

Сергей В. Павлушкин (Sergiey W. Pavlushkin)

Обское государственное бассейновое управление водных путей и судоходства,
г. Новосибирск, Россия

Влияние техногенных факторов на русловые процессы на участке р. Оби ГЭС – устье р. Томи

Wpływ użytkowania hydroelektrowni na procesy korytowe rzeki Ob na
odcinku od zapory w Nowosybirsku do ujścia rzeki Tomi

Impact of hydro power plant operation on the fluvial processes of the
Ob river at the reach from the Novsibirsk dam to the Tomi river estuary

Streszczenie: W pracy na przykładzie odcinka rzeki Ob przeanalizowano problem wpływu hydroelektrowni (GES) na procesy korytowe. Do badań wybrano fragment koryta uregulowanego w 1959 roku, który zlokalizowany jest poniżej zapory w Nowosybirsku. Najważniejsze skutki użytkowania stopnia wodnego to: pogłębianie się dna na skutek procesu erozji wgłębnej z jednoczesnym zmniejszaniem się spadku dna i zwierciadła wody, a także zmiany koryta z roztokowo-anastomozującego na prostoliniowe. Wskutek zmian w morfologii doszło do znacznego pogorszenia się warunków żeglugowych poniżej zbiornika, przy jednoczesnym tworzeniu się lokalnych plos o głębokości 12 m. Proces erozji wgłębnej potęgowały prace bagrownicze, które uległy znacznej redukcji po 1990 roku. Pogorszenie warunków żeglugowych zwiększa dodatkowo reżim hydrologiczny podporządkowany pracy hydroelektrowni. W pracy podano też przyczyny złego projektowania zbiorników. Najważniejszą jest niezajomość procesów korytowych, a w szczególności konsekwencji prowadzonych prac bagrowniczych. Prace te powinny być powiązane z zapewnieniem bezpieczeństwa hydrologicznego oraz minimalnego wpływu na środowisko.

Abstract: The article seeks to analyse the impact exerted by the hydro power plant (GES) on fluvial processes, using the example of a reach of the Ob river. The reach selected for the purpose of the study was regulated in 1959 and is located below the Novosibirsk dam. The most significant consequences of dam operation include: deepening of the channel as a result of bed erosions, decrease of bed and water surface slope, as well as channel transformation from braided-anastomosing to straight. Due to the changes in morphology, navigation conditions below the dam clearly deteriorated, while local 12 m deep pools were formed. The process of bed erosion was further strengthened by dredging, which was markedly limited after 1990. Navigation conditions are adversely affected by the morphological conditions resulting from the operation of the hydro power plant. Moreover, the article attempts to explain why reservoirs are poorly planned, the most important factor being insufficient knowledge of fluvial processes, in particular of dredging consequences. Such works should be conducted bearing in mind hydrological security and exert possibly minimal influence on the environment.

Słowa kluczowe: procesy korytowe, stopień wodny w Nowosybirsku, procesy erozyjne poniżej zapory, prace bagrownicze
Key words: fluvial processes, Novosibirsk dam, erosion processes below the dam, dredging

Русло реки является сложной развивающейся под воздействием речного потока формой рельефа, на морфологию которой оказывает влияние большое количество природных факторов: объем и режим стока

воды, объем стока и состав наносов, геоморфология долины, строение берегов. В последнее время существенное влияние стала оказывать хозяйственная деятельность человека.

В процессе естественного развития русло испытывает периодические изменения, характер которых зависит от типа русла: развитие и спрямление излучин, образование и причленение к берегам островов. Антропогенные изменения факторов приводят к изменению характеристик потока и перестройке речного русла. Анализ эволюции русел рек за историческое время, за которое имеются достоверные данные об изменении морфологии русла и основных факторов русловых процессов (карты русла, данные гидрологических наблюдений и т.д.), позволяет дать оценку характера и интенсивности русловых деформаций под влиянием естественных процессов, а также в условиях происходящих антропогенных воздействий.

Анализ карт размывов и образования поймы показывает, что различные участки русла на разных временных срезах имеют различные соотношения размыва и образования поймы. В ряде случаев эти изменения удается связать с влиянием ГЭС, в других случаях, соотношения связаны с типом русла или особенностями естественных процессов его переформирования.

Основными особенностями гидрологического режима, влияющими на русловые переформирования, являются объем и неравномерность стока, интенсивность изменения уровней, характер ледового режима и насыщенность воды наносами.

Среднегодовой объем стока р. Оби у г. Новосибирска составляет 54,8 км³, колеблясь от 38,2 км³ в маловодный год, до 80,4 км³ в многоводный. По водности р. Обь представляет крупную артерию, соразмерную со средней Волгой, Камой и средним Днепром. В питании Оби основная роль принадлежит снеговым водам, доля которых у г. Новосибирска 49%; доля дождевых вод – 27%, подземных вод – 16%, ледниковых вод – 8% годового стока.

Участки рек, расположенные на урбанизированных территориях, имеют отличительную особенность – наличие береговых сооружений и зданий, причалов, акваторий для отстоев флота, русловых инженерных сооружений, подводных и надводных переходов различного назначения для транспорта, связи, передачи элек-

троэнергии, жидкого топлива, газа, и т.д. (Мальгин, 2001). Эти объекты накладывают дополнительные ограничения на возможность изменения планового очертания русла и увеличения глубин на трассе судового хода, акваториях для отстоя флота и подходах к причальных сооружениям. Дополнительную нагрузку оказывает водохранилище, которое одновременно рассматривается как «склад» ценнейшего ресурса – воды, регулятор стока, объект, существенно изменяющий исходные качества воды, источник и аккумулятор энергии для ГЭС, акватория, используемая в целях рекреации, рыбного хозяйства, водного транспорта, потребитель земель (затопление, подтопление, переработка берегов) и объект, создающий возможность вовлечения в сельскохозяйственный оборот ныне неиспользуемых земельных ресурсов (ирригация, борьба с наводнениями и т.п.), объект, вносящий существенные изменения в природу и хозяйство речных долин (Бабинский, Беркович и др., 2005).

Участок р. Оби в районе г. Новосибирска является зарегулированным с 1959 г, в связи с созданием Новосибирского водохранилища и активно используется для удовлетворения нужд многих производственных отраслей, что позволяет причислить его к категории урбанизированных, испытывающих повышенную антропогенную нагрузку.

В результате регулирования стока Новосибирской ГЭС произошли некоторые изменения во внутригодовом распределении стока: в зимний, летний и осенние сезоны объемы стока увеличились за счет его уменьшения в весенний период. В естественных условиях пойма затоплялась в годы средние по водности. В результате регулирования стока высота половодья уменьшилась и, хотя тенденция ее роста вниз по течению сохранилась, затопление поймы наблюдается только в многоводные годы.

Влияние водохранилища, нарушившего естественный гидрологический режим реки, сказался и на ее русловом режиме. Трансформация внутригодового распределения стока, а особенно задержка водохранилищем наносов создали тенденцию

к направленным изменениям характера русла и поймы.

Ниже плотины Новосибирской ГЭС взаимодействие антропогенных и естественных факторов неодинаково по длине реки, что определяет разделение нижнего бьефа на ряд участков. Наиболее отчетливо выделяется участок, прилегающий к плотине, где ярко проявляются все антропогенные факторы: сезонное регулирование стока, отсутствие большей части влекомых наносов, неустановившееся движение потока, изменение температурного режима. Для него характерна трансгрессивная глубинная эрозия. Однако, глубинная эрозия – только часть, хотя и очень важная, процесса трансформации русла ниже плотины. Дефицит донных наносов достаточно быстро восполняется эрозией берегов. На р. Оби непосредственно ниже Новосибирской ГЭС русло стало прямолинейным, а ниже по течению разветвленное трансформируется в извилистое. По сравнению с естественным режимом размывы берегов усилились в 2 раза. Протяженность второго участка определяется доминирующим фактором – влиянием измененного режима стока воды, распространившимся до г. Колпашево.

В первой половине XX века, до строительства ГЭС, в русле происходила направленная аккумуляция наносов. Отложение наносов приводило к образованию побочной и осередков, которые затем превращались в острова. После сооружения ГЭС поток наносов стал полностью перехватываться плотиной, однако произошло снижение высоты затопления, что привело к понижению границы зарастания песчаных отмелей и к увеличению площади образовавшейся поймы. Этот процесс хорошо заметен на приплотинном участке, где снижение высоты затопления особенно заметно в связи с врезанием русла. Образование поймы, связанное со снижением высоты зарастания отмелей, прослеживается в образовании островов на прямолинейных участках русла, для которых раньше этот процесс был не характерен (например, на участке выше устья Томи).

Весьма характерны формы зарастающих отмелей, связанные со снижением высоты

затопления. В отличие от островов, образовавшихся до 1953 г, имевших обтекаемую форму, новые острова имеют неправильную, как бы «рваную» форму со множеством кос, направленных вниз по течению. Рост и консолидация крупных островных массивов продолжается и сейчас.

Природные комплексы поймы испытывают как прямое техногенное воздействие, так и косвенное, связанное с уменьшением их затопления после строительства ГЭС.

Участок от плотины до о-ва Кудряшевского (680-720 км) почти полностью освоен. Здесь ведется промышленное, гражданское и дорожное строительство, сооружаются дачные поселки, отстойники, отсыпки под будущее строительство, карьеры. Пойма здесь во многом утратила естественный облик, и ее нынешние урочища неудовлетворительны как с экологической точки зрения, так и в эстетическом плане. Сказывается бессистемность освоения этой зоны и отсутствие четкого плана или даже концепции ее развития. В результате прилегающая к Оби территория шириной до 1,5 км неблагоустроена. Поселки и промышленные объекты хаотично чередуются с огородами, заброшенными карьерами, обширными бурьянистыми пустырями, «остатками» природных урочищ. Однако, несмотря на многочисленные бытовые и промышленные свалки и отстойники, селитебные и промышленные зоны содержатся в относительно чистом виде.

На прирусловой ложбинно-островной пойме застроена почти половина ее площади: весь приплотинный массив, левобережная пойма ниже железнодорожного моста (здесь располагаются поселки Затон, Приобский, ремонтные базы речфлота, электроподстанция, цементный завод и др.). Строения располагаются обычно на широких гривах, частично заняты огородами и палисадниками. Межгривные понижения зарастают крапивой и бурьяном, различными кустарниками.

В наиболее глубоких понижениях сохранились остаточные озера. В подобных понижениях много стихийных свалок бытового мусора. Много свалок и металлолома находится непосредственно на берегах реки, особенно в районе пос. Затон; строи-

тельный и бытовой мусор часто используют для укрепления берега от размыва.

В настоящее время наблюдается ухудшение судоходных условий на участке р. Обь ниже Новосибирской ГЭС из-за посадки уровней воды, особенно в меженный период, вызванных регулированием стока в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС и последствиями добычи ПГС (Ботвинков, Рулева и др., 2005).

Регулирование стока сопровождалось интенсивной глубинной эрозией, которая началась еще в строительный период и продолжалась после перекрытия реки плотиной. Разработка русловых карьеров в районе г. Новосибирска велась с начала 1960 г, т.е. сразу после перекрытия реки, по 1970 г. Ежегодный объем добычи составлял до 1,5 млн. м³ песчано-гравийного материала, т.е. изымались практически все руслообразующие наносы. К 1973 г. из русла реки на 28 километровом приплотинном участке было извлечено 18 млн. м³ русловых отложений. Крупнейшие карьеры располагались в 19 км ниже плотины в несудоходном рукаве реки у острова Отдыха.

Глубинная эрозия началась еще в пусконаладочный период так, что уже в 1959 г. ниже плотины образовалась яма местного размыва глубиной 12 м, дно которой достигало коренных пород, точнее – глинисто-щебнистой коры выветривания сланцев и песчаников. Позднее яма местного размыва была искусственно ликвидирована. Общий размыв развивался интенсивно: уже за первые годы (1957-1960) объем размыва на приплотинном участке составил около 10 млн. м³. Это соответствовало среднему понижению отметки дна на 10-12 см в год. Позднее увеличение емкости русла происходило как за счет глубинной эрозии и изменения формы поперечного сечения, так и за счет разработки русловых карьеров. Так, к 1973 г. емкость русла составила 22 млн. м³, к 1989 г. она увеличилась еще на 10 млн. м³. Скорость среднего понижения отметки дна уменьшилась сначала до 6, а затем до 4 см в год.

В этот же период интенсивно разрабатывались русловые карьеры. В нижнем бьефе Новосибирской ГЭС карьерная добыча песка и гравия, используемых в качестве

строительных материалов, занимает особое место. Русловые карьеры представляют собой выемки на дне реки значительной глубины (до 10-12 м), обычно неправильных очертаний сочень неровным дном. Часто они занимают всю ширину русла или его рукава, а протяженность подобной выемки достигает нескольких километров. Таким образом, в ходе разработки карьеров механически меняется форма поперечного сечения русла на большем, или меньшем отрезке русла реки; увеличивается средняя и максимальная глубина.

Влияние русловых карьеров распространяется вверх и вниз по течению, нередко охватывая большие по протяженности участки реки, на которых развивается регрессивная и трансгрессивная эрозия. Протяженность зоны влияния карьера зависит от его размера и объема, естественного режима реки, состава аллювия и объема стока наносов.

Разработка карьеров в русле Оби началась еще на стадии строительства плотины ГЭС, т.е. более 50 лет назад. Ежегодный объем добычи составлял до 1500 тыс. м³ песчано-гравийного материала. Основным районом добычи и в современное время является почти 130 километровый участок русла от ГЭС до о-ва Умревинского. Обычно на этом участке карьеры располагались в несудоходных рукавах, занимая всю их ширину.

К началу 1990 г. средний объем русла Оби на приплотинном участке увеличился на 1,5 млн. м³ на 1 км. длины. Увеличение объема происходило неравномерно: за 1957-1960 гг. оно составило около 0,4 млн. м³/км., 1960-1973 гг. (разработка карьеров) – 0,9 млн. м³/км. Прекращение разработки карьеров не сразу способствует восстановлению русла, которое может занимать длительное время, особенно в нижних бьефах гидроузлов; за 1973-1989 гг. на этом участке объем русла увеличился на 0,4 млн. м³/км.

В естественных условиях на Оби ниже г. Новосибирска глубины на перекатах составляли 60-150 см. При развитии речных перевозок эти глубины оказались недостаточными. В 1950-1980 годы благодаря техническому перевооружению водных путей и использованию данных научных

исследований русловых процессов стало возможным обеспечить на Оби судоходные глубины в 1,5-2 раза больше естественных. Так, ниже Новосибирска – они были увеличены с 1,2 м до 2,5 м. Судоходные глубины обеспечивались преимущественно землечерпательными работами, проводимыми с одновременно с выправлением с помощью грунтовых сооружений. Технично-экономический эффект этих мероприятий проявляется в росте гарантированных глубин, снижении повторности работ и суммарных объемов землечерпания при сохранении достигнутых габаритов (Русловые процессы и водные пути..., 2001).

Для улучшения условий судоходства на участке от ГЭС до устья Томи в начале 1960гг извлекалось до 3,6 млн. м³ грунта в год; уже в 1972 г. эта величина возросла до 14 млн. м³. На период 1967-1975 гг. приходится наибольший прирост объемов дноуглубительных работ на Оби (с 9 до 16 млн. м³ в навигацию). В последующие годы они держались на уровне 9-11 млн. м³, несмотря на продолжающийся рост судоходных глубин. С начала 1990 гг объемы землечерпания стали сокращаться, и в 2003 г. составили всего около 1 млн. м³. По мере выполнения эксплуатационных работ и капитальных прорезей, не связанных с существенным изменением направлении судовых ходов, на тех или иных участках рек накапливается остаточный полезный эффект, постепенно изменяющийся характер русла и протекающих в нем процессов формирования донного рельефа без превышения порогового уровня нарушения [Зернов, 2003].

При проведении путевых дноуглубительных работ, водный режим реки сохраняется неизменным, не меняется и сток наносов и его режим. Сравнительно невелико влияние дноуглубления на уровенный режим. Перемещение грунта из прорезей на отмельные части русла, в боковые рукава или нерабочие емкости, использование его на намыв грунтовых выправительных сооружений обеспечивало стеснение русла, компенсирующее возможное снижение уровней. Разработка капитальных прорезей сопровождается обмелением отчлененных частей русла, что также сопровождается быстрым восстановлением уровней. Их

снижение является временным и локальным, выклиниваясь в пределах вышележащего плеса и не сказываясь на показаниях опорных гидрологических постов. Лишь при углублении прорезей в подстилающие коренные грунты понижение уровней может превысить допустимые пределы. К сожалению, в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС при совпадении нескольких факторов, влияющих на уровенный режим невозможно однозначно выделить конкретное влияние каждого фактора.

Сплошное выправление русла, проведенное с учетом общих закономерностей русловых процессов, позволило закрепить трассу судового хода в оптимальном положении. Эти работы проводились на основе прогноза переформирования русла и по существу ускоряли естественный ход событий, либо предотвращали нежелательное их развитие. Закрепление трассы судового хода в определенном положении, снижает, а в ряде случаев ликвидирует естественные предпосылки возникновения экологической напряженности, связанные с переформированием русла и приводящие к ликвидации (естественной, а не техногенной) мест нерестилищ рыбы или зимовальных ям, обмелению коммунальных водозаборов и т.д. Так, разработка прорези вдоль левого берега и строительство дамбы на Кубовинском перекате, позволило отвести трассу судового хода от выхода в русло опасных скал каменного массива.

Совпадение карьерных разработок в русле и глубинной эрозии в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС, развитию которой способствовало регулярное землечерпание, привело к значительной посадке уровней на всем протяжении нижнего бьефа, особенно на городском участке, где расположены основные объекты инфраструктуры водообеспечения городского хозяйства и промышленности. При малых расходах воды снижение уровней наиболее существенно, поскольку оно происходит в пределах меженного русла. При расходе воды 850 м³/с уровни по гидрологическому посту Новосибирск оказываются ниже проектных показателей работы городских водозаборов. При расходах 1000-1300 м³/с посадка уровней к 2007 г. составила 129-141 см.

Общая форма продольного профиля реки охарактеризована однодневными связками уровня, выполненными в 1966 и 1987 гг. Они обнаружили идентичность кривых свободной поверхности и выявили очень значительное понижение уровней воды, приблизительно соответствующих расходам 1100-1200 м³/с, на участке длиной 60 км от плотины. Средний уклон реки на участке плотина – Кудряшовский Бор в 1966 г. составлял в межень 0,083, в 1987 г. – 0,078, а в 2003 г – 0,071‰. На нижележащем участке средний уклон также несколько уменьшился (с 0,087‰ в 1966 до 0,077‰ в 2003 г.). Формирование незначительных ступеней (неровностей) продольного профиля связано как с естественными (выходы скальных пород), так и с искусственными (выправительные работы, русловые карьеры) причинами. Диапазон изменения уклонов по длине реки достаточно широкий – от 0,05‰ на плесах до 0,24‰ на перекатах, осложненных скальными выходами (Лапай, 2010).

Посадка уровней воды в нижнем бьефе Новосибирского водохранилища в последнее время значительно замедлилась. Это связано с прекращением интенсивной глубинной эрозии, вызванной строительством ГЭС и с прекращением разработок крупномасштабных карьеров на данном участке реки.

Проектная отметка навигационного уровня воды в районе г. Новосибирск на данный момент составляет 80 см, в то время, как среднемноголетний уровень летне-осенней межени обеспеченность 95% после создания водохранилища составляет 45 см, а среднемноголетний уровень открытого русла – 101 см. Повторяемость случаев затопления поймы (при уровне больше 500 см.) после создания Новосибирского водохранилища уменьшились в 1,6 раза.

Таким образом, обеспечение безопасности судоходства и использование реки водным транспортом в полном объеме возможно преимущественно в период весеннего половодья или паводка.

Для нижнего бьефа Новосибирского гидроузла характерным является несогласованность работы ГЭС с требованием судоходства и функционирования водо-

заборных и водосбросных сооружений. В осенне-меженный период ГЭС не обеспечивает требуемый минимальный судоходный расход воды, и следовательно, глубину потока, что ставит под угрозу нормальную работу водозаборов и очистных сооружений, затонов для отстоя флота, нарушают условия судоходства. В то же время, в период половодья из-за низкой точности прогнозирования весеннего стока периодически происходит переполнение водохранилища и, как следствие – холостые сбросы воды, ведущие к затоплению прибрежных территорий в нижнем бьефе.

Целесообразность научного обоснования улучшения судоходных условий на урбанизированных участках рек подтверждается опытом и достижениями путейцев Обского бассейна в области проектирования дноуглубительных работ.

Успешное решение поставленной задачи может быть достигнуто за счет выявления основных факторов, влияющих на русловые процессы, судоходные условия и надежность работы береговых и русловых сооружений, использования системного подхода при оценке возможности улучшения судоходных условий, приоритетного использования гидротехнических методов для саморегуляции русла.

Познание русловых процессов невозможно без анализа истории каждого конкретного объекта, без учета первичного рельефа и тех изменений руслообразующих условий и русловых форм, которые испытывала в различные этапы эволюции данная река или отрезок реки.

При проектировании различных сооружений на реке обнаруживается ряд недостатков. Например, применение типовых проектов часто не учитывает в необходимом объеме темпы русловых деформаций. В результате этого принятые технические характеристики объекта не соответствуют гидрологическим условиям и особенностям проявления русловых процессов. Так же недостатком проектов является недоучет концентрации различных инженерных сооружений, расположенных на участке проектирования данного сооружения и на сопряженных участках. В проектах как правило вообще не рассчитывается величина зоны

влияния нового инженерного сооружения, а тем более условия его взаимодействия с другими сооружениями и русловыми процессам в целом. Существенным недостатком проектов является неверный выбор местоположения выбранного объекта. Обычно это объясняется тем, что при проектировании рассматривается весьма незначительный по протяженности участок реки, а темпы деформаций не учитываются вообще. Вследствие этого, строительство нового инженерного сооружения иногда значительно ухудшает условия работы уже существующих объектов. В этом случае необходим комплексный подход к условиям работы всех водопользователей.

Зачастую вышеуказанные недочеты проектных разработок связаны с отсутствием современных материалов русловых съемок и топографических данных последних лет. Если разрыв между оформлением проекта и его реализацией составляет несколько лет, то гидроморфологическая ситуация на участке проектирования может настолько измениться, что это требует корректировки существующего проекта или создание нового проекта, учитывающего произошедшие изменения русла реки. Во многих проектах отсутствуют достоверные данные о режиме рек, нет надежных гидрологических и гидротехнических расчетов, что в конечном итоге не позволяет разрабатывать прогнозную оценку возможного развития русловых процессов. Таким образом, обязателен учет всех особенностей русловых процессов, как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации инженерных сооружений.

В частности, это касается и русловых карьеров. Расчет и прогноз глубинной эрозии, посадки уровней, а также других последствий добычи разработаны пока еще слабо. Обобщение исследований последствий разработки русловых карьеров по рекам России показывает их специфику в различных природных и природно-антропогенных условиях. Основные последствия разработки русловых карьеров: формирование переуглубленных участков дна

в процессе работы земснарядов; глубинная эрозия как регрессивная, так и трансгрессивная; понижение меженных уровней воды; формирование ступенчатого продольного профиля; укрупнение аллювия и увеличения устойчивости русла. Наличие точечных карьеров небольшой площади может оказывать незначительное влияние на русло реки, на суммарный эффект от последовательно расположенных по реке мест разработки ПГС может выражаться в необратимом изменении русловых процессов. Не во всех случаях эти изменения можно квалифицировать как негативные. Они могут быть как нейтральными, так и требующими необходимого проведения работ по регулированию русловых процессов для обеспечения нормального функционирования инженерных объектов и жизнедеятельности людей.

Начальные условия формирования (существующие формы руслового процесса) также играют свою роль в последующих деформациях речных русел. Это важно учитывать при прогнозе русловых деформаций. Иногда можно точно не знать существующие параметры потока. Для прогноза изменений русла необходимо знать, как абсолютные значения параметров системы до и после внешнего воздействия, так и, что более важно, – направление (вектор, степень) изменения руслоформирующих факторов. Пока нет полноценного понимания развития речных русел. Поэтому необходим метод их научной оценки и прогнозы русловых деформаций, основанные на математических моделях и тщательном изучении причинно-следственных связей. Оперативное вмешательство при возникновении неблагоприятных ситуаций, а также своевременное получение информации, выполнение изысканий и натуральных исследований является условием обеспечения гидрологической безопасности с точки зрения русловых переформирований и использования реки водным транспортом, а также сведение к минимуму негативных последствий антропогенных воздействий, оказываемых на реку и прилегающую к ней территории.

Литература

- Бабинский З., Беркович К.М., Виноградова Н.Н., Рулева С.Н., Фролов Р.Д., 2005. Влияние водохранилищ на русла рек в разных природных условиях, его экономические и экологические аспекты, Эрозионные и русловые процессы. Вып. 4. М.: МГУ.
- Беркович К.М., 2005. Русловые процессы и русловые карьеры. М: МГУ.
- Ботвинков В.М., Рулева С.Н., Седых В.Л., Чалов Р.С., 2005. Гидроэкологические проблемы русла реки Оби в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС, Эрозионные и русловые процессы. Вып. 4. М.: МГУ.
- Зернов С.Я., 2003. Особенности русловых процессов изменения судоходных условий в период устойчивой релаксации русел рек, Труды Академии пробл. водохоз. наук. Вып. 9. М.
- Лапай А.Ю., 2010. Влияние гидрологической обстановки русла реки Обь ниже Новосибирской ГЭС на безопасность судоходства, Сибирский научный вестник – XIII. Проблемы экологии. Новосибирск.
- Малыгин В.Н., 2001. Судоходные условия на урбанизированных участках рек Обского бассейна // XVI Пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. СПб.
- Русловые процессы и водные пути на реках Обского бассейна, 2001. Новосибирск: РИПЭЛ плюс.