

V.A. BRYULEV

S u m m a r y

The main features and conditions of erosional landforms development at the South-East of the Russian Plane are under consideration. Their regional peculiarities are described. Field investigations as well as remote sensing data of different scales were used.

УДК 551.326.83(571.1/5)

© 1997 г. С.С. КОРЖУЕВ

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ЗАТОРНОГО ЯВЛЕНИЯ НА РЕКАХ, ТЕКУЩИХ С ЮГА НА СЕВЕР

Изучая реки Сибири (Лену, Енисей, Обь и др.), которые текут в северном направлении, нельзя не заинтересоваться тем, что многие природные процессы и явления на них проявляются дисгармонично и иначе, чем на других реках. Вычленив среди них геоморфологический аспект и определить, хотя бы качественно, его значение в развитии этих рек, – цель настоящей статьи.

На таких реках, в отличие от остальных водотоков, во время весеннего половодья и ледохода – в период "большой воды" меняется особенно резко характер течения: от обычно спокойного струйчатого до турбулентного, изобилующего завихрениями и водоворотами. В соответствии с этим существенно изменяются и сама структура размыва, и общий стиль эрозии.

Прежде всего обратим внимание на сам факт направления течения этих рек, хотя на первый взгляд не столь уж важно, куда течет река. Дело в том, что направление течения рек, как, в общем, и ориентация любого другого подобного объекта – это, образно говоря, их своеобразный природный паспорт. Это общие важные признаки, изначально определяющие специфические местные процессы развития объекта. Взаимодействие последних с процессами окружающей среды, в частности, со связанными с нарушениями баланса тепла и влаги, резко обостряет и усложняет общую картину развития рек, текущих с юга на север. Обычно эти процессы проявляются весьма многообразно и неадекватно.

Подчеркнем, что в целом природе Севера в значительной мере свойственна временная и пространственная дисгармония, отличающаяся зыбким неустойчивым равновесием, широкой уязвимостью и нестабильным развитием. Естественно, что такая природа представляется нам сложным узлом, завязанным многообразными островвзаимодействующими процессами, которые в большинстве своем здесь недетерминированы. Многие из них протекают нелинейно и неравномерно, скачкообразно, а нередко даже вне связи с внешними условиями – самопроизвольно.

Ярко это выражено именно на реках, текущих с юга на север. Главным фактором-раздражителем, вызывающим здесь повышенную напряженность, является неравномерное вскрытие рек на разных участках течения. Следствие этого – общая повышенная заторность и высокая степень саморазвития и катастрофизма. Эти признаки главным образом и служат первопричиной выделения этих рек в особую группу. Рассмотрим кратко особенности их развития.

Большая вода – большая эрозия

В ходе половодья и ледохода обычные хаотические подвижки льдин часто чередуются с периодами кратковременных или более продолжительных остановок. В таких местах начинается обычно скапливаться лед, и уровень воды здесь то быстро поднимается, то так же резко падает, возникают зачаточные (первичные) заторы. При этом кратковременные,

обычно мелкие заторы, как правило, быстро рассасываются и незаметно распадаются, тогда как крупные и долговременные более устойчивы. Они-то, главным образом, и нарушают свободное течение рек, забивая (закупоривая) русло битым льдом, способствуя резкому подъему воды и образованию половодья заторного типа. При нем происходит подъем воды нередко выше максимального горизонта весеннего половодья. На заторных реках Сибири это превышение колеблется от 1–3 до 5–10 м [1–15].

Естественно, что возникающие на северных реках заторы, обладающие значительными перепадами воды, и сопряженные с ними крупные заторные водоемы во время прорыва заторных плотин напоминают по своему действию систему водных каскадов. Поэтому северные реки отличаются от других водотоков не только водным режимом, но и повышенным эрозионным потенциалом. Недаром, эти реки в экологическом отношении привлекают к себе пристальное внимание как объекты, чреватые катастрофическими наводнениями.

Весеннее половодье и ледоход проявляются здесь весьма бурно и динамично, в условиях нестандартного, пульсирующего режима, осложненного резкими колебаниями течения рек. При этом происходит смена механизмов и всего хода развития эрозии. Словом, наблюдая этот процесс, невольно возникает впечатление, что весеннее половодье и ледоход как будто сами создают себе заторные ловушки, чтобы затем вырваться из них.

Поскольку вскрытие на таких реках начинается с верховьев, волна половодья, двигаясь выше по течению реки с юга на север, периодически неизменно наталкивается на своем пути на еще не нарушенный ниже ледяной покров, взламывает его, и битый лед забивает живое сечение русла. По мере дальнейшего продвижения к северу эта картина еще более усложняется из-за увеличения толщины ледяного покрова. Таким образом, волна половодья, продвигаясь вниз по реке, оставляет всякий раз в местах взламывания кромки ледяного покрова очередные знаки в виде русловых ледяных пробок, рассматриваемых нами в качестве **режимных ловушек**.

При падении воды, обладающей гидродинамическим ударом, у подножий заторов возникают завихрения и водовороты, на месте которых в днище русла образуются разного рода водобойные ниши и эвронные котлы, ежегодно деформирующие продольный профиль. Подобную картину можно наблюдать и на порожистых реках. Так, на Ангаре ниже порогов существуют огромные эвронные котлы (Осиновский и др.), которые развиваются здесь с плюсена [8–16].

Картина заторного процесса будет неполной, если не отметить важную роль в его участии так называемых **фиксированных морфологических ловушек**, которые, в отличие от режимных, связаны не с водным режимом реки, а непосредственно с морфологическим строением ее долины и русла (рис. 1). Они располагаются обычно в наиболее суженных отрезках со сложными перекатами, порогами, шиверами и с неравномерным распределением уклонов, где широкие спрямленные плесы неожиданно сменяются извилистым и резко изломанным руслом или, наконец, когда последнее дробится на рукава, образуя массу островов, осередков и мелей. На заторных отрезках крупных рек Сибири скапливается от 50 до 200 млн. куб. м льда [17–20], а в ущельевидных отрезках (Ленская труба) его задерживается, вероятно, на несколько порядков больше [15].

Образованию заторов способствуют и другие факторы. Так, некоторые исследователи [6, 9–11, 14, 15, 17–24] полагают, что заторы возникают и во время осеннего ледохода. Однако следует иметь в виду, что колебания уровня воды на реках по сравнению с весенним половодьем и ледоходом невелики и уступают весенним, а их образование связано не с заторами, а с зажорами. Последние формируются за счет, главным образом, глубинного, внутриводного и донного льда, возникающего в тех местах, где наблюдается переохлажденная вода (каменные перекаты, пороги и др.).

Значительное воздействие на ход развития заторных явлений оказывают также наледи, бронирующие ловушки прочным слоистым льдом и обычно возникающие в результате промерзания рек до дна. На крупных реках промерзание происходит у их бортов, вследствие падения уровней после ледостава. На участках с выходом ключей (грунтовых вод – грунтовые наледи) у этих бортов вода их разливается по поверхности ледяного покрова реки. Наледный лед отличается от обычного речного льда повышенной прочностью, что при возникновении здесь затора повышает его устойчивость. Кроме того, крупные наледи образуются и в устьях целого ряда впадающих в основную реку ручьев и небольших речек, промерзающих до дна.

Из других причин, способствующих образованию режимных ловушек и развитию зато-

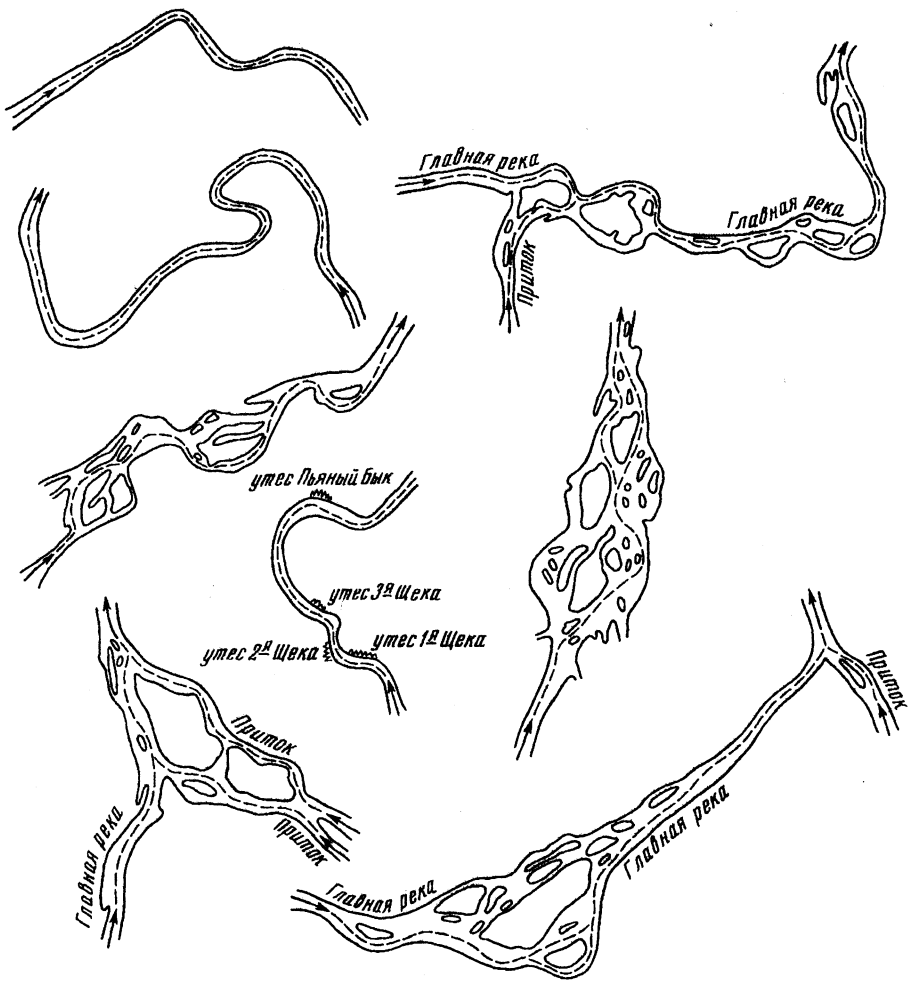


Рис. 1. Примеры типичных заторных отрезков с характерными морфологическими ловушками

ров, существенное значение имеют характер и очередность вскрытия главной реки и ее притоков в местах их впадения. Если вскрытие их происходит одновременно, то на них, благодаря взаимному подпружиниванию, возникают сдвоенные ловушки и образуются мощные заторные узлы, отличающиеся большой устойчивостью и высокими перепадами.

В результате на заторных участках главной реки и впадающих в нее притоков образуются обширные водоемы-отстойники, в которых скапливается большое количество наносов в виде, главным образом, характерной для них островной поймы и сопутствующих ей разного рода намывных русловых образований (песчаные перекаты, осередки и др.). Возможно, одной из главных причин формирования здесь островной поймы являются взаимный подпор и наличие фильтрующихся ледяных пробок (как в свое время образно назвал заторы М.А. Великанов [17]), которые могут способствовать разделению русла на рукава. Подобная картина широкого распространения островной поймы имеет место обычно на тех участках рек, где встречается сложная сеть перекатов с характерно для них многоруканностью русла [7, 25–30].

При прорыве таких узлов вода вместе с битым льдом перемешивается с наносами и в виде своеобразной пульпы с большой скоростью устремляется вниз в прорыв и сбрасывается вниз, высверливая в русле всевозможные водобойные ниши и котлы. Ниже заторного узла прорвавшийся поток, сохраняя большую скорость, формирует вначале зону активного размыва, сильно разрушая здесь берега и днище долины. По мере уменьшения скорости активный размыв постепенно сменяется пассивным, и часть наносов теряется на

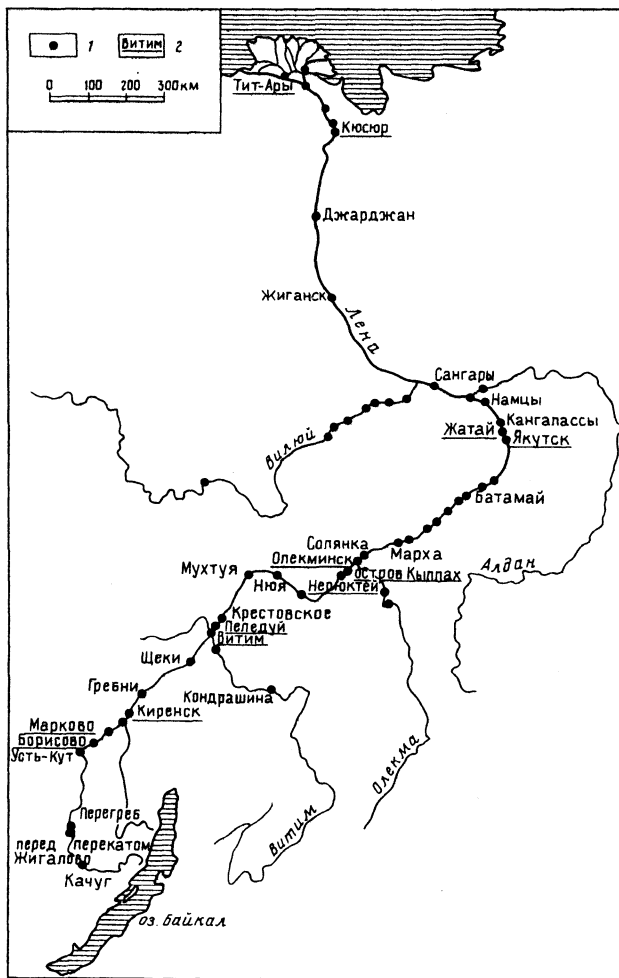


Рис. 2. Схема размещения наиболее крупных заторов на р. Лена
 1 – крупные ледовые заторы, 2 – катастрофические ледовые заторы

аккумуляцию. В местах, где широко развиты фиксированные морфологические ловушки, русло реки дробится на рукава и образуется островная пойма. Однако несмотря на это, значительная часть наносов, все-таки достигает очередного водоема – накопителя нижележащего затора, конечно, если последний под напором волны половодья не будет сорван.

Таким образом, на реках, текущих с юга на север, по нашим наблюдениям, наиболее интенсивный эрозионный размыв и активный перенос большей части наносов происходит в основном весной, когда долины этих рек и, в первую очередь, их днища подвергаются резкой перестройке и обновлению, если можно так сказать, испытывают ежегодное своеобразное их промывание. В эрозионном отношении такие реки распадаются на ряд характерных отрезков: сопряженная пара, включающая собственно затор и подпрудный (заторный) водоем – накопитель образуют участки одновременно фиксированного осадконакопления и интенсивного размыва и расположенные между заторами транзитные участки с переменным размывом и рассеянной аккумуляцией.

Такие ледовые заторные узлы типичны для многих рек, текущих с юга на север, но наилучшим примером в данном случае является Лена (рис. 2). На ней заторные узлы образуются на местах впадения многих, как небольших (Кута, Ичера, Орлинга и др.), так и крупных (Киренга, Витим, Олёкма, Алдан) притоков, которые нередко вскрываются здесь почти одновременно с главной рекой. Для таких узлов неизменным спутником является

островная пойма, формирующаяся в заторном бассейне как путем намыва во время заполнения его наносами, так и в период сильного размыва последних при быстром сбросе воды, а также в зоне активного выноса наносов непосредственно ниже затора.

Особенно показательны в этом отношении Киренский, Витимский, Олёкминский и Алданский узлы. Из них наиболее сложным, пожалуй, является Алданский узел, расположенный в области мощного скопления и широкого разноса легкоразмываемых песчаных наносов. Его образованию в немалой степени способствует резкий поворот течения Лены с субширотного на меридиональное направление. Выше устья Алдана русло Лены на значительном протяжении вплоть до Якутска сильно разветвлено на рукава и забито островной поймой. Здесь же, в подпорной зоне находятся и знаменитые Алданские песчаные перекаты. Наконец, немаловажно подчеркнуть, что во время весеннего половодья и ледохода образующиеся часто на этом участке небольшие ледовые заторы нередко смыкаются друг с другом, создавая крупные ледовые поля, которые не всегда разрушаются (взламываются) и выносятся потоком; они тают нередко на месте.

Еще более разительная картина наблюдается в долине Лены ниже впадения в нее Алдана, самого мощного ее притока. Наиболее примечательной особенностью развития этого отрезка Ленской долины в новейшее время является, вероятно, намывтый совместно этими реками обширный плейстоценовый аллювиальный плащ, который протягивается на многие километры между устьями Алдана и Вилюя. Легко перемывая пески этого плаща, Лена распадается здесь на многочисленные рукава, протоки и старицы, образующие настоящий лабиринт, из которого трудно бывает порой выбраться. К тому же русло ее врезано слабо, часто перемещается и теряет фарватер в собственных наносах. Данный отрезок Ленской долины является по существу частью гигантского водного бассейна Нижней Лены. Этот бассейн находится в условиях постоянного подтопления по крайней мере со времени образования долины прорыва (Ленская труба) на придельтовом ее участке. В настоящее время подтоплению способствуют ежегодные мощные устойчивые ледовые заторы в Ленской трубе, где подъем уровня заторного половодья и ледохода достигает 25–30 м.

Заторная часть сопряженного участка Олёкминского узла соответствует обширному древнему озеровидному расширению Ленской долины (25 км), приуроченному к подвижной тектонической впадине. Современное Кыллахское расширение (10–15 км), отвечающее днищу долины Лены, также наследует древнюю впадину и целиком занято островной поймой (о. Кыллах и др.), густо изрезанной протоками и старицами. Во время весеннего половодья и ледохода оно, как правило, забивается льдом и заливается водой, становясь озером – отстойником для осадков. Нигде больше нет на Верхней и Средней Лене такого огромного скопления песков [7, 12–13, 15, 26].

Совсем по-другому устроен отрезок Олёкминского узла, непосредственно связанный с самим затором. Долина Лены в районе устья Олёкмы и ниже резко сужается и приобретает каньонообразный облик. Лена течет в спрямленном чистом русле, строго следуя вдоль ведущего высокого правого берега, обрывающегося уступом над ее урезом. Вдоль левого террасированного берега почти на всем протяжении, примерно от Солянки до Покровска, сбившись в группы, тянется полоса островов так называемой побочной поймы. Этот отрезок на большом протяжении выполняет преимущественно транзитные функции.

Киренский узел заслуживает внимания в основном по двум причинам. Во-первых, здесь почти ежегодно образуются крупные ледовые заторы, развивающиеся весьма динамично и сопровождающиеся порой катастрофическими наводнениями (1915, 1941 гг. и др.) и соответственно сильными эрозионными размывами. Во-вторых, по меридиану г. Киренска проходит граница, к востоку от которой на Лене распространены только ледовые заторы, а к западу от него, наряду с ледовыми, встречаются в чем-то схожие с ними паводочные подпруды (заторы), возникновению которых способствуют, главным образом, летне-осенние ливневые дожди, а также широко распространенные на Верхней Лене морфологические ловушки. Они также вызывают иногда сильные наводнения и эрозионные размывы.

Вспомним, что система "вода–лед" крайне нестабильна и во время заторного наводнения и ледохода бывает чревата катастрофами. Последние имели место на Лене неоднократно в Якутске, Киренске, Олёкминске и Витиме, т.е. как раз в тех местах, где образуются описанные выше крупнейшие заторные узлы. Должна быть подчеркнута роль льда в этой системе, который оказывает существенное воздействие на преобразование днища долин, их продольный профиль и перенос наносов.

Весеннее половодье и ледоход на реках со значительным распространением заторов

достигают своего максимума в период их массового развития, когда под напором волны половодья, они, один за другим или группами, начинают прорываться. Действуя подобно гидромониторам, они смывают прорвавшимся потоком все нижерасположенные более мелкие и менее устойчивые заторные плотины и производят промывание долин, перестраивая и обновляя в основном их днища. Именно в этот период наиболее активно работают все механизмы каскадной эрозионной системы (рис. 3). Заторы в таких местах достигают значительных размеров и большой протяженности (ледовые поля и др.) и имеют сложное строение (замок, голова, хвост).

Очень важное значение в развитии заторного процесса имеет скорость продвижения волны вскрытия, которая обычно определяется объемом половодья. Большинство притоков Лены имеют снеговое питание, поэтому у многих из них, имеющих северное направление, объем половодья, при прочих равных условиях, зависит прежде всего от запасов снега в их бассейнах.

Весьма важное значение, в частности, приобретает характер проявления весенних тепловых процессов, в зависимости от которых выделяются так называемые дружная и вялая весна. При дружной весне происходит интенсивное таяние снега, и большая часть воды без существенных потерь на испарение и фильтрацию, незамедлительно сбрасывается в реку, вызывая тем самым резкий и высокий подъем уровня половодья, быстрое вскрытие и продвижение паводочной волны, которая, при значительной толщине ледяного покрова, образует в местах его взламывания крупные устойчивые заторы. Если весна вялая, снеготаяние происходит медленно, прерывается утренними и вечерними похолоданиями и заморозками, вода в реку поступает постепенно и с большими потерями. Поэтому половодье не бывает высоким, хотя заторов образуется много, но преимущественно небольших, которые легко разрушаются, оставляя на берегах и пойме большое количество льда. В таком случае может статься, что сколько-нибудь значительного половодья на реке не случится даже при больших запасах снега в ее бассейне.

Интересные данные о динамике вскрытия рек и развитии заторного процесса были получены исследователями Арктического института [2-5, 20] в результате наблюдений, проведенных с самолетов в 1953 и 1954 гг. на Лене и ряде ее притоков (Киренга, Витим, Алдан, Вилюй и др.). До этого, вероятно, еще никому не приходилось наблюдать, как в действительности на столь значительном протяжении развертывалась красочная картина вскрытия такой большой реки, проходил ледоход и свершалось таинство заторообразования.

В 1953 г. на Лене первый непродолжительный затор был отмечен 8 мая в районе Марково (рис. 1). Вскоре (8 мая) появился затор выше Киренска, который продержался двое суток. После его прорыва ледоход свободно достиг Витима и далее продвинулся до Пеледуя, где волна прорвала заторную перемычку между Пеледуем и Крестовской. У Хамры ледоход вновь остановился у морфологической ловушки и здесь возник новый кратковременный затор (11/V). Следующий затор, образовавшийся ниже, у Ботамайской (12/V), продержался до 15 мая. С 13 по 16 мая волной половодья, подошедшей после прорыва Мухтуйского затора, был разрушен затор у Русскореченской. Ниже, у Синского, затор держался с 17 по 19 мая, но под напором волны половодья был прорван, и ледоход продвинулся до Намцы, где просуществовал свыше 4 сут (21-25 мая). Подъем воды и напор льда грозили нанести повреждения сооружениям и судам, расположенным в затоне. Потребовались экстренные меры по ликвидации этого затора, для чего были вызваны самолеты, которые и разбомбили его. Ниже Сангар особо крупных заторов в 1953 г. не было [2, 3, 5, 20].

Так наглядно и динамично, начиная с верхней Лены, активно действовала подвижная цепь из заторов-каскадов. Они то неожиданно возникали, то прорывались волной поло-

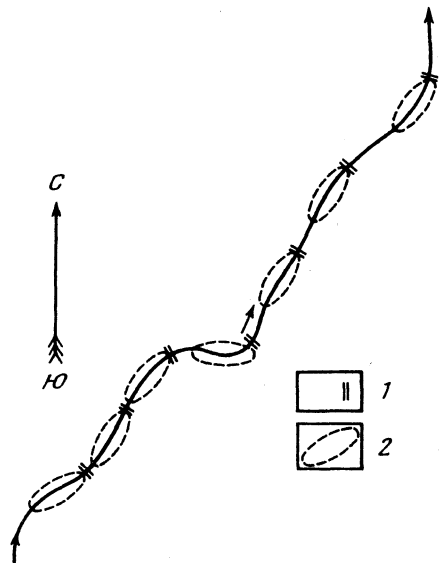


Рис. 3. Принципиальная схема развития каскадной эрозии: 1 — ледовые заторы (плотины), 2 — заторные водоемы



Рис. 4. Навалы льда вдоль уступа первой террасы Лены у п. Кюсюр (фото автора)



Рис. 5. Старая каменная мостовая (фото автора)

вода, сбрасывали воду вниз и с большой скоростью пронеслись ниже по реке, размывая и перемещая одни русловые элементы (пойму, косы, осередки, песчаные перекаты и др.) и намывая новые, порой либо совершенно меняя конфигурацию существующего русла, либо промывая новый путь.

В целом, гидрометеорологические условия 1953 г. были на Лене близки к среднемноголетним: снега выпало немного, весна была ранней, часто наблюдались возвраты похолодания, к тому же крупные притоки – Витим и Алдан вскрылись позже основной реки (Лены), т.е. воды было недостаточно. Поэтому подъем весеннего уровня воды в Лене был невелик, что способствовало массовому возникновению заторов на значительном ее протяжении [2, 3, 5, 20].

Иная ситуация имела место в 1954 г. Зима стояла теплая, снега выпало выше нормы,

толщина снежного покрова на 20% превышала среднюю, но толщина ледяного покрова на реках была ниже нормы. Ожидалось, что при дружной весне вскрытие рек, включая Лену, должно было пройти быстро, при высоком уровне половодья и ледохода и с малым количеством заторов. В действительности же весна была затяжной, и весенние процессы развивались вяло. Немало воды испарилось и было израсходовано на фильтрацию в грунт. Поэтому весенний сток был неинтенсивным. Для весеннего половодья 1954 г. были характерны исключительная маловодность, задержка сроков вскрытия и замедленное продвижение волны половодья.

Описанная выше картина, естественно, не остается на всех реках одинаковой. Из года в год обычно меняются не только количество и размеры заторов, но и их устойчивость и интенсивность. В пределах одной и той же реки заторы, как правило, ежегодно образуются на одних и тех же местах. В первую очередь это относится к отрезкам русла, где широко распространены морфологические ловушки (фиксированные заторы). При прочих равных условиях одна из главных причин этих изменений – существенные нарушения баланса тепла и влаги. Так, чем многоводнее год и выше половодье, тем интенсивнее заторообразование и крупнее заторы. В маловодные годы заторов возникает хотя и много, но среди них преобладают мелкие, которые быстро разрушаются, оставляя по берегам и на пойме ледовые навалы (рис. 4). Учитывая высокую повторяемость заторов, которая на крупных реках Сибири, по расчетным данным [9–11, 19, 20], составляет 70–100%, можно говорить о широкой геоморфологической перспективе изучения этого многофакторного явления. Так, известно, что на реках, которые текут с юга на север, весеннее половодье из-за нарушения здесь распределения тепла и влаги обычно продвигается быстрее весенних процессов (средняя дата перехода температуры через 0° и др.); оно как бы перегоняет весну. На Лене весенние процессы обгоняют волны вскрытия только на верхнем ее участке (исток – Витим), на остальном протяжении, наоборот, вскрытие опережает весну.

Геоморфологическая роль льда на Лене своего максимума достигает в узкой долине прорыва на придельтовом участке, в так называемой Ленской трубе. Ледоход проходит здесь весьма бурно, при сильном сжатии льдин и нагромождении крупных торосов. Вся эта картина, как уже отмечалось, развертывается в условиях максимального подъема воды – 25–30 м. Так что после прорыва и разрушения заторов мощный водно-ледовый поток Лены с огромной скоростью устремляется вниз по долине, размывая ее берега и днище, и выносит в дельту большое количество наносов, значительно наращивает ежегодно ее размеры. Вспомним, что днище долины в Ленской трубе на большом ее протяжении, судя по данным бурения, почти целиком очищено от наносов аллювия, и Лена течет здесь в гигантском каменном лотке [12, 13, 15].

Схожая по характеру, но может быть не столь внушительная, как в Ленской трубе, картина наблюдается и на других отрезках Лены, и на остальных реках, где образуются подобные ледяные пробки. Поверхность коренных берегов и островов, сложенных скальными породами, под воздействием водно-ледяной пульпы бывает, как правило, сильно разрушена, либо истерта, отшлифована и отполирована (Пьяный Бык, Ленская труба, о. Гит-Ары и др.). Вдоль бечевников Лены на всем ее протяжении, можно видеть сформированные также под воздействием льдов, прекрасно выраженные каменные мостовые (рис. 5), встречающиеся широко и на многих других реках Сибири. Лдины переносят на большое расстояние много терригенного материала (песка, глыб, крупных валунов и др.). Огромные валуны, принесенные на льдинах с верхних участков можно часто видеть на берегах Средней Лены и других рек [12, 13, 15, 25, 26]. Во время ледохода лдины сдвигают, выпахивают и перемещают береговые наносы, образуя крупные валы вдоль поймы и первой террасы Лены. Особо надо выделить геоморфологическую роль заторного процесса в формировании и моделировании поймы и низких террас. У многих сибирских рек пойма и низкие террасы имеют характерную искривленную поверхность, которая образуется под влиянием аритмичных условий намыва и смыва наносов, возникающих на заторных участках [15, 26].

Заторам, как показано выше, в преобразовании днища речных долин северных рек принадлежит решающая роль. Скачкообразный спонтанный режим, присущий развитию системы "вода–лед" неизбежно отражается в контрастном проявлении на этих реках сопряженных процессов эрозии и аккумуляции. Возможно, поэтому для них не столь обычны классически выраженные пояса меандр.

При прорыве крупных заторов вода стремительно вырывается из запруды с такой скоростью и силой, что это, в известной мере, напоминает по своему воздействию эффект водяной пушки. Оно не только разрушает берега и спрямляет русло, но и очищает его от

песчаных перекатов, передвигая наносы с одного места в другое, срывает (размывает) и перемещает одни береговые и русловые элементы (косы, осередки и др.) и наращивает другие (острова, пойму и др.). Короче говоря, сопряженная пара: ледовый затор – заторный бассейн – основное звено каскадной эрозии, каждое в отдельности и все вместе производят при прорыве большую геоморфологическую и геологическую работу по преобразованию речных долин.

Таким образом, реки, текущие с юга на север, во время вскрытия и прохождения весеннего половодья и ледохода представляются крайне нестабильными саморазвивающимися водно-ледниковыми системами, которые как это показано выше, активно взаимодействуют с ложем долины.

Обсуждение поставленной проблемы показывает, что на реках, которые текут с юга на север, эрозионно-аккумулятивный процесс по целому ряду признаков (параметров) существенно отличается от его проявления на остальных равнинных водотоках, имеющих иной характер водного режима. Наиболее существенные различия между ними объясняются, очевидно, заторными условиями развития северных рек, которые резко изменяют структуру и механизмы проявления эрозии. Затопы и сопряженные с ними заторные бассейны прослеживаются вдоль этих рек от верховьев к низовьям, создают на них характерную систему подпруд со значительными перепадами воды, образуя тем самым своего рода систему (цепь) водных каскадов. Каскадная система в целом совершает огромную работу по переносу наносов и формированию долинного рельефа. Итак, на реках, текущих с юга на север, выделяется только им присущая специфическая разновидность эрозии, которую предлагается называть каскадной эрозией.

Эти динамично развивающиеся реки подразделяются на резко обособленные, неравномерные участки, отличающиеся распределением процессов размыва и аккумуляции. Они формируются, если можно так сказать, не по правилам в общепринятом понимании. Природа словно поставила эксперимент, качественная сторона которого отчасти описана в настоящей статье, количественная же его оценка – дело будущего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов А.Н., Бачурин Г.В., Широков В.М. Основы географического прогноза. Минск: Высшейш. шк., 1985. 239 с.
2. Антонов В.С. Уровенный режим р. Лены в весенний и осенний периоды // Тр. АНИИ, 1956. Т. 204. Вып. 1. С. 18–61.
3. Антонов В.С. Устьевая область реки Лены (Гидрологический очерк). Л.: Гидрометеониздат, 1967. 108 с.
4. Антонов В.С., Иванов В.В., Налимов Ю.З. Типовые особенности ледового режима судоходных рек арктической зоны // Проблемы Арктики и Антарктики. Вып. 15. Л.: Транспорт, 1964. С. 50–64.
5. Антонов В.С., Федоров М.К. Метод прогноза максимальных толщ льда на реках арктической зоны. Гидрология рек советской Арктики. Тр. АНИИ. Т. 72. Вып. 2. 1955. С. 25–40.
6. Водные пути р. Лены. Иркутск: ОГИЗ, 1938. 592 с.
7. Водные пути бассейна Лены. М.: МИКИС, 1995. 600 с.
8. Воскресенский С.С. Геоморфология Сибири. М.: Изд. МГУ, 1962. 340 с.
9. Гляциологический словарь. Л.: Гидрометеониздат, 1984. 528 с.
10. Донченко Р.В. Методы расчета зазорных и заторных уровней воды на зарегулированных участках рек // Тр. ГТИ. 1986. Вып. 323. С. 3–18.
11. Донченко Р.В., Коробко А.С., Щеголева Е.В. Закономерности образования и распространения затопов льда на реках СССР // Тр. ГТИ. 1982. Вып. 287. С. 3–15.
12. Корушев С.С. Геоморфология речных долин и гидроэнергетическое строительство. М.: Наука, 1977. 176 с.
13. Корушев С.С. Формирование магистральных речных систем СССР. Лена // Морфоструктурный анализ речной сети СССР. М.: Наука, 1979. С. 52–61.
14. Чистяков Г.Е. Водные ресурсы рек Якутии. М.: Наука, 1964. 258 с.
15. Якутия. Природные условия и естественные ресурсы СССР. М.: Наука, 1965. 468 с.
16. Болотина И.М., Растворова В.Д., Сахарова Е.И. Эрозионные "котлы" на Ангаре // Природа. 1961. № 6. С. 67–76.
17. Великанов М.А. Гидрология суши. Гидрометеониздат. Л.: 1948. 307 с.
18. Тимонов В.Е. Зимний режим: влияние на него гидротехнических мероприятий, калорийный режим, донный лед, зазоры, вскрытие и замерзание и их предсказание // Тр. IV гидрол. конф. балтийских стран. Л.: 1933. С. 80–95.

19. *Фейко Д.И.* О причинах устойчивости ледяных затворов на северных реках // *Метеорология и гидрология.* 1968. № 6. С. 96–98.
20. *Федоров М.К.* Заторные и зажорные явления и их развитие на р. Лене // *Тр. АНИИ.* 1956. Т. 204. Гидрология рек Советской Арктики. Вып. 1. С. 62–90.
21. *Персиянов В.Н.* Некоторые заметки к вопросу образования донного льда и о борьбе с ледяными заторами // *Гидрологический вестн.,* 1916. № 3–4. С. 25–30.
22. *Пиотрович В.В.* Об уточнении определений некоторых осенних ледовых явлений // *Метеорология и гидрология.* 1953. № 9. С. 16–22.
23. *Владимиров Л.Л.* Новые понятия о процессах замерзания рек и об образовании зимних затворов льда в России и Америке // *Метеорологический вестн.* 1907. № 1–12. С. 36–49.
24. Якутия. Сборник статей. Л.: Изд-во АН СССР, 1927. 752 с.
25. *Коржуев С.С., Тимофеев Д.А.* Речные бечевники и роль льда в формировании их микрорельефа // *Тр. ИГ АН СССР.* 1956. Т. 68. Вып. 15. С. 69–95.
26. *Коржуев С.С.* Геоморфология долины средней Лены и прилегающих районов. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 150 с.
27. *Маккавеев Н.И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Наука, 1955. 346 с.
28. *Борсук О.А., Чалов Р.С.* О врезании русла р. Лены // *Изв. ВГО.* 1973. Т. 105. Вып. 5. С. 63–65.
29. Карта типов русел рек СССР. М.: Изд-во МГУ, 1992.
30. *Чалов Р.С., Белый Б.В., Беркович К.М. и др.* Исследование руслового режима рек ленского бассейна и разработка мероприятий по улучшению условий судоходства // *Геоморфология.* 1989. № 3. С. 37–45.

Институт географии РАН

Поступила в редакцию
09.01.96

GEOMORPHOLOGICAL EFFECT OF ICE-DAMS ON THE RIVERS RUNNING SOUTHWARD

S.S. KORZHUYEV

S u m m a r y

The conditions of ice-dams formation and subsequent floods are analysed as well as their interaction with the river bed. Different types of ice-traps (morphological, rate etc.) are characterised. Specific type of river erosion peculiar to such rivers only – cascade erosion – is described. The principle scheme of it's development is given.

УДК 551.432(479):551.24:528.94

© 1997 г. Д.А. ЛИЛИЕНБЕРГ, В.И. КАФТАН, Ю.Г. КУЗНЕЦОВ,
Л.И. СЕРЕБРЯКОВА

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВАРИАЦИЙ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ МОРФОСТРУКТУР КАВКАЗА И ЗАКАВКАЗЬЯ ДЛЯ РАЗНЫХ ЭПОХ¹

Кавказский сектор Альпийского орогенного пояса всегда привлекал внимание различных представителей наук о Земле и служил модельной областью для различных тектонических, геоморфологических и геодинамических построений. Особый интерес в последние годы он вызывает с позиций современной геодинамики. По густоте сети повторного нивелирования и частоте инструментальных измерений Кавказ превосходит такие классические области, как Альпы и Карпаты, и уступает разве только Японским островам. Благодаря широкой инструментальной базе появилась возможность создания картографических геодинамических моделей для различных по времени эпох XX в. и на их

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 97-05-64882).