

УДК 556.537

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА РЕКЕ КАТУНЬ У СЕЛА МАНЖЕРОК (РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)

А.Т. Зиновьев, А.И. Балдаков, К.В. Марусин

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, E-mail: zinoviev@iwer.ru

После экстремальных осадков, выпавших в Горном Алтае в 2014 г. и спровоцировавших исключительные по водности паводки практически на всех водотоках территории Республики Алтай, в т.ч. и на реке Катунь, резко возросли темпы и масштабы размывов правого берега р. Катунь на участке стока у с. Манжерок. В результате этого берег в настоящее время подступил практически к жилой инфраструктуре населенного пункта. Дальнейшее отступление берега может привести к катастрофическим последствиям (обрушению жилых домов, расположенных вдоль берега р. Катунь) не только для жителей села, но и для инфраструктуры федерального значения (размыву автодороги «Чуйский тракт», повреждению линий воздушных сетей и кабельной связи). В работе рассматривается сложившаяся гидроморфологическая ситуация на данном участке стока р. Катунь и обсуждаются причины и возможные меры противодействия негативному ходу руслового процесса в районе с. Манжерок.

Ключевые слова: р. Катунь, с. Манжерок, русловые процессы, размыв берега.

DOI: 10.24411/2410-1192-2020-15904

Дата поступления 2.12.2020

Селитебная территория с. Манжерок располагается в тесной межгорной долине реки Катунь в месте, где водоток и его долина образуют крутую подковообразную излучину. Река здесь огибает почти смыкающиеся местные среднегорные поднятия: с левого борта долины – выклинивающуюся на восток гору Острую в составе Бело-Каменского массива Семинского хребта, с правого борта – северо-западные отроги Синюхинского хребта, входящего в систему горного Мажиганского массива хребта Иолго. При этом река Катунь в этом месте для прохождения вперед и вниз к выходу из гор приходится совершать двойной зигзагообразный поворот, последовательно обходя сначала горный массив горы Острая, а затем – аналогичный массив горы Черепан, образуя соответственно сначала острую Манжерокскую излучину, потом более пологую Черепанскую излучину. Характерной особенностью данных изгибов реки

является наличие в русле Катунь множества хаотично разбросанных по акватории небольших островов, выступающих со дна русла водотока в виде каменных останцов, что свидетельствует об их одинаковом происхождении (генезисе) в далеком геологическом прошлом [1].

Практически в вершине Манжерокской излучины, на незатопляемой части дна речной долины, находится с. Манжерок, селитебная инфраструктура которого простирается почти на два километра по правому берегу Катунь до подножья горы Черепан. В последние годы после прохождения максимальных по стоку половодий и паводков (2001, 2010, 2014) ситуация со стабильностью берега у с. Манжерок резко изменилась в негативную сторону. Особенно катастрофическим был выдающийся по водности паводок 2014 г. [2-3], когда левый берег Катунь напротив села подвергся сильнейшему размыву. В этот

паводок в русле вдоль правого берега на участке разворота водного потока образовалось мощное вихревое противотечение (майдан), которое вымыло на дне гигантскую вытянутую вдоль правого берега плесовую яму глубиной до 18-20 м; при этом ранее низкий пологий берег превратился в обрывистый яр высотой до 3-5 м. Негативное развитие русловых процессов на реке Катунь у с. Манжерок интенсивно продолжается и в настоящее время.

В статье излагаются результаты выполненной экспертной научно-технической оценки генетических причин и особенностей современного развития негативных русловых процессов реки Катунь на участке расположения территории с. Манжерок, угрожающих катастрофическими размывами ее правого берега с перспективой массового обрушения жилой инфраструктуры населенного пункта.

Гидрография района села Манжерок

Гидрографическая сеть территории с. Манжерок, располагающегося в правобережной части долины р. Катунь, включает в себя непосредственно саму реку (главный водный объект), оз. Манжерокское, р. Едрала и руч. Манжерокский (притоки Катунь – два малых водотока, формирующиеся на западных склонах Синюхинского хребта), а также руч. Озерной, вытекающий из озера. Все эти водные объекты представляют собой единый неразрывный природный водно-балансовый комплекс, прямо или косвенно влияющий в настоящее время на селитебную территорию с. Манжерок (рис. 1). Дадим краткое описание вышеперечисленных водных объектов [4-5].

Катунь – левая составляющая Оби, берет начало из ледников Геблера и Катунского на южном склоне горы Белухи, входящей в состав Катунского хребта, на высоте 3440 м над уровнем моря; сливается с рекой Бия в 22-х км на запад от г. Бийска, образуя крупнейший магистральный водоток Евразийского материка – реку Обь. Большую часть своего стока (566 км) Катунь про-

текает по территории Республики Алтай, среди горных вершин и хребтов Алтайской горной системы, и лишь на последних 122-х километрах течет по предгорной равнине в пределах Алтайского края. Общая длина Катунь равняется 688 км, площадь водосборного бассейна – 60900 км², суммарное падение воды в реке составляет 3240 м, при среднем уклоне водотока 4,70 ‰. Почти на всем своем протяжении Катунь – горная река, и только на последних 76 км нижнего течения (после впадения р. Иша) она течет по открытой предгорной равнине, приобретая характерные для равнинного водотока черты.

В среднем течении стока (ниже впадения р. Чуи) Катунь вплоть до с. Майма протекает в северном направлении, незначительно отклоняясь при этом к западу. После Ининской впадины (357-380 км) Катунь пересекает Айгулакский хребет, затем протекает между Семинским и Куминским хребтами, ориентируясь вдоль Катунского антиклинория. Сразу после Ининской впадины Катунь в узком отвесном и глубоком ущелье прорезает интрузии девонского периода, представленные гранитами и кварцевыми диоритами, которые ниже по течению водотока сменяются глинистыми сланцами, порфиритами и яшмовидными породами. В районе от с. Чемал и до с. Манжерок коренные кристаллические породы слагают берега и дно русла Катунь, причем берега водотока почти полностью лишены аллювиального покрова.

На всем протяжении субмеридионального участка стока Катунь (до с. Манжерок) долина реки преимущественно имеет вид ущелья, местами переходящего в ящикообразные формации; здесь даже в местных, локально террасированных расширениях, русло врезается в коренные породы, формируя теснины, подобные «Ининской горловине», вложенные в плоское дно долины на глубину до 10-25 м.

Залесенность горной части водосбора Катунь в целом сравнительно невелика – лесами здесь занято всего около

35 % площади бассейна. Хвойные леса (лиственница, сосна, кедр, ель, пихта) располагаются в области среднегорья водосбора и на выположенных склонах разной экспозиции низкогорных вершин; в основном в среднем течении реки, в т.ч. и в районе с. Манжерок.

Начиная от с. Майма р. Катунь почти одновременно выходит из горных теснин; долина водотока постепенно расширяется и выравнивается, русло разветвляется, а его дно расплывается – река вступает в пределы Предалтайской аллювиальной равнины Алтайского края и приобретает вид классического равнинного водотока с интенсивными русловыми деформациями и мощным подрусловым стоком.

При выходе водотока в предгорья водосбора, на отрезке стока от с. Ман-

жерок и до впадения р. Иша (56-й км), Катунь течет в полугорном умеренно извилистом русле со скалистыми незаплачиваемыми островами, которое на последних 80-ти км нижнего течения сменяется руслом равнинного типа.

На протяжении всего последнего участка русло у Катунь сложноразветвленное, многорукавное, пойменно-островное, нестабильное во времени и в пространстве. Ширина пояса разветвления достигает 1,0-1,5 км, а на нижнем отрезке – 2,0-2,5 км. Для него характерны интенсивные размывы берегов (до нескольких десятков метров в год), представленных широкими аллювиальными (песчаными или песчано-галечными) террасами, часто образующими почти вертикальные уступы к руслам реки.

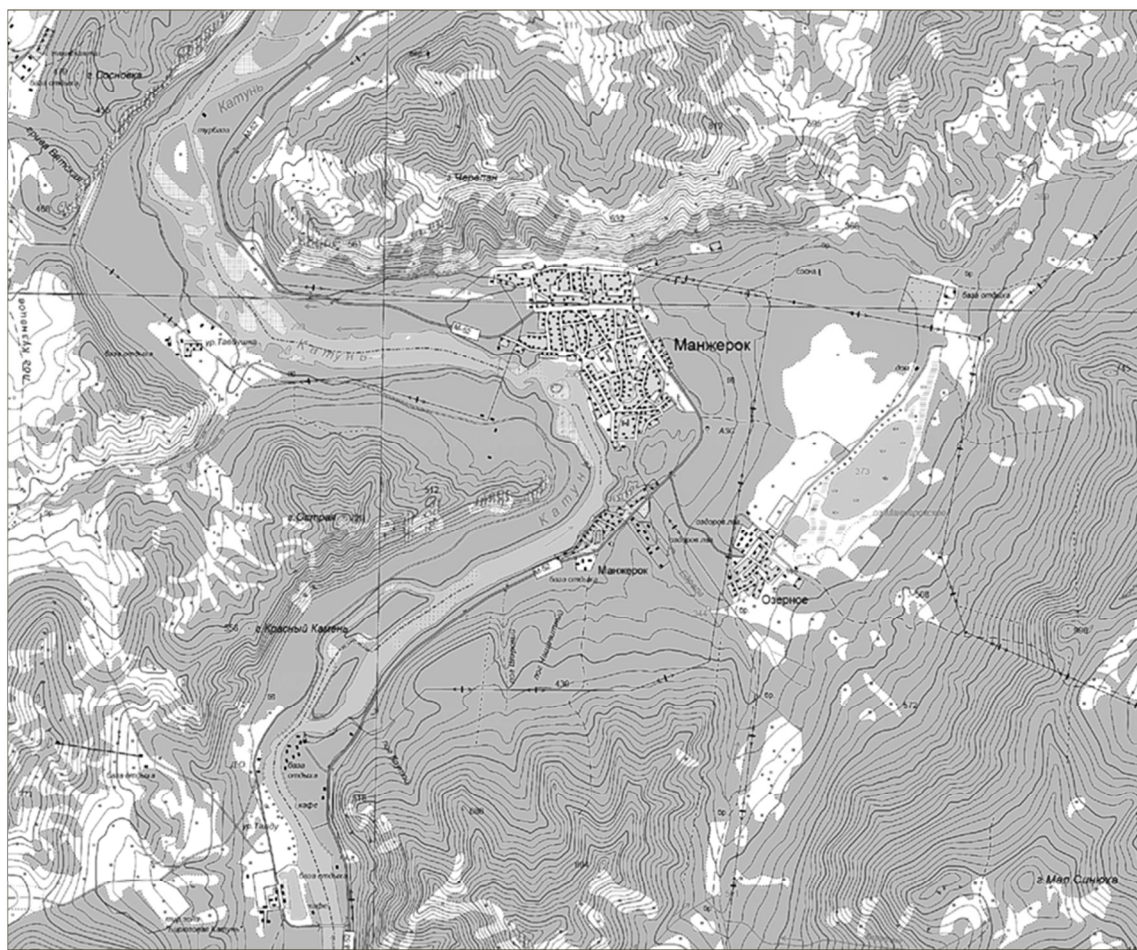


Рис. 1. Ситуационно-гидрографическая схема долины р. Катунь в пределах с. Манжерок

Едрала – малая река III-го порядка, берет начало путем слияния нескольких небольших ключей и родников западных склонов горы Малая Синюха, на высоте 916-918 м над у.м., впадает справа в реку Катунь у пос. Заимка, на 140-м км от ее устья. Общая длина водотока равняется 7,4 км, площадь водосборного бассейна – 15,0 км². Едрала на всем своем протяжении протекает по территории Майминского района Республики Алтай в северо-западном направлении, по крутым склонам Синюхинского хребта. Общее падение реки составляет 622 м, средний уклон русла – 97,3 ‰.

Едрала – малая река (практически ручей в меженный период), ее речная сеть на водосборе сравнительно хорошо развита, о чем свидетельствует коэффициент густоты сети, величина которого колеблется от 0,5 до 1,0 км на км². Представлена сеть в основном небольшими ручьями или микроручьями родникового происхождения протяженностью менее 5 км, преимущественно с постоянным стоком: Караташ, Калинов и другие – безымянные. Всего в реку Едрала впадает 8 родниковых ручьев и ключей, самым крупным из которых является ручей Озерный, вытекающий из озера Манжерок.

Водосбор р. Едрала низкогорный, располагается в северо-восточной части горной системы Алтая, на правобережье среднего течения реки Катунь, между сравнительно небольшим Синюхинским горным хребтом – на юго-востоке и долиной р. Катунь – на западе. Хребет Синюхинский, протянувшийся вдоль Катунь с юго-запада на северо-восток на 16 км, является местным водоразделом между водосборными бассейнами рек Катунь и Майма; состоит из нескольких сглаженных залесенных горных вершин, главными из которых являются две соседние наиболее высокие горы: Синюха (1218 м) и Малая Синюха (1197 м), соединенные между собой вытянутой седловиной. Хребет имеет крутые, сравнительно ровные слаборасчле-

ненные склоны, покрытые густым таежным лесом: сосна, пихта, береза.

Едрала в верхнем течении представляет собой небольшой ручей с постоянным стоком, стремительно текущий в узком каменистом сильно наклоненном русле. В нижнем течении река протекает в плохо разработанном, распластанном, каменисто-галечном, местами разветвленном русле, располагающемся на дне узкой глубоко врезанной долины с крутыми слаборасчлененными склонами. Ширина русла р. Едрала колеблется от 4 до 10 м, отдельных рукавов и проток – 2,5-3,0 м. Уклоны водной поверхности повсеместно значительны и меняются на отдельных участках от 40 до 120 ‰, поэтому течение воды быстрое, бурное, микроводопадное, со скоростями от 1,5 до 2,5 м/с. Ширина долины водотока поверху достигает 50-60 м, а в местах слияния с притоками увеличивается до 60-80 м. При этом сама долина и берега водотока практически полностью покрыты густым горно-таежным лесом (сосна, береза, осина, пихта, различные виды кустарника).

Манжерокский ручей – небольшой горный водоток, стекающий с крутых склонов межгорной седловины, соединяющей Черепановский кряж с Синюхинским хребтом. Черепановский кряж – это конечный небольшой скальный останец, протянувшийся на 10 км с юго-запада на северо-восток, отчлененный в геологическом прошлом водами р. Катунь от одного из северо-восточных отрогов Семинского хребта (наивысшая точка – гора Черепан, 776 м). Манжерокский ручей, образующийся на высоте 389 м над у.м. от слияния трех малых ручьев родникового происхождения, сначала протекает в узкой крутосклонной межгорной, преимущественно залесенной долине, в слабовыраженном плохо разработанном каменистом русле. Через 1,8 км он выходит из гор и резко поворачивает в правую сторону на запад, где протекая вдоль подошвы южного склона Черепановского кряжа, через 6,4 км впадает с правого берега в

р. Катунь. Длина ручья равняется 8,2 км, площадь водосбора – 10,4 км², общее падение воды в ручье составляет 98 м при среднем уклоне русла, меняющимся от 81-82 ‰ (верхняя горная часть водосбора) до 3,5-4,0 ‰ (после выхода из горной местности в долину р. Катунь).

Водосбор ручья в горной части образован нижними склонами местных вершин (справа – Черепанского кряжа, слева – массива горы Б. Синюхи), имеет сильную крутизну склонов и самой долины, почти полностью покрыт густым таежным лесом (сосна, пихта, береза, осина, тополь), а по дну, где течет ручей – многоярусным кустарником (акация, рябина, боярышник, смородина, ветла, багульник).

Русло Манжерокского ручья в горной части водосбора представляет собой каменистую распластанную промоину, расположенную на дне узкой извилистой с высокими склонами, каньонообразной долины, повсеместно заросшими древесно-кустарниковой растительностью. Промоина-русло неровная, сильно закарчевана валежником, сложена валунами и галькой, имеет низкие, местами отвесные берега. Глубины воды в русле незначительные, но течение воды стремительное.

После выхода из горных склонов долины Катунь ручей приобретает характерные черты равнинного водотока и протекает по территории, полностью покрытой лесом и кустарником в узком, извилистом русле овражного типа, с крутыми, неровными, местами обрывистыми деформирующимися берегами. Ширина русла ручья колеблется от 3-5 до 8-10 м, врез в земную поверхность составляет 1-3 м.

При подходе к правому берегу русла р. Катунь руч. Манжерокский проходит тремя широкими (30-50 м) и глубоко врезанными, сильноизвилистыми рукавами по северо-западной части территории с. Манжерок, рассекая ее на неравные части и привнося значительные неудобства существованию и развитию

инфраструктуры населенного пункта, затрудняя коммуникации.

В прошлом (середина 1930-х гг.) руч. Манжерокский впадал в оз. Манжерокское, превращая его, таким образом, в проточный водоем и осуществляя постоянную водную подпитку и регулируемый водообмен чаши котловины водоема. Выход воды из озера осуществлялся по руч. Озерному через водопропускное сооружение (шлюз) плотины, расположенной у пос. Озерного.

Озеро Манжерокское – один из многочисленных малых водоемов Горного Алтая и один из наиболее интересных водных объектов подобного рода в регионе (Республика Алтай). Озеро располагается на древней высокоподнятой террасе правобережной части долины среднего течения р. Катунь, в Северо-Восточной провинции Алтайской горной страны на участке стока водотока у с. Манжерок. В прошлом оз. Манжерокское было составной частью единой гидрографической сети р. Едрала, в которую впадал руч. Озерный. А в оз. Манжерокское впадал руч. Манжерокский, стекавший с крутых склонов межгорной седловины, соединяющей Черепановский кряж с Синюхинским хребтом. В настоящее время руч. Манжерокский отделен от оз. Манжерокское, а руч. Озерный при выходе из водоема перекрыт грунтовой плотиной. И хотя плотина имеет водопропускное сооружение шандорного типа, но оно давно наглухо закрыто и находится в нерабочем состоянии.

Материалы и методы исследования

Все результаты и выводы, изложенные ниже, основываются на данных краткого рекогносцировочного гидрологического обследования проблемного участка, проведенного 22 июня 2020 г., а также на материалах космической съемки, которые удалось найти в общедоступных источниках. Результаты визуальных наблюдений сложившейся ситуации 2020 г., а также свидетельства местных жителей и опрос представите-

лей администрации показали, что возникшее в паводок 2014 г. вихревое противотечение вдоль правого берега у с. Манжерок, превратилось в стабильное потоковое русловое образование, сохраняющееся до настоящего времени и в меженные периоды стока р. Катунь (рис. 2).

Наблюдаемый в настоящее время размыв правого берега угрожает не только разрушением жилой инфраструктуры самого населенного пункта, но и целостности проходящей здесь в правобережной части долины Катунь (400-500 м северо-западнее) федеральной международной автотрассе «Чуйский тракт». Из-за негативного развития русловых процессов на р. Катунь у с. Манжерок местной администрации в авральном порядке пришлось самостоятельно производить отсыпку (дамбирование) размываемого правого берега реки, поскольку процесс стал реально угрожать существующей жилой застройке населенного пункта.

Сложившаяся неблагоприятная ситуация, связанная с негативными деформационными процессами р. Катунь на участке стока у с. Манжерок, усугубляется двумя дополнительными обстоятельствами. Во-первых, наличием в русле Катунь на выходе из поворота Манжерокской излучины скалистого руслового сужения с выступающими на поверхность скальными островными останцами, практически отводящими водный поток водотока к правому берегу реки. В результате чего перед данными останцами образовались две каменистые песчано-галечные отмели, обнажающиеся в меженные периоды стока (рис. 4). Во-вторых, выходом на участок размыва правого берега стока руч. Манжерокского, причем тремя рукавами, что простую отсыпку береговой дамбы или сооружение каких-либо других гидротехнических устройств делает здесь по существу бесполезной без решения вопроса о регуляции стока воды этого водотока (рис. 5).



Рис. 2. Вихревое противотечение (майдан), образовавшееся в паводок 2014 г. по правому берегу русла р. Катунь на участке стока в пределах с. Манжерок, июнь 2020 г.

Последнее обстоятельство чрезвычайно усложняет поиск вариантов по оптимизации проектных решений, направленных на инженерную защиту от размывов и обустройству правого берега Катунь на участке стока реки у с. Манжерок. А удаление из русла Ка-

туни каменистых островных выступов не только представляет собой сложнейшую инженерно-техническую операцию, но и лишает населенный пункт одной из своих основных местных достопримечательностей, привлекающих туристов со всей России в этот район.



Рис. 3. Внешний вид отсыпки размываемого правого берега р. Катунь в с. Манжерок, июнь 2020 г.



Рис. 4. Скальные островные останцы и каменистая отмель в русле р. Катунь

Результаты и их обсуждение

Анализ космоснимков после наводнения, произошедшего на территории Республики Алтай в 2014 г., наглядно подтверждает то, что при резко возросших темпах и масштабах размыва правого берега р. Катунь в районе с. Манжерок дальнейшее отступление берега может привести к обрушению жилых домов, расположенных вдоль берега реки Катунь (рис. 5).

Непосредственной причиной интенсивного размыва правого берега реки на территории села является обширное и мощное скопление наносов у ее левого берега (рис. 6а). Это скопление отклоняет основную часть речного потока вправо, при этом сокращая ширину русла и, соответственно, увеличивая скорость течения, и, кроме того, оно затрудняет течение вдоль левого берега.

Указанные эффекты хорошо проявляются на рисунке 7, где сопоставлена русловая ситуация 2007 и 2017 гг. Подчеркнем, что приведенные на этом рисунке космические снимки, датированные началом июля, сделаны в практически идентичных условиях по уровню воды (рис. 7а и 7б).

Сложившуюся на рассматриваемом участке русловую ситуацию, по нашему мнению, следует рассматривать как весьма негативную и даже опасную не только в текущем состоянии, но и в перспективном отношении. Поскольку она способствует развитию процесса меандрирования русла, т.е. дальнейшему росту его изгиба, образовавшегося в результате отложения наносов (рис. 8).

На данный момент отношение длины изгиба русла (l) к его шагу (L) составляет 1,29 (см. рис. 8). Укажем, что «значение $l/L = 1,10 - 1,15$ можно считать пороговым для возникновения процесса меандрирования и перехода от прямолинейного русла к извилистому» [6, с. 27]. При значениях $l/L > 1,15$ начинается развитие излучины. Особо подчеркнем, что показанные на рисунке 8 последовательные положения русла при меандрировании не следует рассматривать в качестве результатов прогнозирования. Они даны лишь для иллюстрации общей направленности процесса развития излучины. Пока совершенно невозможно предсказать, как далеко и как быстро пойдет этот процесс.



Рис. 5. Один из рукавов ручья Манжерокский (правый приток р. Катунь)

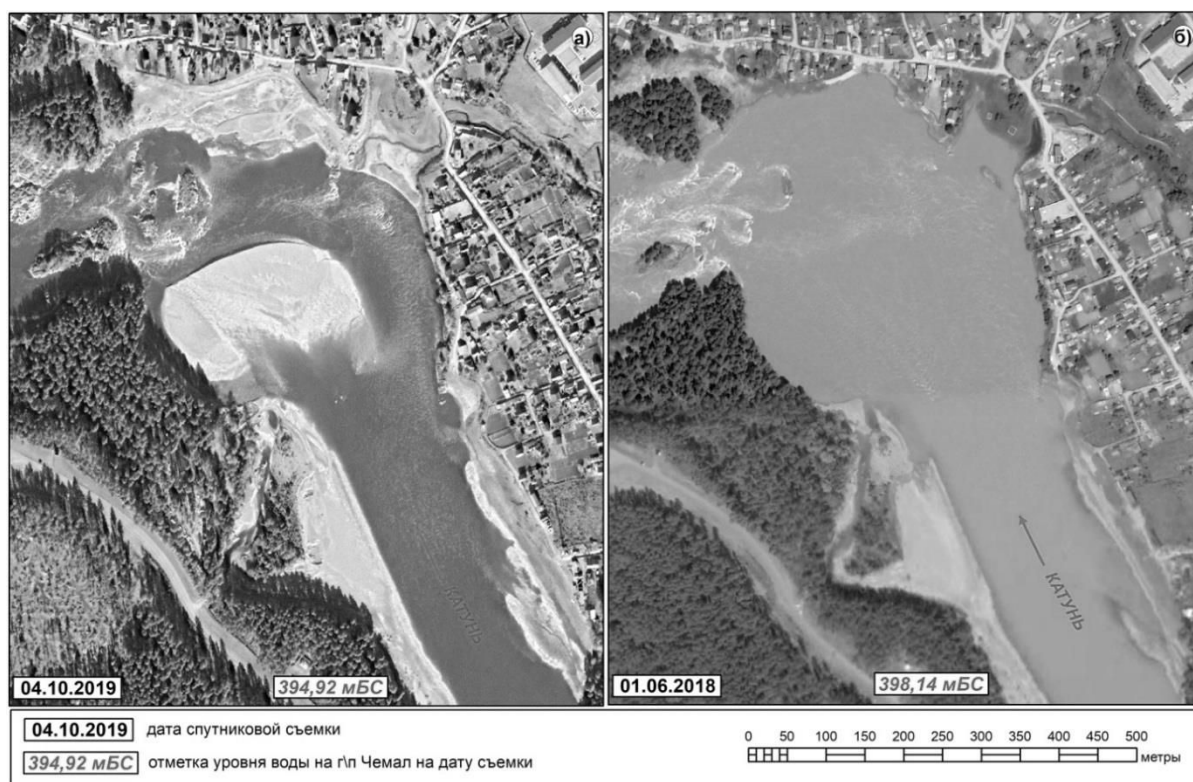


Рис. 6. Река Катунь на территории с. Манжерок на космических снимках:
 а – в условиях межени; б – в половодье.
 Отметки уровня воды – по ближайшему гидрологическому посту Чемал (62 км выше по течению).

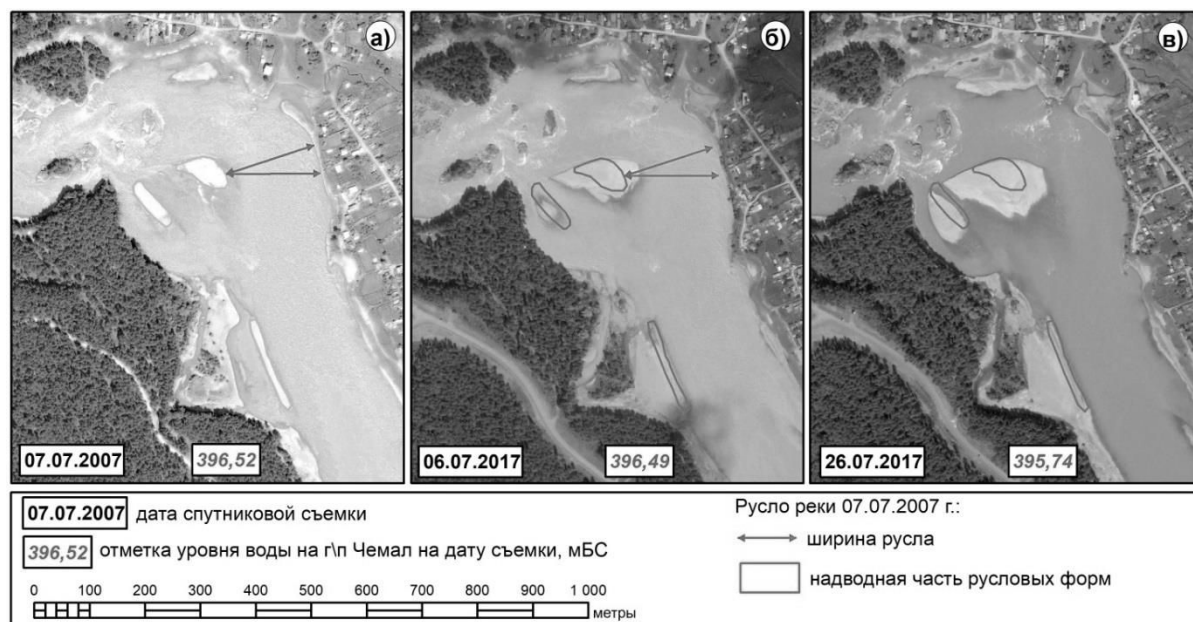


Рис. 7. Река Катунь на территории с. Манжерок на космических снимках 2007 и 2017 гг.

Следует отметить, что скопление наносов у левого берега реки на рассматриваемом участке существовало и ранее (рис. 9). Более того, такое скопле-

ние обусловлено особенностями строения долины реки и ее русла – изгибом русла вокруг г. Острая, наличием в нем порогов.



Рис. 8. Геометрические параметры русла р. Катунь на территории с. Манжерок и общая направленность возможного процесса меандрирования русла

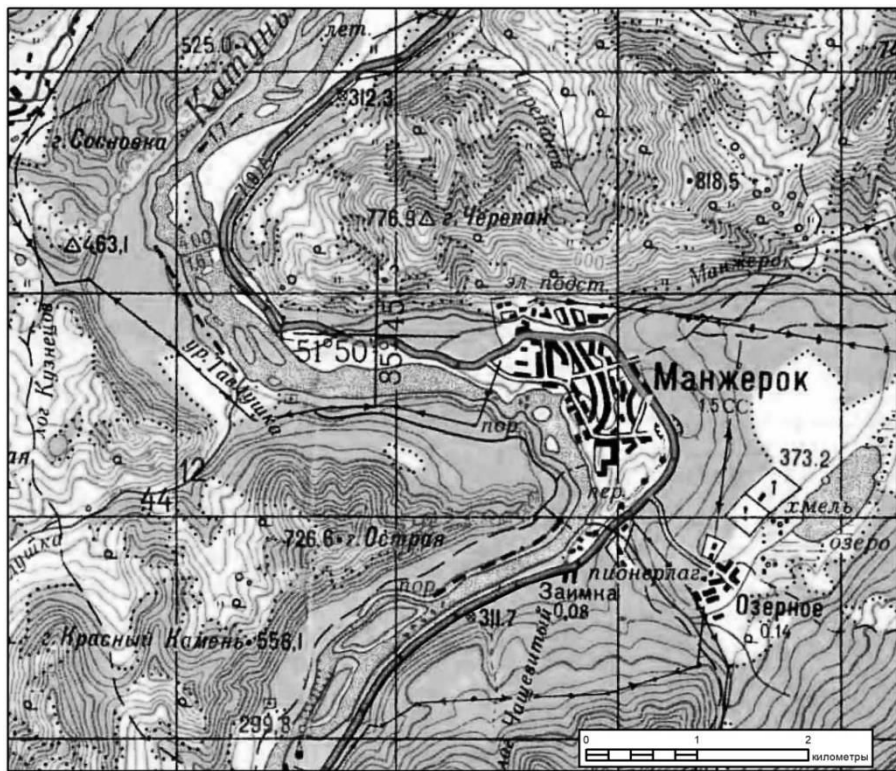


Рис. 9. Долина р. Катунь у с. Манжерок
(фрагмент топографической карты м-б 1:100000, состояние местности на 1981 г., издание 1985 г.)

Также в недавней истории реки случались половодья и более мощные, чем в 2014 г. – 1936, 1958, 1969, 1970 гг. Однако при этом проблем с размывом правого берега не возникало, по крайней мере, они не были зафиксированы документально. Это значит, что река справлялась с пропуском через рассматриваемый участок объемов наносов, поступающих сверху в ходе половодья. По свидетельству местных жителей ситуация с размывом правого берега начала меняться в худшую сторону с начала 2000-х гг. Вероятно, накопление наносов у левого берега на участке (вместо пропуска их вниз по течению) и, соответственно, размыв правого берега, происходили постепенно. Последнее экстремальное половодье (2014) лишь

обозначило эти взаимосвязанные процессы более рельефно.

Ответить на вопрос о том, в чем причина столь существенной перестройки хода руслового процесса, пока не представляется возможным. Вероятно, она связана с изменениями в русловой ситуации на вышележащих участках реки. Однако ответ на данный вопрос обязательно должен быть найден, поскольку это необходимо для прогнозирования ситуации на перспективу и для разработки инженерных мероприятий по предотвращению негативного хода руслового процесса.

В принципе, мероприятия по противодействию негативному ходу руслового процесса на рассматриваемом участке могут идти по двум направлениям (рис. 10).



Рис. 10. Схема мероприятий по противодействию негативному ходу руслового процесса на территории с. Манжерок

Расчистка русла – спрямление зарождающейся излучины путем частичной (разработка прорези) или полной (на площади около 3 га) ликвидации отложения наносов у левого берега реки. При этом изымаемый из русла материал может быть использован для восстановления размывших участков берега и засыпки донных ложбин, образованных речным потоком у подножия берегового склона.

Берегоукрепление – эта работа уже выполняется силами местных властей в меру их возможностей. Однако для надежного блокирования процесса роста изгиба русла вглубь суши необходимо возведение достаточно прочного берегозащитного сооружения, например, каменно-набросного банкета из горной массы на протяжении около 1000 м, спроектированного с учетом стока руч. Манжерокский.

При рассмотрении варианта берегоукрепления следует учесть следующие обстоятельства. На рассматриваемом участке территории домовладений с жилыми и хозяйственными постройками подступают к бровке берега практически вплотную. Следовательно, придется выдвигать сооружение непосредственно в русло реки. Это требует, в свою очередь, повышения прочности сооружения (класса капитальности), усложняет работы технически и повышает их стоимость. Кроме того, после строительства сооружения рекреационные возможности приурезовой полосы будут, по-видимому, утрачены.

Мероприятия по расчистке русла, по нашему мнению, более просты технически и требуют меньших затрат. Однако критически важно правильно определить места и объемы выемки материала из русла. Кроме того, как уже говорилось выше, отложение наносов у левого берега предопределено самой природой. Вопрос в том, как быстро и в каких местах они будут снова откладываться после проведения расчистки. В этой связи еще раз подчеркнем необходимость вы-

явления первопричины изменения русловой ситуации. Однако даже если эту причину удастся выявить, вполне вероятно, что не будет возможности, даже принципиальной, ее устранить. Таким образом, спустя некоторое время необходимо будет вновь выполнять расчистку.

Разумеется, возможна и комбинация обоих основных подходов. Например, при строительстве берегозащитного сооружения у правого берега непосредственно в русле реки следует произвести частичную выемку наносов у ее левого берега, чтобы сохранить геометрические размеры поперечного сечения русла.

Из сказанного выше следует, что разработка мер по противодействию негативному ходу руслового процесса р. Катунь на территории с. Манжерок является весьма сложной задачей, требующей серьезной предпроектной проработки, включающей научные изыскания. Цели такой научно-исследовательской работы должны заключаться в следующем: установлении причин, обусловивших негативное развитие руслового процесса; прогнозе его развития на среднесрочную перспективу (15-20 лет); разработке с учетом результатов НИР системы инженерных мероприятий.

Выводы

Процессы любых русловых деформаций поверхностных водотоков всегда обуславливаются значительными (критическими) изменениями гидроморфологической ситуации, возникающими в русле реки на участках, располагающихся выше или ниже по течению водного потока от рассматриваемого (исследуемого) участка. Связано это, в первую очередь, с тем, что на исследуемом участке меняется скоростное поле водного потока, т.е. направления и скорости течения его отдельных струй и водоворотов, причем не только в периоды максимальной водности реки (половодья, паводки), но и в периоды ее ми-

нимальной водности при открытом русле (летне-осенняя межень). Поэтому, как правило, подобные процессы сопровождаются переформатированием рельефа дна русла (отложениями наносов или, наоборот, размывами некоторых критических локаций), а также – интенсивными размывами и разрушениями берегов русла, кардинально изменяющими их плановое и высотное положение.

Нечто подобное происходит и в реке Катунь на участке ее стока у с. Манжерок. Что-то в рельефе дна русла и в плановом положении береговых линий реки критически сильно изменилось на участках выше или ниже по течению водотока, что и стало причиной (своеобразным спусковым детонатором) инициации процессов, направленных на размыв правого берега Катунь у с. Манжерок.

Для того, чтобы обоснованно определиться с оптимальными инженерными решениями, направленными на реализацию технических мероприятий, предотвращающих (замедляющих, минимизирующих) данное негативное развитие деформационных процессов р. Катунь у с. Манжерок, требуется установить причины, вызывающие их развитие и устойчивую трансформацию, а уже потом обосновывать мероприятия гидротехнического или гидроморфологического характера.

В настоящее время иницирующие причины, возбуждавшие этот процесс (размыв правого берега), практически неизвестны. Поэтому речь может идти только о вероятностных (возможных) технологических решениях и технических мероприятиях. А точнее – об их оптимизированном комплексном варианте, потому что причин, по-видимому, несколько, и со всеми надо разбираться отдельно.

Если на участке берегового размыва у с. Манжерок рельеф дна в русле Катунь изменился таким образом, что стал направлять часть водного потока в сто-

рону правого берега, то необходимо выполнить определенную расчистку русла реки; причем характер расчистки, места изъятия грунта и мощность изымаемых отложений, а также места их предполагаемой утилизации (использования) определяются только в результате дополнительных изысканий.

Поскольку в настоящее время вдоль правого размываемого берега в русле р. Катунь образовалось мощное стабильное вихревое противотечение (вытянутая вдоль берега воронка), то ее требуется ликвидировать. Вероятная причина этой воронки косвенно обусловлена неблагоприятным рельефом дна русла, однако прямое воздействие вызывается находящейся ниже по течению каменной грядой, поднимающейся со дна русла и частично перекрывшей сток водного потока (его живое сечение). Ее каменные останцы выступают из воды в меженные периоды стока водотока. Поэтому необходимо засыпать плесовую яму этой воронки (каменными монолитами), а также возможно убрать из русла Катунь каменные останцовые островки или в целом всю гряду из русла тем или иным способом.

Уже случившийся размыв правого берега р. Катунь у с. Манжерок требует не только восстановления прежней гидроморфологической ситуации, но и мероприятий гидротехнического характера, которые вообще не позволяют этому вновь повториться здесь. Наиболее простой и доступный вариант – отсыпка мощной защитной дамбы, высота которой должна превышать наивысшие уровни воды максимального паводочного стока, формирующегося раз в 100-200 лет.

Поскольку на участок берега с этой предполагаемой дамбой выходит сток воды руч. Манжерокского, то придется решать вопрос с его какой-то регуляцией. Конечно, есть вариант пропуска стока ручья через толщу тела защитной дамбы (по низу), но он с точки зрения эксплуатации сооружения крайне неже-

лателен и вот почему. По этому ручью не только в паводки и половодья, но и в межень с водосбора несет много мусора и древесного материала (карчеход), который будет постоянно забивать пропускное отверстие стока воды через дамбу и, в конечном итоге, подтоплять скапливающейся водой прилегающую жилую инфраструктуру населенного пункта.

Практически такая же ситуация будет наблюдаться с другой стороны дамбы, т.е. со стороны речного водного потока, который тоже в паводки несет много карча и мусора. Кроме того, здесь наверняка будут наблюдаться явления подпора стока ручья со стороны р. Катунь, причем на длительный срок.

В качестве оптимального варианта по ручью можно рассмотреть глобальное решение о перенаправлении стока руч. Манжерокского в оз. Манжерок-

ское, что позволит восстановить озеро до прежнего природного состояния. Причем водоем будет регулярно подпитываться свежей водой, сток которой можно будет пропускать через ныне существующий технический водоем и дальше по руч. Озерному в р. Едрала, впадающую в Катунь.

И, наконец, есть вариант вообще перепустить часть (или весь) стока р. Катунь у с. Манжерок по другому направлению, частично отодвинув его от населенного пункта в левую береговую зону, что кардинально решит вопрос о размывах правого берега, занятого селитебной застройкой. Для этого надо будет расчистить ныне существующее русло Катунь вдоль левого берега водотока, срыть находящийся там выступающий мыс, и тогда часть (или вся) воды будет обходить выступающие со дна каменные острова с другой стороны.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (номер государственной регистрации проекта – АААА-А17-117041210241-4).

Список литературы

1. Новиков И.С. Морфотектоника Алтая. – Новосибирск: Изд-во СО РАН филиал «Гео», 2004. – 313 с.
2. Люцигер А.Ю. Аномальный паводок 2014 года на Алтае // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: тр. Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2014. – С. 118-129.
3. Зиновьев А.Т., Кошелев К.Б., Дьяченко А.В., Коломейцев А.А Экстремальный дождевой паводок 2014 г. в бассейне Верхней Оби: причины, прогноз и натурные наблюдения // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2015. – № 6. – С. 93-104.
4. Комлев А.М., Титова Ю.В. Формирование стока в бассейне р. Катунь. – Новосибирск: Изд-во Наука, 1966. – 155 с.
5. Русанов Г.Г., Важов С.В. Нерешенные проблемы озер Манжерокское и Ая. – Бийск: АГПУ им. В.М. Шукшина, 2017. – 168 с.
6. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2: Морфодинамика речных русел. - М.: КРАСАНД, 2011. – 906 с.

References

1. Novikov I.S. Morfotektonika Altaya. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN filial «Geo», 2004. – 313 s.
2. Lyutsiger A.Yu. Anomalny pavodok 2014 goda na Altaye // Vodnye i ekologicheskiye problemy Sibiri i Tsentralnoy Azii: tr. Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiyem. – Barnaul: IVEP SO RAN, 2014. – S. 118-129.
3. Zinovyev A.T., Koshelev K.B., Dyachenko A.V., Kolomeytsev A.A Ekstremalny dozhdevoy pavodok 2014 g. v basseynе Verkhney Obi: prichiny, prognoz i naturnye na-

blyudeniya // Vodnoye khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravleniye. – 2015. – № 6. – С. 93-104.

4. Komlev A.M., Titova Yu.V. Formirovaniye stoka v bassejne r. Katun. – Novosibirsk: Izd-vo Nauka, 1966. – 155 s.

5. Rusanov G.G., Vazhov S.V. Nereshennyye problemy ozer Manzherokskoye i Aya. – Bysk: AGGPU im. V.M. Shukshina, 2017. – 168 s.

6. Chalov R.S. Ruslovedeniye: teoriya, geografiya, praktika. T. 2: Morfodinamika rechnykh rusel. – M.: KRASAND, 2011. – 906 s.

ASSESSMENT OF CURRENT HYDRO-MORPHOLOGICAL SITUATION ON THE KATUN RIVER AT MANZHEROK VILLAGE (REPUBLIC OF ALTAI)

A.T. Zinoviev, A.I. Bulgakov, K.V. Marusin

Institute for Water and Environmental Problems of the SB RAS, Barnaul, E-mail: zinoviev@iwep.ru

Extreme rainfalls in the Altai Mountains (2014) responsible for exceptional by water content floods throughout the Republic of Altai (including the Katun River) sharply increased the rate and scale of eroding the right bank of the Katun River nearby Mazherok village. As a result, the coast is almost approaching the residential infrastructure of the settlement. Its further retreat can lead to catastrophic consequences not only for village residents (collapse of residential buildings located at the Katun bank), but also for the infrastructure of federal significance (erosion of the road «Chuysky Tract», damage to overhead networks and cable communication lines). The paper considers the current hydromorphological situation on this river section and discusses the causes and possible countermeasures to negative river channel processes occurring at Manzherok village.

Key words: Katun river, Manzherok village, river channel processes, coast erosion.

Received December 2, 2020