

УДК 556.537

Т.Р. Таукенов<sup>1</sup>Ж.С. Ержанова<sup>1</sup>**ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛОМОВ НА РЕКАХ БАССЕЙНА  
БУКТЫРМЫ И ИХ ГЕОМОРФОДИНАМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ****Ключевые слова:** карчеход на реках, русло, размывы берегов рек

*В условиях горно-нивальной, горно-луговой, лесной и степной ландшафтной структуры бассейна реки Буктырма, наряду с геоморфологическим и геологическим строением долин, а также гидрологическим режимом рек, основным естественным фактором, оказывающим существенное влияние на развитие опасных проявлений русловых процессов, являются заломы на реках. В данной статье на основе космических снимков показан пример выявления формирования заломов (скоплений карчей) в руслах рек бассейна р. Буктырмы. В результате исследования выявлены 15 участков с активными признаками формирования заломов, определены их геоморфодинамические функции.*

**Введение.** Руслу горных и равнинных рек формируются под воздействием как природных, так и антропогенных факторов. К основным естественным факторам русловых процессов рек относятся климат, гидрологический режим, геоморфологическое строение долин, геология, растительный покров и продукты его разрушения (карчеход и заломы). Заломы на реках являются специфическими формами руслового и долинного рельефа. Скопление древесных материалов происходит в линейно вытянутой и равновеликой морфологических формах. Заломы местами держатся почвогрунтами и обломочными материалами различного происхождения, в основном аллювиального. Материалы заломов состоят из биогенных (остатки древесных, кустарниковых и травянистых растений), а также почвенных, аллювиальных и пролювиальных (галька, гравий, песок, суглинок, глина) образований. Материалы заломов поступают в русло рек под действием флювиальных, склоновых (оползневых, обвальных и селевых), криогенных (таяние мерзлых грунтов) и эоловых (ветролома и ветровала)

---

<sup>1</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

процессов. В ходе формирования заломов материал подвергается транспортировке, концентрации, заполнению аллювиальными материалами, также с ними взаимодействуют криогенные процессы как таяние мерзлых грунтов в районах их развития [6].

Заломы формируются, когда в долинах рек присутствует древесная растительность и при поступлении в русло недостаточно транспортирующей силы водного потока для её перемещения [2]. В схеме формирования заломов важнейшим этапом является скопление обломочного и древесного материала. Происходит скопление при различных генетических, морфологических и морфодинамических условиях. Начинается формирование залома на участках реки, где резко уменьшается уклон продольного профиля водотока в районах сужений и резких поворотов долины с остановкой у случайной преграды, отмели, оголовки или приверха острова, движущегося целого дерева с корнями и кроной (карчи). Карчеход на реке появляется у выпуклых и вогнутых берегов в результате обрушения отдельных деревьев под действием склоновых процессов и разрушения прибрежной растительности [3].

Можно выделить следующие основные геоморфодинамические функции заломов: формирование плотин в русле реки, появление новых рукавов русла и отмирание существовавших, развитие излучин, укрепление и рост русловых островов и осередков, деформация рукавов русла, размыв вогнутых берегов, развитие глубинной эрозии под заломами, формирование выше заломов перекаатов и водобойных ям ниже их [10].

**Методы исследования.** Для выявления заломов использовались космические снимки карчеходов и участков формирования заломов в руслах рек в бассейне Буктырмы с помощью метода экспертного (визуально-го) дешифрирования космических снимков [4-7]. С помощью картометрических инструментов геоинформационной системы ArcGIS Desktop 10.2 определены географические координаты участков карчехода и заломов. До определения географических координат участков космические снимки были приведены к единой системе координат [12]. Результаты анализа космических снимков были нанесены на карту бассейна р. Буктырмы.

В работе использованы космические снимки с высоким пространственным разрешением (1...5 м), цифровая модель рельефа с разрешением 30 м (SRTM) и топографические карты масштаба 1:100 000. Снимки и цифровая модель рельефа были получены с помощью открытых геопорталов Google Earth Pro и Earth Explorer. Топографические карты (М-45-А, М-45-В, М-45-Г) получены с помощью открытого картографического сервиса Loadmap.net.

**Территория исследования.** Бассейн р. Буктырмы (Бухтарма) расположен в пределах Юго-Западного Алтая, в южной половине умеренного климатического пояса. Река является самым крупным из алтайских притоков р. Ертис (Иртыш) и впадает в Буктырминское водохранилище справа. Общая длина р. Буктырмы составляет 336 км, площадь бассейна равна 12660 км<sup>2</sup>, средний уклон 5,6 %, среднегодовой расход 243 м<sup>3</sup>/с (рис. 1). Бассейн реки имеет развитую речную сеть. Основные притоки Чиндагатуй, Белая Берель, Черновая, Сарымсак, Кауриха, Белая, Собачье, Язовая, Бобровка, Ячменка, Черневая, Хамир, Березовка и Тургусун текут в южном и юго-западном направлении соответственно общему понижению местности [9].

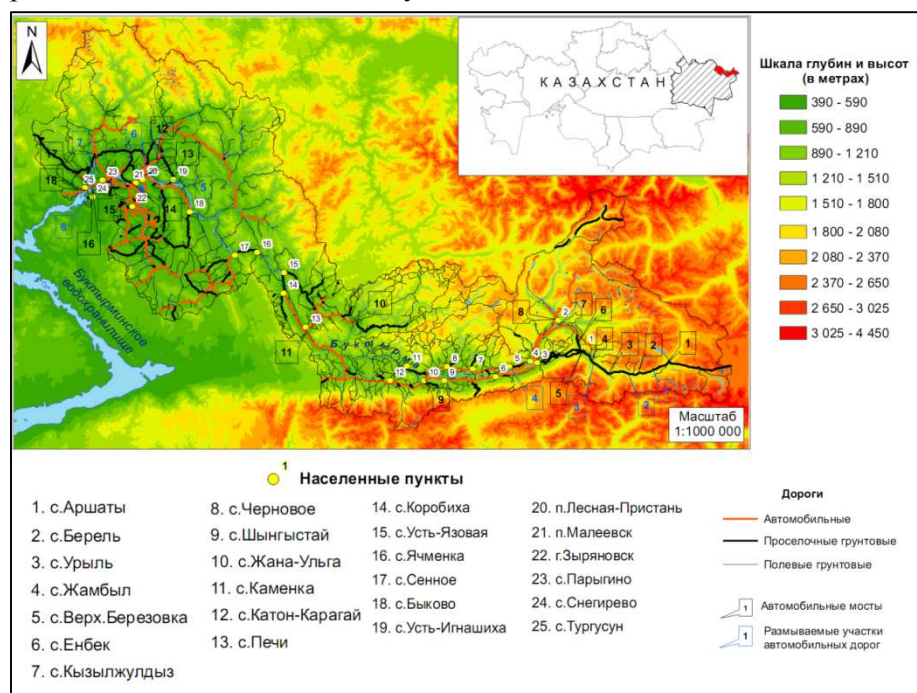


Рис. 1. Карта бассейна реки Буктырма.

Долины крупных рек бассейна хорошо выработаны и имеют комплекс аккумулятивных террас. На предгорных равнинах и высоких террасах развит покров четвертичных лессовидных суглинков и глин (наиболее широко распространены в Зыряновской котловине). Террасы и предгорные шлейфы образуют над урезом воды в реках уступы высотой от 2...4 до 8...15 м. По уступам широко развиты эрозионные процессы, которые сопровождаются их обрушением и формированием оврагов. Долины горных притоков р. Буктырмы слабоизвилистые. Ширина долин невелика, для рек средней величины она колеблется от 0,2 до 0,5 км, для Буктырмы

до 2,0...6,0 км. Преобладающая ширина русла большинства средних рек в межень колеблется от 8...10 до 15 м, преобладающие глубины рек 0,5...1,5 м, местами до 3...4 м.

В горной местности реки бассейна представляют собой быстрые потоки со скоростью течения 1,0...2,0 м/с и более, с множеством перекаатов и стремнин, здесь преобладающее развитие имеет донная эрозия. На равнинной местности скорости уменьшаются до 0,4...0,8 м/с.

Все поверхностные водотоки бассейна имеют растянутое многопиковое половодье с гребенчатым ходом уровня и расхода воды, приходящееся обычно на апрель – июнь. Подъем уровня в половодье составляет от 0,7 до 7,0 м. В летне-осенний период (июль – октябрь) наблюдаются короткие дождевые паводки с высотой подъема уровня до 0,5...1,0 м, зимой (ноябрь – март) колебания уровня незначительны. Годовой сток воды в реках горных районов распределяется неравномерно. В течение трех весенних месяцев (апрель, май, июнь) происходит 60...70 % годового стока воды, в летне-осенний период 20...30 %, и лишь 10 % приходится на зимний период. В соответствие с этим, наиболее активно эрозия речных берегов проявляется в весенний период, причем, чем выше уровни подъема воды в реках, тем активнее эрозия.

В бассейне Буктырмы много озер имеющих площадь от 1 до 5 км<sup>2</sup>. Наиболее крупными являются озера Буктырминское, Маралье, Черновое, Косколь, Рахмановское и Язовое. В области современного оледенения развиты многочисленные моренные озера, достигающие в поперечнике до 0,5 км. Они представляют потенциальную опасность, так как при определенных режимных условиях могут являться источником формирования селевых потоков.

Согласно ландшафтной карте Казахстана в пределах бассейна Буктырмы можно выделить 4 типа ландшафтов: нивальная, альпийская тундрово-луговая, горно-лесная и горно-степная [8]. Нижняя граница нивальной зоны на западном Алтае повышается с севера на юг и юго-запад от 2500 м до 3000...3200 м в Саур-Тарбагатае. Альпийская тундрово-луговая зона начинается с высот 1700...1800 м. В горно-тундровом поясе этой зоны почвенный покров развит слабо, покрытие поверхности почвы растительностью не превышает 60 %. Много скальных обнажений и каменных россыпей. Преобладает мохово-лишайниковая растительность. В горно-луговом поясе зоны преобладают альпийская, субальпийская растительность с дерновыми почвами. Горно-лесная зона распространена на высотах 1000...1800 м. Растительность представлена пре-

имущественно темнохвойными лесами с примесью осины и березы. Горно-лесные кислые неподзоленные, слабоподзоленные и скрытоподзоленные почвы занимают не менее половины района. Горно-степная зона занимает низкогорье и предгорные участки территории. Разнотравно-степная растительность распространена в пределах высот 600...1200 м. Почвенный покров степной зоны изменяется от тяжелосуглинистых и глинистых черноземов в верхней ее части до черно-каштановых и светло-каштановых в нижних частях [1].

**Результаты исследования.** Были проанализированы космические снимки за 2005...2017 гг. на предмет обнаружения участков образования заломов на реках бассейна Буктырмы (табл.).

Таблица

Участки с активными признаками формирования заломов

№	Координаты участка	Место формирования залома	Геоморфодинамическая функция залома
1	49°13'31,55" 86°56'45,25"	Прибрежная растительность, пойменная протока	Отмирание пойменных проток. Перераспределение расходов между рукавами
2	49°13'12,77" 86°55'55,33"	Пойменная протока	
3	49°13'09,50" 86°55'54,90"	Излучина русла	Активация размыва противоположного берега
4	49°13'09,51" 86°55'45,32"	Оголовка пойменного острова	Размыв вогнутого берега
5	49°12'43,06" 86°53'58,40"		Перераспределение расходов между рукавами, активация размыва левого берега вблизи автомобильной дороги с. Арчаты – с. Усть-Чандагатай
6	49°12'24,96" 86°48'24,99"	Пойменная протока	Отмирание пойменной протоки. Перераспределение расхода воды в основное русло в районе строений крестьянского хозяйства
7	49°15'57,16" 86°36'06,52"	Приверх руслового острова	Перераспределение расхода воды между рукавами, активация размыва левого берега
8	49°19'06,46" 86°32'36,49"	Прибрежная растительность, излучина русла, приверх руслового острова, пойменная протока	Формирование плотин в русле, появление новых рукавов, размыв вогнутых берегов, перераспределение расходов между рукавами вблизи автомобильной дороги с. Берель – с. Арчаты

№	Координаты участка	Место формирования залома	Геоморфодинамическая функция залома
9	49°22'01,69" 86°26'43,31"	У оголовка руслового и пойменного острова	Перераспределение расхода воды между рукавами, активация размыва правого берега в районе с. Берель, размыв берега вблизи автомобильной дороги с. Берель – санаторий «Рахмановские ключи»
10	49°23'17,21" 86°25'51,54"	Приверхи русловых и пойменных островов, опора моста. Оголовки пойменных и русловых островов, прибрежные мелководья, пойменные протоки	
11	49°16'11,05" 86°19'30,94"		Перераспределение расхода воды между рукавами. Появление новых рукавов русла, отмирание существовавших на участке долины реки пойменных проток. Активация размыва правого и левого берегов реки в районе сел Верх-Березовка, Енбек, Шынгыстай, Парыгино, Путенцево.
12	49°13'15,66" 86°11'52,44"		
13	49°11'42,62" 86°07'37,60"		
14	49°11'26,65" 85°53'29,64"		
15	49°49'17,36" 84°10'33,37"		

Результаты исследования показывают, что заломы древесной растительности на реках формируются в основном на предгорных и межгорных реках. Они появляются вследствие поступления в реки стволов деревьев, а это, в первую очередь, зависит от водности рек. В периоды с высокими расходами воды (апрель – июнь) происходят активные переформирования русел и размывы берегов рек. Размывы берегов приводят к увеличению мощности карчехода, который в свою очередь развивает заломы древесной растительности и становится одним из факторов деформаций русел. Высокие объемы поступления карчей в реки наблюдаются на участках рек с широкими долинами, приуроченные к межгорным котловинам. На излучинах рек, оголовков островов и осередков, на мелководных участках, плывающие деревья скапливаются и образуют заломы (рис. 2).

Скорость перемещения плывающих деревьев, следовательно, формирование заломов зависит от уклона русла реки. На реках бассейна Буктырма с порожисто-водопадными руслами (верхние течения рек Буктырма, Белая Берель, Черновая, Сарымсак, Язовая, Белая, Тургусун, Хамир) формирование заломов приурочены к местам их попадания в реки. Перемещение плывающих деревьев на этих реках затруднено из-за высокой шероховатости дна. На равнинных реках (нижние течения рек Буктырма, Топнушка, Березовка) формирование заломов затруднительно из-за малого количества, переносимого потоком древесного материала, который

преимущественно аккумулируется выше по течению на участках перегиба продольного профиля. Наибольшее образование заломов наблюдается на участках рек предгорной зоны (средние течения рек Буктырма, Хамир, Тургусун, нижнее течение реки Белая Берель), где уклоны резко снижаются и массово скапливаются перемещаемые потоком древесные материалы.



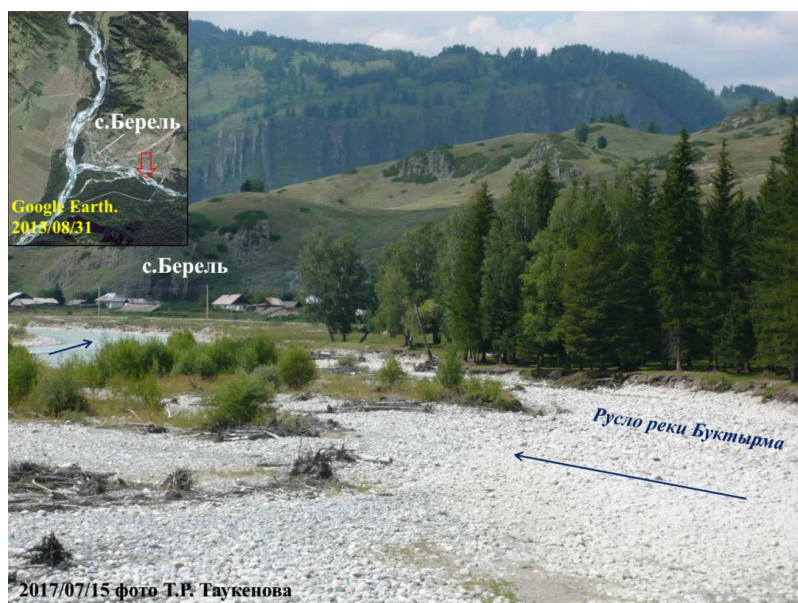
Рис. 2. Карчеход на реке Буктырма между с. Верх-Березовка и с. Жамбыл.

Форма русел рек бассейна Буктырмы в зависимости от типов русловых процессов, (прямолинейных, меандрирующих, разветвленных) создают различные предпосылки для образования древесных заломов. Например, по сравнению с другими типами русловых процессов, в разветвленных руслах заломы формируются чаще, так как на них наиболее влияет местное сопротивление. Заломы прослеживаются в основном на оголовках русловых и пойменных островов. Частота заломов на участках р. Буктырма с разветвленным руслом достигает 8...10 на 100 м.

Причиной образования и развития заломов на реке может стать остановка одной карчи. При этом, поступающие с речным потоком стволы и ветки деревьев, остатки другой растительности цепляются за возникшие преграды. В условиях малой глубины и ширины русла, естественных и искусственных препятствий перемещаемые потоком, свободные, оторванные от берегов карчи или отдельные деревья, останавливаются в русле реки и формируют основания залома (рис. 3). Также, при подмыве берега речным потоком или в результате развития различных склоновых процес-



сов, корневая часть дерева может оставаться на берегу, а основная часть оказываться в русле, перегораживая качи и отдельные деревья.



*Рис. 3. Формирование древесного залома у оголовка руслового острова на реке Буктырма вблизи села Берель.*

Руслоформирующая роль заломов определяется особенностями их расположения. Заломы у приверхов осередков и оголовков русловых и пойменных островов препятствует их размыву. На оголовках русловых и пойменных островов в зоне замедления потока под заломами накапливаются плавучие материалы. Это часто приводит к образованию прибрежных кос. Развитие залома в сторону одного из рукавов одновременно приводит к перераспределению расходов воды между ними, отмиранию одного и активизации другого рукава реки. Отклонение заломом потока может активизировать размывы противоположных берегов. Если собираются у выпуклого берега, тут может замедляться течение реки и берег быстро заиливается. Размыв противоположного берега реки усиливается при отклонении заломом речного потока. Таким образом, в широко-пойменных разветвленных руслах образуются новые рукава. Руслу рек у вогнутого подмываемого берега наиболее интенсивно деформируется. Под заломами развивается глубинная эрозия, а ниже по течению формируются водовороты, наблюдаются размывы и дна, и берегов. Заломы у подмываемых пойменных берегов способствуют появлению новых пойменных протоков. На малых реках при формировании заломов, где размеры одной карчи соот-



ветствуют ширине русла, происходит развитие ступенчатого продольного профиля. Небольшие рукава разветвлений в этих условиях могут отмирать и забиваться древесной растительностью (рис. 4).

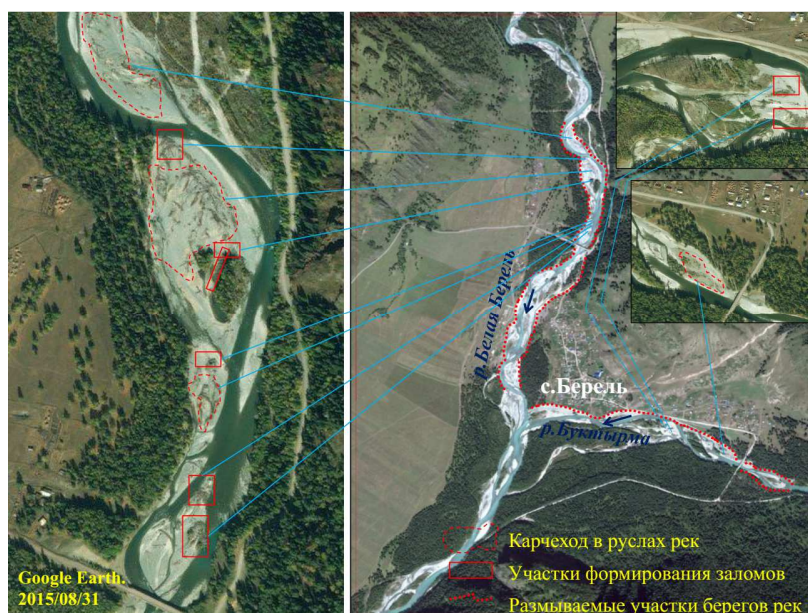


Рис. 4. Карчеход и участки формирования заломов на реках Белая Берель и Буктырма вблизи села Берель.

Большое количество заломов наблюдается на реках с развитыми аллювиальными формами. С выходом рек в межгорные лесные зоны увеличиваются размеры заломов, повышается интенсивность размывов берегов рек. К узлам слияния и деления рукавов рек приурочены наиболее крупные заломы. Являясь фактором дополнительных русловых переформирований, они обуславливают развитие одних и отмирание других рукавов. В бассейне Буктырмы также наблюдается влияние мостовых опор на структуру водного потока, приводящее к накоплению древесных заломов непосредственно возле них. В результате подмыва пойменных берегов на вышележащих участках, речными потоками переносится большое количество древесных материалов, следовательно, активизируется переформирование речных русел. Например, в 2011 г. на р. Буктырма в районе села Арчаты накопление наносов и образование залома у опоры моста обусловило смещение основного течения реки и привело к подмыву опоры моста и возникновению аварийной ситуации (рис. 5).

**Выводы.** На реках бассейна Буктырмы заломы образуются в основном в результате береговой эрозии рек, и чем интенсивнее протекают

на реках русловые деформации, тем большее количество участков заломов формируются на реках. В ходе данного исследования выявлено, что остановка древесных материалов у случайных преград (опоры мостов, оголовки островов, приверхи отмелей и т.д.), где глубина воды в русле и скорость ее течения недостаточны для их транспортировки, формируются заломы. При этом, если залом образовался на отмели, то идет быстрое заиливание, усиливается эрозия вогнутого берега реки без заметного увеличения глубины в русле, что может привести к возникновению нового русла. Если залом возник у вогнутого берега, то он приводит к увеличению размыва дна. В этом случае происходит самоукрепление вогнутого берега.



*Рис. 5. Мост через р. Буктырма в районе села Арчаты.*

Бассейн реки Буктырма пересекают множество дорог, на их берегах расположены жилые дома, хозяйственные постройки и другие сооружения. По долинам рек на большие расстояния проложены трассы железных и автомобильных дорог, линии связи и электропередач, воздвигнуты гидротехнические и гидромелиоративные сооружения. Особенности влияния формирования заломов на русловые процессы рек необходимо учитывать при проектировании любых инженерных сооружений, которые будут проложены по долинам рек бассейна Буктырмы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гельдыева Г.В., Веселова Л.К. Ландшафты Казахстана. – Алма-Ата: Гылым, 1992. –176 с.

2. Домогашев В.Н., Сергутин В.Е. Карчеход и русловой процесс // Геоморфология. – М.: Наука, 1987. – № 2. – С. 54-56.
3. Евсеева Н.С. Современный морфолитогенез юго-востока Западно-Сибирской равнины. – Томск: Изд-во НТЛ, 2009. – 484 с.
4. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. – М.: «Академия», 2004. – 336 с.
5. Лабутина И.А., Балдина Л.А. Практикум по курсу «Дешифрирование аэрокосмических снимков» – М: Геогр. факультет МГУ, 2013. – 168 с.
6. Ликутев Е.Ю. Заломы в речных долинах и их геоморфодинамические функции // Матер. Всероссийской науч. конф. «Рельеф и экзогенные процессы гор». – Иркутск: изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2011. – Т. 2. – С. 95-97.
7. Малинников В.А., Стеценко А.Ф., Алтынов А.Е. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами. – М.: МИИГАиК, 2009. – 140 с.
8. Национальный атлас Республики Казахстан. Том 1. Природные условия и ресурсы: Ландшафтная карта. – Алматы: Изд-во Института географии МОН РК, 2006 г.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 5. Вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 316с.
10. Чалов С.Р. Ермакова А.С., Есин Е.В. Речные заломы: руслоформирующая и экологическая роль // Вестник МГУ. Серия 5: География. – 2010. – № 6. – С. 25-31.
11. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.
12. Taukenov T., Dzhanelieva K., Yerzhanova Zh. Methods of improving the efficiency of monitoring of channel deformations of mountain rivers near built-in settlements: on the example of the Buktyrma river // Geodesy and Cartography. – 2018. – Vol. 44 (1). – P. 28-35.

Поступила 28.05.2018

Т.Р. Таукенов  
Ж.С. Ержанова

**БҰҚТЫРМА АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНДЕ АҒАШТАР КЕПТЕЛУІНІҢ  
ҚАЛЫПТАСУЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ГЕОМОРФОДИНАМИКАЛЫҚ  
ФУНКЦИЯЛАРЫ**

*Түйінді сөздер* сүректі өсімдіктердің өзендерде кептеліп қалуы, өзен арнасы, өзендер жағаларының шайылуы

*Бұқтырма өзені алабының таулы мәңгі қарлы, таулы шалғынды, орманды және далалы ландшафтық құрылымының жағдайында, өзендер аңғарларының геоморфологиялық және геологиялық құрылысы мен өзендердің гидрологиялық режимдерімен қатар, қауіпті арналық үрдістердің дамуына айтарлықтай әсер ететін басты табиғи фактор болып өзендерде тамырымен ағып жүрген ағаштардың кептелуінің қалыптасуы табылады. Бұл мақалада ғарыштық суреттерден Бұқтырма өзені алабының өзендері арналарында ағаштар кептелуінің қалыптасуы учаскелерін анықтау мысалы келтірілген. Зерттеу нәтижесінде өзендерге ағаштар кептелістері қалыптасуының белсенді белгілері байқалатын 15 учаске анықталды, олардың геоморфодинамикалық функциялары анықталды.*

Taukenov T.R., Yerzhanova Zh.S.

### **FORMATION OF LOG JAMS ON THE RIVERS OF THE BUKTYRMA BASIN AND THEIR GEOMORPHODYNAMIC FUNCTIONS**

**Keywords:** timber drifting on rivers, river channel, riverbank erosion

*In the conditions of the mountain-nival, mountain-meadow, forest and steppe landscape structure of the Buktyrma river basin, along with the geomorphological and geological structure of valleys, as well as the hydrological regime of rivers, the main natural factor that exerts a significant influence on the development of dangerous manifestations of channel processes is the log jams in the rivers. One of the reasons for the destruction of bridge passages in the Buktyrma Basin, sections of roads, residential and economic buildings are log jams. Therefore, it is necessary to investigate this phenomenon by scientific methods. This article shows an example of revealing on the basis of space images the sites of formation of log jams (clumps of debris) in the riverbeds of the Buktyrma river basin. As a result of the study, 15 plots with obvious signs of formation of log jams were identified and their geomorphodynamic functions.*