
© Т.М. ВЕШКУРЦЕВА

hydrolog@mail.ru

УДК 504.5:556.537

ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ РЕКИ ИШИМ*

АННОТАЦИЯ. В работе представлены результаты анализа картографических материалов и полевых работ. Исследуемый временной период составил 150 лет. Отмечены значительные изменения морфометрических характеристик речного русла: ширина русла изменилась на 10–40 м, отпочковались ряд излучин, старицы реки изменили свою морфометрию и облик. Во время полевых работ выявлены множественные участки зарастания и заиления русла, а так же активного оврагообразования. Рекогносцировка местности и анализ косвенных признаков позволили установить две основных причины развития данных процессов. Первая причина — естественная — формирование оползней по берегам реки, песчаных, слабо укрепленных растительностью, в связи с чем легко размываемых. Вторая — антропогенная — хозяйственная деятельность, осуществляемая в русле реки (возведение плотин, мостовых переходов), приводящая к снижению меженных уровней реки вследствие зарегулированного стока, и на водосборе способствующая поступлению загрязнителей.

SUMMARY. The article presents an analysis of cartographic materials and field work. The study has been conducted for 150 years. Significant changes of the morphometric characteristics of the river channel have been recorded: the width of the channel has changed by 10-40 m, a number of ancons have gemmated, dead arms of the river have changed its morphometry and habitus. During the field work multiple areas of the river channel overgrowing, upsilting and active gullying were identified. The field reconnaissance survey and analysis of indirect indicators revealed the two main reasons for the development of these processes. The first reason is natural — it is the formation of landslips on the river banks, which are sandy, weakly reinforced by vegetation, and thus easily erodible. The second reason is anthropogenic — it is human activity carried out in the river channel (construction of dams, river crossings), resulting in recession of the river low stages because of the regulated run-off, and on the water-shed area facilitating the flow of pollutants.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Русловые деформации, меандр, антропогенная деятельность, заиление, зарастание.

KEY WORDS. River bed deformations, meander, anthropogenic activity, upsilting, overgrowing

Нарушение естественного режима рек в результате антропогенного влияния неизбежно вызывает русловые деформации различной направленности. Большинство видов хозяйственной деятельности, осуществляемых как на водосборе,

* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.1900.

так и в русле реки, оказывают неодинаковое по масштабам воздействие на русловые процессы и вызывают нарушение природного равновесия в системе «бассейн — поток — русло реки» [1-3]. В условиях возрастающей антропогенной нагрузки исследования русловых процессов приобретают особую актуальность, так как подобные нарушения осложняют хозяйственное использование водных ресурсов в целом или могут привести к невозможности использования водных ресурсов в частности (например, при катастрофическом понижении уровня водотока, используемого для хозяйственно-питьевого водоснабжения, населенный пункт может остаться без воды).

Целью данной работы является выявление характера и особенностей трансформации русловых процессов в условиях антропогенного воздействия на примере реки Ишим.

Впервые обоснованную классификацию воздействия инженерных сооружений на речные русла предложил Б.Ф. Снищенко [4]; в ее основу положено выделение двух классов — активных и пассивных. Первые сами видоизменяют речные русла, вторые — воздействуют на русла рек пассивно своим присутствием. По распространению эффекта воздействия на русловые процессы виды хозяйственной деятельности делятся на региональные и местные; по направленности русловых деформаций — на размыв, аккумуляцию и нейтральное; по длительности воздействия — на постоянное, длительное и временное [5]. Непосредственное воздействие на русло приводит к искусственной трансформации поперечного сечения, перераспределению расходов воды и скоростей течения по ширине, созданию техногенных форм руслового рельефа [6]. Вместе с тем, эффект воздействия на русловые процессы инженерных сооружений, мероприятий и технических средств зависит от конкретных условий, в которых формируется речное русло, размеров реки и соотношений между видами антропогенных воздействий при одновременном проявлении нескольких из них. В результате чего создаются условия «двойного действия».

Преобразования человеком русла реки Ишим началось давно. Еще в XVIII в. «...в период весенних разливов река обнаруживает свой буйный характер, размывая и обрушивая берега. За свою историю ее удары город испытывал неоднократно. Так, в 1774 г. в результате размыва берега в реке исчезли две набережные улицы со всеми постройками...» [7]. Таким образом, из-за бурного течения реки, развития боковой эрозии и, как следствие, обвала берегов, ишимские купцы решили спрямить русло. «Чтобы избавить город от разрушения в период наводнения, в конце двадцатых годов XIX столетия было решено отказаться от дальнейшего укрепления разрушавшегося берега и изменить русло реки. В последствии силами населения города при незначительных финансовых затратах был прорыт канал, соединивший степное озеро Синкино с новым руслом реки. Вследствие этого, река потекла по новому руслу, а на месте старого остался водоем, который получил название Ишимчик...» [7].

Материалы и методы. Поставленная цель реализовывалась на основании анализа картографического материала и полевых работ 2008 года. Материалами для изучения русловых деформаций реки Ишим послужили: карта 1859 г. «Геометрический специальный план Тобольской губернии уездного города Ишима», предоставленная Государственным архивом г. Ишима, карта 1968 г. масштаба 1:100000; космоснимки со спутника Landsat 5TM (интернет-ресурс).

Изучение карты-плана за 1859 г. и космоснимка за 2009 г. дает возможность проследить изменения русла реки за период в 150 лет. Оцифровка карты-схемы и космоснимка производилась с помощью программного обеспечения ArcGis.

Результаты. При сравнении полученных результатов можно увидеть уменьшение морфометрических показателей русла за период 150 лет. Ширина русла в течение этого отрезка времени изменилась на 10-20 м, а местами и до 40 м. Также наблюдаются изменения в визуальном облике реки — пересыхание реки и образование стариц. Бывшая излучина реки, находящаяся непосредственно в черте города Ишим, закончила свое развитие из-за антропогенного вмешательства при спрямлении русла в XIX веке. В виду того, что качество съемки и методы изображения карты 1859 г. не сопоставимы с методами, используемыми в настоящее время, а также сложности привязки к современным объектам, отображение русловых деформаций и расчеты морфометрических изменений русла реки возможны только на основе косвенных методов.

Для оценки русловых деформаций за последние 40 лет использовались карты масштаба 1:100000 1968 года и космоснимки за июль 1987, 2000, 2009 гг., которые обрабатывались с помощью программных продуктов ArcGis и MapInfo.

Путем наложения разновременных космоснимков для двух участков реки Ишим в границах д. Лариха — д. Воронино и д. Симаново — с. Лайково были выявлены изменения элементов излучин, произошедшие за 40 лет. Выбор данных участков объясняется тем, что первый участок совпадает с участком обследования русла во время полевых работ 2008 г.; второй участок включает в себя территорию города Ишим и часть реки выше и ниже по течению. На данном участке наиболее ярко проявляются изменения в русле — зарастание, появление островов, русловой многорукавности.

В районе д. Лариха ширина русла изменилась на 5-10 м, радиус излучины 20-30 м, шаг излучины на 40 метров, ширина пояса меандрирования 25 м. В районе д. Воронино ширина русла изменилась на 5-7 м, радиус излучины 12-20 м, шаг излучины на 80 м, ширина пояса меандрирования 50 м. Изменился и бывший меандр реки вблизи деревни Воронино — ширина русла в центральной части уменьшилась до 20 м.

Также деформациям подверглась река на участке д. Симаново — с. Лайково: смещение береговой линии составило 10-30 м. В районе д. Симаново в 1968 г. петля излучины представляет собой цепочку небольших озер, сообщающихся между собой небольшими протоками, а также через систему протоков отмечалось наличие связи с основным руслом реки. На снимке 2009 г. отчетливо видно, что протоки отсутствуют, а староречье превратилось в ряд разобращенных небольших озер. Проследить динамику смещения береговой линии можно на рис. 1 и 2.

Как для первого, так и для второго участков смещение береговой линии происходит преимущественно влево. Однако, на изучаемой территории имеются участки, где отступление береговой линии происходит вправо. Четкую закономерность отметить сложно. Так, например, в районе д. Лариха местами береговая линия сместилась вправо, за период 1968-1987 гг. до 30 м, а к 2009 г. смещение дошло до 95 м. В районе д. Воронино береговая линия постепенно отклонялась вправо и за весь период изучения сместилась максимум на 20 м.

Бывший меандр вблизи деревни также сместился вправо, но на большее расстояние — 40 м. Сложность выявления динамики смещения излучин может объясняться перемещением S-образной излучины вокруг относительно неподвижной точки, пределом является прорыв в основании петли, в результате чего образуется старица.

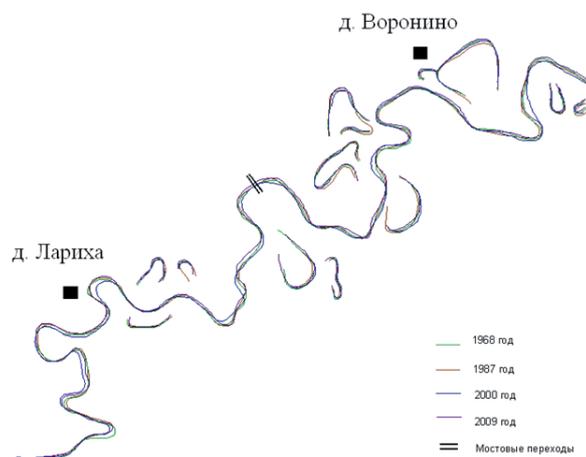


Рис. 1. Динамика смещения береговой линии на участке д. Лариха — д. Воронино

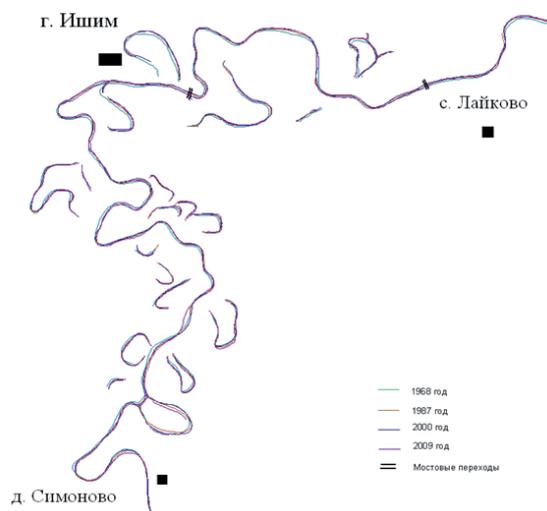


Рис. 2. Динамика смещения береговой линии на участке д. Симаново — с. Лайково

В районе д. Симаново береговая линия в некоторых участках сместилась влево на 50 м за первые 20 лет изучаемого периода, а к 2009 г. достигла смещения на 80 м. В районе г. Ишим береговая линия также смещалась влево,

смещение к 2009 г. доходило до 70 м. Старица Ишимчик также подверглась деформациям, и береговая линия сместилась на 60 м. В районе д. Лайково смещение береговой линии не такое явное, максимум на 30 метров.

Отмечены изменения морфометрических характеристик стариц на участке д. Лариха — д. Воронино. С течением времени они уменьшаются или пересыхают. На участке д. Симаново — с. Лайково также можно заметить эти преобразования. Так, в 1968 г. петля излучины в районе д. Симаново сообщалась с основным потоком реки Ишим. По истечению времени, к 2009 г., произошло отпочковывание излучины и образование старицы (рис. 3).

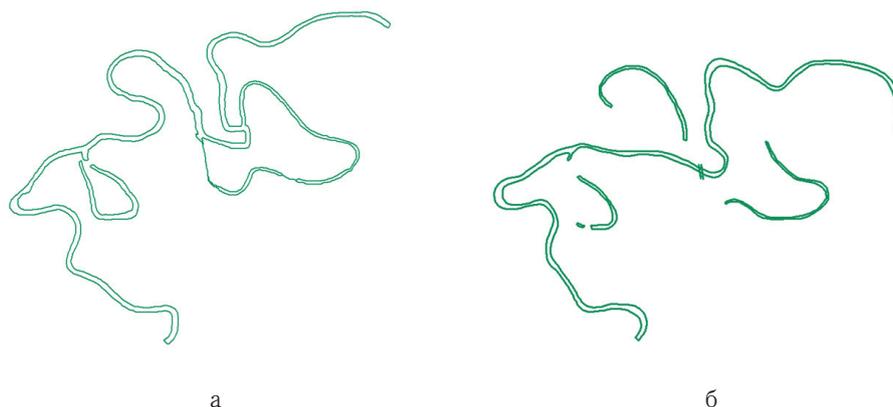


Рис. 3. Русловые деформации реки Ишим в черте г. Ишим (а — 1859 г.; б — 2009 г.)

В ходе обследования русла реки и ее берегов во время летних полевых работ 2008 г. были выявлены множественные участки зарастания и заиления русла, а так же активного оврагообразования. Рекогносцировка местности, а также анализ косвенных признаков, позволили установить две основных причины развития данных процессов.

Первая связана с формированием оползней по берегам реки, которые крутые, песчаные, слабо укрепленные растительностью, особенно по бровкам, в связи с чем легко подмываются, размываются (проявление боковой эрозии). В периоды высокой воды воздействие становится еще большим и происходит оползание больших участков береговой линии. На месте схода оползня формируются выемки (карманы) значительной площади, создающие предпосылки к оврагообразованию. Большие объемы грунта, попадая в русло реки, изменяют отметки дна, иногда образуют целые острова, которые со временем обрастают укореняющейся растительностью. В ходе полевых работ было отмечено, что ниже по течению, с противоположного берега, активизируются процессы зарастания (рис. 4-7). Растительность зоны мелководья чаще всего представлена осоками (р. *Carex*) и сусаком зонтичным (*Butomus umbellatus*). Вследствие всех обозначенных процессов происходит изменение строения русла на этом участке: увеличивается извилистость, уменьшается ширина, появляется бифуркация.



Рис. 4. Проявление боковой эрозии, р. Ишим — выше д. Лариха



Рис. 5. Состояние русла реки Ишим на участке д. Воронино — д. Лариха



Рис. 6. Участок р. Ишим в районе понтонного моста в черте г. Ишим («Коровий пляж»)



Рис. 7. Зарастание русла реки в районе садоводческих обществ г. Ишим

Вторая причина заиления и зарастания русла заключается в негативном влиянии антропогенной деятельности, осуществляемой в русле реки. А именно — в результате строительства мостовых переходов. Во время строительства русло реки (в поперечном сечении и вдоль береговой линии) нарушается работающей техникой, в реку поступает большое количество строительного материала и отработанного материала, что, в конечном итоге, приводит к изменениям гранулометрического и химического состава донных отложений, изменению отметок дна и, как следствие, — к зарастанию. Доказательством этого являются участки зарастания высшей водной растительностью (сусак зонтичный (*Vallisneria spiralis*), частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica*), различные виды осок (р. Carex)) р. Ишим, расположенные в нескольких метрах ниже по течению от моста, возведенного в 2006 г. в створе ул. Коркинская города Ишим.

В целом надо отметить, что на всем протяжении реки, особенно по правому берегу, отмечаются полосы высшей водной растительности, шириной от 0,5 м до 8-12 метров.

Наиболее подвергающимся зарастанию является участок реки, начинающий от д. Симоново (Ишимский район), выше по течению г. Ишим, далее вдоль всей городской территории. В данном случае объяснить это возможно влиянием городских рекреационных зон (как организованные, так и «дикие» пляжи), а также влиянием многочисленных садоводческих обществ, примыкающих непосредственно к руслу (рис. 6, 7). С данных объектов, скорее всего, поступает большое количество органических и биогенных веществ, которые и способствуют приросту растительной биомассы.

Наиболее наглядными являются два района в городской черте. Первый — «городской пляж» (ул. Береговая), второй — так называемый «коровий пляж», где по левому (высокому) берегу расположен частный сектор и садоводческие общества; по правому (пологому) — летние загоны для крупного рогатого скота частных подворий, и навесы для дойки. Данная территория является так же местом водопоя и выпаса скота, а так же несанкционированным местом отдыха горожан, несмотря не только на неорганизованный здесь отдых, но и даже на неэстетическое состояние окружающего ландшафта. В самый маловодный сезон (конец июля — начало августа) русло на данном участке полностью зарастает растительностью, а глубина реки не превышает 1,2 метров. Из-за малых объемов воды русло обладает низкой промывной способностью, а значит и низкой устойчивостью к антропогенному воздействию.

Обсуждение. Крупное гидротехническое строительство нарушает естественный гидрологический режим и прерывает транзитный сток руслообразующих и взвешенных наносов. Регулирование стока является здесь главной причиной трансформации русла на большом протяжении, охватывающем на крупных реках сотни километров. Существенным перестройкам подвергаются излуины, меняется скорость размыва берегов. Уклоны водной поверхности уменьшаются, возрастает эрозионная деятельность притоков [5], [8-9].

На реке Ишим, играющей большую роль в экономическом и социальном развитии юга Тюменской области, имеются гидротехнические сооружения. Кроме казахстанских водохранилищ (Сергеевское и Петропавловское) на реке уже на территории Тюменской области до створа г. Ишим, на 2007 г. насчитывалось

11 противопаводковых дамб, 1 дамба обвалования накопительных стоков, 3 плотины и 3 пруда, расположенных на притоках р. Ишим.

Как показали ранее проведенные расчеты [10], наиболее существенное влияние на изменение водности р. Ишим и ее экологического состояния, а также поймы и долины оказывают водохранилища, расположенные на территории Казахстана. Причем, в связи с расположением их в зоне недостаточного увлажнения и высоких температур воздуха их влияние сказывается как в верхнем бьефе, так и в нижнем. Большие потери воды происходят из-за испарения с поверхности водохранилищ, не говоря уже о влиянии на прилегающие территории.

В нижнем бьефе происходит изменение гидрологического режима реки. На участке реки пост с. Ильинское — пост г. Ишим сократились случаи выхода вод на пойму в связи с общим понижением уровней. Это повлекло за собой оскудение пастбищных угодий и покосов, снижение их урожайности. Все реже заходит вода в ложбины стока, овраги, пойменные ручьи. Снижение водоотдачи поймы приводит к нарушению естественного водного режима реки. После заполнения водохранилищ половодье стало растянутым. Иногда наблюдается две волны, последняя из которых обусловлена переполнением водохранилищ.

Даже на большом удалении от водохранилищ происходит изменение стока, четко прослеживается значительное уменьшение всех категорий стока.

Для периода с 1965 по 2006 гг., отмечается значительное уменьшение стока реки. Так, среднегодовой расход на посту г. Ишим, вследствие влияния водохранилищ, снизился на 34,52 м³/с или в 1,62 раза. Максимальные расходы речных вод уменьшились в двое или на 449,48 м³/с от возможного. Причем, последние годы это отклонение становится еще большим. Минимальные летне-осенние расходы так же претерпели изменения, их уменьшение наиболее ощутимо для экосистемы реки и ведения хозяйства на ее водосборе. Уменьшение составило в 2,27 раза, т.е. на 15,8 м³/с.

Снижение меженных уровней реки изменило ее облик. В русле реки появились многочисленные островки и мели, густой тальник полностью захватил приурезовую полосу. Вновь появляющиеся острова зарастают высшей водной растительностью. На некоторых перекатных участках летом реку можно переходить вброд.

Таким образом, малая водность и большая антропогенная нагрузка являются главными причинами русловых деформаций, зарастания и заиления русла реки, как на рассмотренных участках, так и по всей реке Ишим в целом.

За период с 1859 г. по 2009 г. отмечается изменение морфометрических показателей русла. Ширина русла в течение этого отрезка времени изменилась на 10-20 м, а местами и до 40 м. Бывшая излучина реки, находящаяся непосредственно в черте города Ишим, закончила свое развитие из-за антропогенного вмешательства при спрямлении русла в XIX веке.

Для двух участков реки Ишим в границах д. Лариха — д. Воронино и д. Симаново — с. Лайково были выявлены изменения элементов излучин, произошедшие за 40 лет. В районе д. Лариха ширина русла изменилась на 5-10 м, радиус излучины 20-30 м, шаг излучины на 40 метров, ширина пояса меандрирования 25 метров. В районе д. Воронино ширина русла изменилась на 5-7 м,

радиус излучины 12-20 м, шаг излучины на 80 м, ширина пояса меандрирования 50 метров. Ширина русла центральной части старицы вблизи деревни Воронино уменьшилась до 20 метров. На участке д. Симаново — с. Лайково: смещение береговой линии составило 10-30 метров. В районе д. Симаново петля излучины, состоящая из цепочки небольших озер, сообщающихся между собой небольшими протоками, а так же с основным руслом реки в 1968 г., на снимке 2009, превратилась в ряд разобренных небольших озер.

На всем протяжении изученных участков реки отмечается зарастание и заиливание русла. Наибольшее влияние на современном этапе на режим деформаций русла реки Ишим оказывают активные инженерные сооружения (т.е. такие, наличие которых способно внести существенное изменение в ход русловых процессов) — плотины, а так же мероприятия, осуществляемые непосредственно в русле реки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чалов Р.С., Рулева С.Н. Изменения русел рек и опасные проявления русловых процессов на урбанизированных территориях // География и природные ресурсы. Вып. 4. Новосибирск: изд-во СО РАН Филиал «Гео», 2001. С. 17-25.
2. Боровков В.С. Русловые процессы и динамика речных потоков на урбанизированных территориях. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 286 с.
3. Барышников Н.Б. Русловые потоки. СПб.: изд-во РГГМУ, 2008. 439 с.
4. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снисченко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 272 с.
5. Чалов Р.С. Русловедение. Теория, география, практика. Т. 1. Русловые процессы. Факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. Изд-во ЛКИ, 2008. 610 с.
6. Кондратьев А.Н. Относительная транспортирующая способность и другие руслоформирующие факторы. СПб.: Знак, 2004. 258 с.
7. Ишим: исторические очерки. Ишим: изд-во ИГПИ им П.П. Ершова, 1993. 256 с.
8. Бакрышников Н.Б., Попов И.В. Динамика русловых потоков и русловые процессы. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 456 с.
9. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 334 с.
10. Трусилова Т.М., Севидова Л.П. Трансформация режима стока реки Ишим под влиянием каскада водохранилищ // Вестник Тюменского государственного университета. 2003. № 2. С. 163-171.

REFERENCES

1. Chalov, R.S., Ruleva, S.N. Changes of river channels and dangerous occurrence of river bed evolution in urban lands. *Geografija i prirodnye resursy — Geography and Nature Resources*. № 4. Novosibirsk: Geo Branch of the RAS Siberian Branch, 2001. P. 17-25 (in Russian).
2. Borovkov, V.S. *Ruslovyje processy i dinamika rechnyh potokov na urbanizirovannyh territorijah* [River bed channels and dynamics of river channels in urban lands]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989. 286 p. (in Russian).
3. Baryshnikov, N.B. *Ruslovyje potoki* [River channels]. Saint Petersburg: RGGMU Publ., 2008. 439 p. (in Russian).
4. Kondrat'ev, N.E., Popov, I.V., Snishhenko, B.F. *Osnovy gidromorfologicheskoy teorii ruslovogo processa* [Fundamentals of hydromorphologic theory of river bed evolution]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1982. 272 p. (in Russian).

5. Chalov, R.S. *Ruslovedenie. Teorija, geografija, praktika* [River bed studies. Theory, geography, practice]. Vol. 1. River bed evolution. Factors, mechanisms, form of occurrence and conditions of river channels formation. LKI Publ., 2008. 610 p. (in Russian).

6. Kondrat'ev, A.N. *Otnositel'naja transportirujushhaja sposobnost' i drugie rusloformirujushhie faktory* [Relative competency transport and other bed formation factors]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. 456 p. (in Russian).

7. *Ishim: istoricheskie ocherki* [Ishim: historic outline]. Ishim: Ishim Ershov State Teachers Training Institute, 1993. 256 p. (in Russian).

8. Bakryshnikov, N.B., Popov, I.V. *Dinamika ruslovyh potokov i ruslovyje processy* [Dynamics of river channels and river bed evolution]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. 456 p. (in Russian).

9. Shiklomanov, I.A. *Vlijanie hozjajstvennoj dejatel'nosti na rechnoj stok* [Impact of human activity on stream flow]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989. 334 p. (in Russian).

10. Trusilova, T.M., Sevidova, L.P. Transformation of the Ishim river regime under the influence of reservoir cascade. *Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta — Tyumen State University Herald*. 2003. № 2. P. 163-171 (in Russian).