, усилением заторообразования во время ледохода и, несмотря на понижение уровней воды ростом угрозы наводнений. Последнее наиболее ярко проявилось на р. Томи выше г. Томска. Во многих случаях разработка карьеров – причина ухудшения условий судоходства из-за снижения глубин на перекатах выше и ниже по течению. Посадки же уровней – характерное явление практически на всех реках, на которых ведется извлечение из русел песчано-гравийной смеси. На Оке, Белой, Томи, Вятке, ряде других рек они привели к наиболее ярким негативным проявлениям.

Наличие карьерной выемки грунта – причина незатухающей глубинной эрозии в нижних бьефах гидроузлов, что особенно четко проявлялось на р. Оби ниже Новосибирского гидроузла [15]; на Енисее в нижнем бьефе Красноярского гидроузла врезание русла вследствие регулирования стока было незначительным из-за крупного состава руслообразующих наносов (галечно-валунные) и быстрого формирования аллювиальной отмостки. Но разработка карьеров у г. Красноярска и ниже по течению обусловила существенную перестройку русла, «посадку» уровней, привела к осложнению работы других водопользователей [17].

Разработка русловых карьеров, представляет собой, по определению, экологически опасные воздействия на реки, требующие строгого соблюдения научно обоснованных норм и правил. Во многих случаях и на многих реках разработка приводит не только к экологически неблагоприятным последствиям, но и резко отрицательно отражается на условиях работы других водопользователей. Так, карьерные разработки в пределах городской черты на Оби у г. Новосибирска (в свое время после проведения специальных исследований они были здесь запрещены, но уже в наши дни вновь получили «добро» городских властей) и вызванные ими деформации русла угрожают устойчивости речных опор существующих мостовых переходов через реку, в том числе метромоста [16]. Ухудшение состояния водных путей на реках с массовой разработкой карьеров проявились на Оке, Томи, Оби, Иртыше и многих других реках. На Оби в 100 км ниже г. Новосибирска в 70-е гг. были осуществлены на основе специальных исследований и прогнозных оценок русловых деформаций крупные работы, обеспечившие на одном из самых сложных разветвленных участков реки – Почтовском–Гусином–Белоглинском серьезный (и ставший хрестоматийным) технико-экономический и экологический эффект: возросли глубины по судовому ходу на перекатах, он стал устойчивым, прекратилось или свелось к минимуму эксплуатационное землечерпание, сократились размывы берегов и т. д. Однако бывший Новосибирский речной порт, превратившийся в горнодобывающее предприятие, добился разрешения на разработку большого карьера в нижней части несудоходного рукава [16], а начав добычу ради прибыли, распространил карьер на весь рукав вплоть до захода в него сверху, что привело к разрушению построенной здесь ограждающей рукав дамбы. В результате рукав стал основным по водности (около 70 % расхода воды), а судоходный обмелел, в нем образовалось несколько перекатов. Это привело к очень неблагоприятным переформированиям и ниже по течению, которые сказываются и в ухудшении состояния водного пути на всем участке. Подобное хищническое отношение

к использованию минеральных ресурсов рек и разработка русловых карьеров с нарушением узаконенных правил и требований является типичным явлением на многих реках России.

Тем не менее говорить о необходимости запрета русловой добычи аллювиальных месторождений стройматериалов вряд ли целесообразно. Проектируя разработку карьеров, нужно строго придерживаться уже существующих, научно обоснованных норм и правил, проводить специальные в каждом конкретном случае русловые исследования, прогнозировать на их основе изменения русел под воздействием карьеров, предусматривать выполнение защитных и компенсационных мероприятий для того, чтобы предотвратить возможные неблагоприятные последствия, и не допускать отклонений и нарушений от утвержденных (на основе экспертных заключений) проектов.

Оценка воздействия на русло и русловые процессы таких мероприятий, как разработка карьеров стройматериалов, неизбежно приводит к выводу, что в этих случаях речь уже идет не об управлении русловыми процессами, а о разработке защитных мер, призванных минимизировать отрицательные последствия подобных искусственных вмешательств (нарушений, по К.М. Берковичу [18]), несогласующихся с русловым режимом реки и без этих мер приводящих исключительно к доминирующему проявлению негативных последствий.

Заключение

Управление русловыми процессами – совокупность регуляционных мероприятий на реках при использовании водных ресурсов и эксплуатации рек или водных путей сообщения, обеспечивающих при их выполнении не только решения технико-экономических задач и получения соответствующего эффекта, но и соблюдение норм гидроэкологической безопасности и сохранение рек как природных водных объектов. Все мероприятия на реках можно разделить на три группы. Первая представляет собой разновидности искусственных вмешательств (нарушений) в русловые процессы, изменяющих морфодинамические и морфометрические характеристики речных русел и являющиеся наиболее опасными в экологическом отношении. Вторая группа – это объекты и сооружения на берегах, которые следует проектировать на основе руслового анализа и прогноза русловых деформаций, чтобы избежать их разрушения или вывода из эксплуатационного состояния по мере эволюции русловых форм и происходящих естественных переформирований русел. Третью группу составляют различные переходы коммуникаций через реки, которые с одной стороны, требуют учета и прогноза русловых деформаций, а с другой, сами вносят иногда существенные коррективы в их развитие, которые могут иметь негативные последствия, и поэтому проекты строительства должны учитывать вероятность их проявлений и предусматривать меры по предупреждению или минимизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чалов, Р.С. Об экологической неоднозначности последствий техногенных воздействий на речные русла / Р.С. Чалов, А.В. Чернов // Тр. Академии водохозяйственных наук. – М., 1998. – Вып. 5. – С. 203–216.
2. Чалов, Р.С. Управление русловыми процессами как важнейший элемент эффективного использования водных ресурсов / Р.С. Чалов // Тр. Академии водохозяйственных наук. – М., 2018. – Вып. 12. – С. 39–45.
3. Чалов, Р.С. Управление русловыми процессами как основа совершенствования водных путей / Р.С. Чалов // Вест. Моск. ун-та. Серия 5: География. – 2017. – № 3. – С. 3–13.
4. Великанов, М.А. Русская русловая гидротехника и ее роли в развитии учения и русловые процессы / М.А. Великанов // Вопросы гидротехники свободных рек. – М.: Речиздат, 1948. – С. 5–14.
5. Вопросы гидротехники свободных рек. – М.: Речиздат, 1948. – 364 с.
6. Зернов, С.Я. Внутренние водные пути Северовосточного региона: проектирование, строительство, эксплуатация / С.Я. Зернов. – Новосибирск: Наука, 2003. – 124 с.
7. Верхняя и средняя Обь: русловые процессы и оценка управления ими / Р.С. Чалов, С.Н. Рулева, А.А. Камышев, К.М. Беркович, А.С. Завадский, Н.М. Михайлова // Эрозия почв и русловые процессы. – М.: Географ. ф-т МГУ, 2018. – Вып. 20. – С. 149–195.
8. Морфология, деформации, временные изменения русла р. Лены и их влияния на хозяйственную инфраструктуру в районе г. Якутска / Р.С. Чалов, А.С. Завадский, С.Н. Рулева, О.М. Кирик, В.П. Прокопьев, И.М. Андросов, А.И. Сахаров // Геоморфология. – 2016. – С. 22–35.
9. Морфология, переформирование русла и перекатов р. Мезени (нижнее течение) / Р.С. Чалов, А.С. Завадский, С.Н. Рулева, С.Р. Чалов // Географический вестник. – 2010. – № 3 (14). – С. 11–23.
10. Дегтярев, В.В. Охрана окружающей среды / В.В. Дегтярев. – М.: Транспорт, 1989. – 125 с.
11. Еньшина, С.А. Влияние разработки месторождений стройматериалов на р. Оби на состояние гидрофауны / С.А. Еньшина, Д.П. Померанцева // Эрозия почв и русловые процессы. – М.: МГУ, 2003. – Вып. 14. – С. 161–169.

12. Генетический анализ причин весеннего затопления долины Малой Северной Двины в районе г. Великого Устюга / А.М. Алабян, Н.И. Алексеевский, Л.С. Евсеева, В.А. Жук, В.В. Иванов, В.В. Сурков, Н.М. Фролова, Р.С. Чалов, А.В. Чернов // Эрозия почв и русловые процессы. – М.: МГУ, 2003. – Вып. 14. – С. 104–130.
13. Верхняя Катунь: условия формирования русла, гидрологический режим, русловые процессы, их экстремальные и опасные проявления и защита от них / А.С. Завадский, В.В. Сурков, П.П. Головлев, И.В. Крыленко, В.Л. Бабурин, М.Д. Горячко, И.Н. Крыленко, С.Н. Рулева, М.А. Самохин, Е.А. Морозова, В.А. Чуженькова, Д.И.Школьный // Маккавеевские чтения – 2015. – М.: Географ. ф-т МГУ, 2016. – С. 28–42.
14. Ледовый русловой режим нижнего течения р. Томи / К.М. Беркович, Д.А. Вершинин, В.А. Земцов С.Н., Рулева, В.В. Сурков, Н.Л.Фролова // Эрозионные и русловые процессы. – М.: Географ. ф-т МГУ, 2015. – С. 183–198.
15. Нижний бьеф Новосибирской ГЭС в прошлом, настоящем и будущем (опыт исследования природно-техногенной системы) / К.М. Беркович, Н.Н. Виноградова, А.С. Завадский, С.Н. Рулева, В.В. Суркову, Р.С. Чалов // Эрозия почв и русловые процессы. – М.: МГУ, 2008. – Вып. 16. – С. 132–147.
16. Чалов, Р.С. Техногенные воздействия на р. Обь в пределах Новосибирского гидроузла и их влияние на русловые процессы и состояние водных путей / Р.С. Чалов, С.В.Павлушкин, С.Н. Рулева // Водные пути и русловые процессы. Гидротехнические структуры на водных путях: сб. науч. тр. – СПб: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2021. – Вып.5. – С. 29–39.
17. Переформирование русла Енисея ниже Красноярской ГЭС в условиях интенсивной техногенной нагрузки / К.М. Беркович, Н.Н. Виноградова, В.В. Иванов, Р.С. Чалов // Эрозия почв и русловые процессы. – М.: МГУ, 2003. – Вып. 14. – С. 144–161.
18. Беркович, К.М. Географический анализ антропогенных изменений русловых процессов / К.М. Беркович. – М.: ГЕОС, 2001. – 164 с.

Поступила в редакцию 18.03.2022

Чалов Роман Сергеевич, доктор географических наук, профессор кафедры гидрологии суши, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова 119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, 1, МГУ
E-mail: rschalov@mail.ru

R.S. Chalov

CHANNEL PROCESSES MANAGEMENT, HUMAN IMPACTS ON RIVER CHANNELS AND HYDROECOLOGICAL SAFETY PROBLEMS

DOI: 10.35634/2412-9518-2022-32-2-184-191

Conditions for applying the principles of channel processes management to ensure hydroecological safety in the use of water and other river resources, exploitation of rivers as waterways are considered in the paper. It is shown that management of channel processes to the greatest extent is applied on navigable rivers, on urbanized areas and rivers in economically developed regions. The main management techniques are channel dredging and stabilization, guide dams, and bank protection measures. Development of channel quarries makes such a serious influence on channel processes that it requires the adoption of compensatory measures to prevent adverse environmental consequences. In other cases, it is necessary to take into account the current state of channels and predictive estimates of channel changes in sections where the designed facilities are located. Adverse environmental consequences of any technogenic impacts on rivers are associated with insufficient consideration of channel processes and even their complete disregard.

Keywords: channel processes, management, channel stabilization, waterways, water resources use, quarries, braided channels, bridge crossings, hydroecology.

REFERENCES

1. Chalov R.S., Chernov A.V. Ob ekologicheskoy neodnoznachnosti posledstviy tekhnogennykh vozdeystviy na rechnye rusla [On the ecological ambiguity of the consequences of man-made impacts on river channels], in *Tr. Akademii Vodokhozyayst. nauk*, Moscow, 1998, iss. 5, pp. 203-216 (in Russ.).
2. Chalov R.S. [Management by the Russian processes as an important element of the effective use of water resources], in *Tr. Akademii Vodokhozyayst. nauk*, Moscow, 2018, iss. 12, pp. 39-45 (in Russ.).
3. Chalov R.S. [Control of fluvial processes as a basis for waterway improvemen], in *Vestn. Moskov. Univ.. Seriya 5, Geografiya*, 2017, no. 3, pp. 3-13 (in Russ.).

4. Velikanov M.A. *Russkaya ruslovaya gidrotehnika i ee roli v razvitii ucheniya i ruslovye protsessy* [Russian channel hydraulic engineering and its role in the development of the doctrine and channel processes], in *Voprosy gidrotehniki svobodnykh rek*, Moscow: Rechizdat Publ., 1948, pp. 5-14 (in Russ.).
5. *Voprosy gidrotehniki svobodnykh rek* [Issues of hydraulic engineering of free rivers], Moscow: Rechizdat Publ., 1948, 364 p. (in Russ.).
6. Zernov S.Ya. *Vnutrennie vodnye puti Severovostochnogo regiona: proektirovanie, stroitel'stvo, ekspluatatsiya* [Inland waterways of the North-Eastern region: design, construction, operation], Novosibirsk: Nauka Publ., 2003, 124 p. (in Russ.).
7. Chalov R.S., Ruleva S.N., Kamyshev A.A., Berkovich K.M., Zavadskiy A.S., Mikhaylova N.M. *Verkhnyaya i srednyaya Ob': ruslovye protsessy i otsenka upravleniya imi* [Upper and middle Ob: channel processes and assessment of their management], in *Eroziya pochv i ruslovye protsessy*, Moscow: Geograf. Fakult. MGU, 2018, iss. 20, pp. 149-195 (in Russ.).
8. Chalov R.S., Zavadskiy A.S., Ruleva S.N., Kirik O.M., Prokop'yev V.P., Androsov I.M., Sakharov A.I. [Morphology, deformations and temporary modifications of the Lena river channel and its influence on the Yakutsk economic infrastructure], in *Geomorfologiya*, 2016, pp. 22-35 (in Russ.).
9. Chalov R.S., Zavadskiy A.S., Ruleva S.N., Chalov S.R. [Channel pattern and dynamics of lower Mezen river], in *Geograficheskiy vestnik* [Geographical bulletin], 2010, no. 3 (14), pp. 11-23 (in Russ.).
10. Degtyarev V.V. *Okhrana okruzhayushchey sredy* [Environmental protection], Moscow: Transport Publ., 1989, 125 p. (in Russ.).
11. En'shina S.A., Pomerantseva D.P. *Vliyaniye razrabotki mestorozhdeniy stroyaterialov na r. Obi na sostoyaniye gidrofauny* [The impact of the development of deposits of building materials on the Ob River on the state of the hydrofauna], in *Eroziya pochv i ruslovye protsessy*, Moscow: Geograf. Fakult. MGU, 2003, iss. 14, pp. 161-169 (in Russ.).
12. Alabyan A.M., Alekseevskiy N.I., Evseeva L.S., Zhuk V.A., Ivanov V.V., Surkov V.V., Frolova N.M., Chalov R.S., Chernov A.V. *Geneticheskiy analiz prichin vesennego zatopleniya doliny Maloy Severnoy Dviny v rayone g. Velikogo Ustyuga* [Genetic analysis of the causes of spring flooding of the Malaya Severnaya Dvina Valley in the area of Veliky Ustyug], in *Eroziya pochv i ruslovye protsessy*, Moscow: Geograf. Fakult. MGU, 2003, iss. 14, pp. 104-130 (in Russ.).
13. Zavadskiy A.S., Surkov V.V., Golovlev P.P., Krylenko I.V., Baburin V.L. Goryachko M.D., Krylenko I.N., Ruleva S.N., Samokhin M.A., Morozova E.A., Chuzhen'kova V.A., Shkol'nyy D.I. *Verkhnyaya Katun': usloviya formirovaniya rusla, gidrologicheskiy rezhim, ruslovye protsessy, ikh ekstremal'nye i opasnye proyavleniya i zashchita ot nikh* [Upper Katun: channel formation conditions, hydrological regime, channel processes, their extreme and dangerous manifestations and protection from them], in *Makkaveevskie chteniya – 2015*, Moscow: Geograf. Fakult. MGU, 2016, pp. 28-42 (in Russ.).
14. Berkovich K.M., Vershinin D.A., Zemtsov V.A., Ruleva S.N., Surkov V.V., Frolova N.L. *Ledovyy ruslovyi rezhim nizhnego techeniya r. Tomi* [Ice channel regime of the lower reaches of the Tom River], in *Eroziyonnye i ruslovye protsessy*, Moscow: Geograf. Fakult. MGU, 2015, pp. 183-198 (in Russ.).
15. Berkovich K.M., Vinogradova N.N., Zavadskiy A.S., Ruleva S.N., Surkov V.V., Chalov R.S. *Nizhniy b'ef Novosibirskoy GES v proshlom, nastoyashchem i budushchem (opyt issledovaniya prirodno-tekhnogennoy sistemy)* [The lower reaches of the Novosibirsk hydroelectric power station in the past, present and future (experience in the study of the natural and man-made system)], in *Eroziya pochv i ruslovye protsessy*, Moscow: Geograf. Fakult. MGU, 2008, iss. 16, pp. 132-147 (in Russ.).
16. Chalov R.S., Pavlushkin S.V., Ruleva S.N. *Tekhnogennye vozdeystviya na r. Ob' v predelakh Novosibirskogo gidrouzla i ikh vliyaniye na ruslovye protsessy i sostoyaniye vodnykh putey* [Technogenic impacts on the Ob River within the Novosibirsk hydroelectric complex and their impact on channel processes and the condition of waterways], in *Sborn. nauch. tr. "Vodnye puti i ruslovye protsessy. Gidrotekhnicheskie struktury na vodnykh putyakh"*, St. Petersburg: Izd-vo GUMRF im. adm. S.O. Makarova, 2021, iss. 5, pp. 29-39 (in Russ.).
17. Berkovich K.M., Vinogradova N.N., Ivanov V.V., Chalov R.S. *Pereformirovaniye rusla Eniseya nizhe Krasnoyarskoy GES v usloviyakh intensivnoy tekhnogennoy nagruzki* [Reformation of the Yenisei riverbed below the Krasnoyarsk hydroelectric power station under conditions of intense technogenic load], in *Eroziya pochv i ruslovye protsessy*, Moscow: Geograf. Fakult. MGU, 2003, iss. 14, pp. 144-161 (in Russ.).
18. Berkovich K.M. *Geograficheskiy analiz antropogennykh izmeneniy ruslovykh protsessov* [Geographical analysis of anthropogenic changes in channel processes], Moscow: GEOS Publ., 2001, 164 p. (in Russ.).

Received 18.03.2022

Chalov R.S., Doctor of Geography, Professor of Department of Hydrology,
Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and Channel Processes
Lomonosov Moscow State University
Leninskie Gory, 1, Moscow, Russia, 119991
E-mail: rschalov@mail.ru