

## ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ БЕРЕГОВОЙ ЭРОЗИИ НА РЕКАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Крутовский А.О., Лыготин В.А.  
Территориальный Центр Томскгеомониторинг

Боковая речная эрозия относится к числу наиболее интенсивных процессов рельефообразования. На территории Томской области более 80 % случаев подверженности населенных пунктов негативным геологическим процессам вызваны горизонтальными деформациями рек. Используя результаты предшествующих исследователей, а также материалы собственных изысканий, авторы приводят описание природных факторов, обуславливающие широкое распространение и интенсивность берегопереработки на рассматриваемой территории.

Физико-географические условия Томской области обусловили широкое распространение здесь таких экзогенных процессов (ЭГП) как оврагообразование, заболачивание, плоскостной смыл, оползни, а также речная боковая эрозия. В общем комплексе экзогенных геологических процессов доля речной боковой эрозии на рассматриваемой территории занимает второе место после болотообразования. Горизонтальные деформации речных русел сопровождаются размывом значительных площадей, а также разрушением населенных пунктов, стоящих на берегах, что говорит о важности их практического изучения.

Факторы развития ЭГП Среднего Приобья исследовались многими исследователями. Наибольший вклад в их изучение сделан сотрудниками кафедр географии и гидрологии ТГУ. Значительная исследовательская работа проделана также работниками Томской геологоразведочной экспедиции. В данной статье, опираясь на накопленные знания, а также используя иллюстративные материалы из фондов Территориального Центра Томскгеомониторинг и материалы собственных исследований, авторами сделана попытка выделить подмножество природных факторов, вносящих наиболее весомый вклад в столь широкое распространение береговой эрозии в рассматриваемом регионе.

Территория Томской области дренируется Обью и её многочисленными притоками. Наиболее крупными притоками Оби в административных границах Томской области являются реки Томь, Чулым, Кеть, Чая, Парабель, Васюган, Тым.

Интенсивным проявлениям речной эрозии на реках региона способствуют постояннодействующие, медленноизменяющиеся и быстродействующие природные факторы: геолого-морфологические особенности территории, гидрометеорологические условия, а также растительность.

Основными показателями гидрологического режима, влияющие на переформирование русла, являются объём и неравномерность стока, интенсивность и амплитуда изменений уровней воды, характер ледового режима и насыщенность потока наносами.

Модули стока рек области имеют достаточно высокие значения – от 1,5–2,0 л/с·км<sup>2</sup> на юге и юго-западе региона до 6,5–8,0 л/с·км<sup>2</sup> на северо-востоке [1]. Речной сток по территории распределяется неравномерно, что связано с изменчивостью ландшафтных

условий. Кроме того, благодаря климатическим условиям, речной сток здесь неравномерен как по сезонам года, так и в многолетнем режиме.

Для водного режима рек Томской области характерны весенне-летний половодье, сменяющееся летне-осенней меженью (нарушаемой дождями) и продолжительная зимняя межень. Несмотря на различия условий питания и формирования стока основной фазой всех рек бассейна Средней Оби является половодье, в период которого проходит до 90% годового стока, а также наблюдаются максимальные расходы и наибольшие уровни воды.

Значительные разрушения берегов происходят в период вскрытия рек и ледохода (особенно в первые дни). Берега разрушаются как в результате динамического воздействия льдин, так и под воздействием заторов льда, характерных для рек области [2]. Заторы, образующиеся на реках, текущих с юга на север (Обь, Томь, Яя и др.) часто вызывают катастрофические подьёмы уровня. Мощный затор (продолжительностью 11 сут.) наблюдался у Томска весной 1947 г., поднявшийся над меженим уровнем почти на 10–11 м [3]. На Оби у сс. Молчаново, Могочин и г. Колпашево повторяемость заторов достигает 34%, а у с. Кожевниково она превышает 40% [4].

Продолжительность весеннего ледохода достигает 15 сут. Половодья характеризуются довольно интенсивным повышением уровней. Наибольшая интенсивность подьёма уровней при высоком половодье может достигать 80 см/сут.

Многолетняя амплитуда колебаний уровня воды на большинстве рек области равна в среднем 4–6 м. Высота подьёма уровня воды на р. Тым в районе Ванжилькынака достигает 7,2 м, на Кети – 4–7,5 м в верховьях и 3–5 м – в низовьях, а на р. Чулым – до 8 м. В многоводные годы на рр. Чае, Парбиге и Парабели она достигает соответственно 12,2; 11,5; 10,0 м. Максимальный подьём уровня воды на Оби у с. Александровского наблюдался в многоводном 1941 г. и достигал 11–12,5 м, на Томи у Томска 9–9,5 м (рис. 1) [2].

Медленное таяние снега в лесах, обилие болот, задержание поймами рек до половины весеннего стока и последующая его отдача на спаде половодья и подпорные явления приводят к значительному увеличению общей продолжительности половодья на реках области. Высокий уровень рек поддерживается также

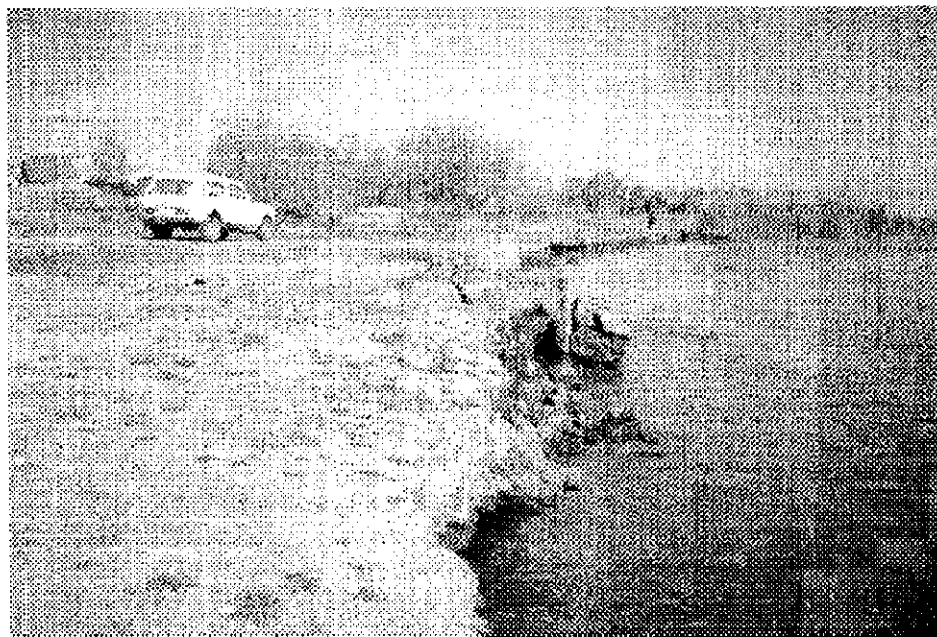


Рис. 1. Весеннее половодье на р. Томь у г. Томска

обильными дождями. Все это приводит к тому, что продолжительность стояния высоких уровней на главной реке области – Оби, является уникальной среди крупных рек России [5]. На крупных реках региона – Оби, Чулыме, Васюгане, Кети и Тьме, продолжительность половодья достигает 140 дней.

Для рек области характерны невысокие удельные расходы наносов – поэтому наиболее распространено свободное меандрирование (при этом типе руслового процесса транспорт наносов один из наименьших) (рис. 2) [6].

Таким образом, неравномерность стока и его многолетние колебания, высокая интенсивность подъема весеннего уровня, заторный характер прохождения ледохода, исключительная длительность половодья, значительные амплитуды колебаний уровней, а также большая водность рек в значительной степени обуславливают интенсивные переформирования русел рек региона.

Месторологические условия – независимые быстроизменяющиеся факторы, влияющие на режим русловых переформирований. Важнейшими элементами климата, определяющими характер того или иного



Рис. 2. Участок русла р. Чулым, развивающийся по типу свободного меандрирования

периода года и ответственными за развитие различных видов ЭПТ, являются температура и атмосферные осадки.

Благодаря положению внутри континента, особенностям циркуляции и характеру рельефа рассматриваемая территория отличается суровой продолжительной зимой с сильными ветрами, метелями, устойчивым снежным покровом и довольно жарким летом. Переходные периоды короткие, с резкими колебаниями температуры. Контрасты между зимними и летними температурами всюду велики. Они несколько нарастают к востоку-юго-востоку в связи с усилением континентальности климата [2].

Для оценки влияния метеорологических факторов на развитие русловых процессов удобно рассматривать только два крупных периода года – холодно-снежный и вегетационный. Для первого характерны отрицательные температуры, снежный покров и, как следствие, «затухание» всех рельефообразующих процессов. Однако в холодно-снежный период выпадают твердые осадки, которые при таянии оказывают большое влияние на режим эрозионных процессов. Все основные рельефообразующие процессы Среднего Приобья проявляются в вегетационный период в условиях положительных температур воздуха и почвы, а также выпадения жидких атмосферных осадков. Вегетационный период начинается во второй половине апреля, холодно-снежный – в середине октября. Продолжительность первого достигает в некоторых районах 178 дней, второго – 199 дней [7].

Территория Томской области характеризуется избыточным увлажнением. Это самая переувлажненная зона в России. Осадки здесь на 100–200 мм превышают испарение [8]. Изменчивость месячных сумм осадков из года в год на рассматриваемой территории довольно велика, особенно в тёплый период. Так, например, в г.Томске в августе 1963 г. выпало 206% месячной нормы осадков, а в августе 1964 г. – только 21% [2].

Рассматриваемой территории в течение всего года наиболее свойственны ветры западных, юго-западных, а также южных румбов [2]. Скорость ветра по сезонам года различна. Летом она наименьшая и изменяется от 2,3 до 3,5 м/с, хотя возможно усиление до 15–20 м/с. Зимой скорости ветра колеблются от 2,0 до 4,5 м/с. Весной они варьируют от 4,4 до 4,7 м/с (в марте 5–6 м/с), а осенью – от 2,4 до 6,6 м/с, но бывают дни, когда скорость ветра увеличивается до 15–16 м/с [1]. Наибольшие скорости ветра наблюдаются в Колпашево (в среднем за год 4,9 м/с) и в Томске (4,4 м/с) [2]. В долинах крупных рр. Оби, Кети, Чулыма среднегодовые скорости ветра изменяются от 1,8 до 3,9 м/с. Весной и осенью наблюдаются штормовые ветры со скоростью более 15 м/с [6]. Создаваемые ветрами волны обладают значительной эрозионной силой и существенно увеличивают величину берегопереработки.

Таким образом, избыточное увлажнение (сказывающееся на переувлажнении горных пород), значительные скорости ветра в вегетационный период, резкие

колебания температур в переходные сезоны года и т.п., благоприятствуют развитию боковой эрозии.

Одним из важнейших постояннодействующих факторов, определяющих интенсивность проявления речной эрозии, является рельеф. Влияние последнего может быть прямым и косвенным. Прямое влияние оказывают морфология долин, уклоны тальвегов; косвенное – распределение атмосферных осадков, температура, глубина залегания грунтовых вод и т.д.

Рельеф Томской области отличается исключительной равнинностью и сравнительно слабой расчлененностью. Характерно преобладание слабодренированных плоских равнин, занятых обширными труднопроходимыми болотами и бесчисленным множеством озер.

Важными показателями, влияющими на сток и условия протекания водных масс в речной сети, являются уклоны рек. На большей части своего течения реки Томской области имеют незначительные уклоны (5–10 см на км). Главная река области – Обь имеет самые низкие уклоны из всех крупных рек, впадающих в Северный Ледовитый океан. Её средний уклон по территории Томской области как правило лежит в пределах 3–4 см на км (средний уклон Енисея – 21 см/км, Лены – 28 см/км). Наибольшие в пределах Западно-Сибирской равнины уклоны Оби (от 295 до 77 см/км) отмечены в верхнем участке течения (до устья Томи). От створа Новосибирской ГЭС до устья Томи среднее падение Оби 7–8 см на км [9]. Малые уклоны способствуют интенсивному меандрированию русел рек, которое сопровождается размывом пойменных берегов, надпойменных террас и склонов долин.

Связь руслового процесса с тектоническими движениями (медленноизменяющимися факторами) можно обнаружить только в масштабах геологических эпох, и в этом случае все сводится к обнаружению зависимостей между типами речных русел и характером рельефа [3]. При пересечении рекой активно воздымающихся локальных структур русло меньше меандрирует и наблюдаются спрямлённые участки. Перед поднятиями, благодаря создаваемому структурами подпоры, характерно усиленное меандрирование и аккумуляция наносов. Они же возникают и ниже по течению от структуры из-за обилия наносов, поступающих с участка врезания. Усиленное меандрирование и фуркация русла наблюдаются также ниже линии сброса [11]. На участках активных поднятий обычно свободно меандрирующие таёжные реки в рыхлых легкоразмываемых породах могут развиваться по схеме ограниченного меандрирования. Долины в таких местах сужены, величины среднегодовых деформаций вершин излучин невелики не только на Тыме, но и на Чулыме и Кети (0,5–1,0 м/год, реже более).

Для опускающихся и стабильных участков области характерны свободное меандрирование и значительные величины горизонтальных деформаций – до 20 м/год и более. Например, в зоне прогибов (Колтогорский прогиб и Тымская впадина) Обь сильно меандрирует, размывая берега на некоторых участках от

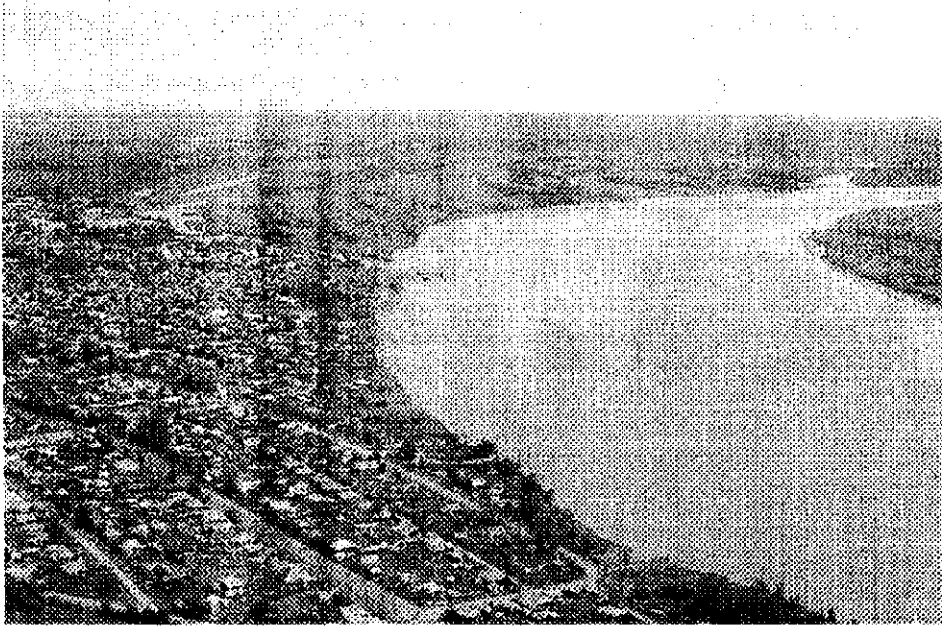


Рис. 3. Более века продолжается интенсивный размыв берега у г. Колпашево

8 до 10 м в год (г. Колпашево, с. Александровское) (рис. 3) [11].

Литологический состав пород, развитых на территории Томской области, как правило, благоприятен для развития эрозионных процессов. Современные долины крупных рек региона в большинстве случаев наследуют гигантские долины прарек. Реки региона мандрируют в рыхлых легкоразмываемых аллювиальных отложениях, многократно переотлагая их. Пески, супеси и суглинки, слагающие долины, практически

не препятствуют ни боковой, ни глубинной эрозии в реках, так как скорости потока даже в межень значительно выше, чем допустимые неразмывающие скорости отложений (рис. 4).

Так, ДНС песков и супесей равны 0,30–0,55 м/с, лессовидных суглинков, супесей – 0,65–0,75 м/с, и у суглинков безвалунных, глин и плотных глин колеблются от 0,55 до 1,5 м/с [8]. Скорость же течения, например, Оби, изменяется от 1,17 до 1,6 м/с в половодье и от 0,45 до 0,56 м/с в межень [10].

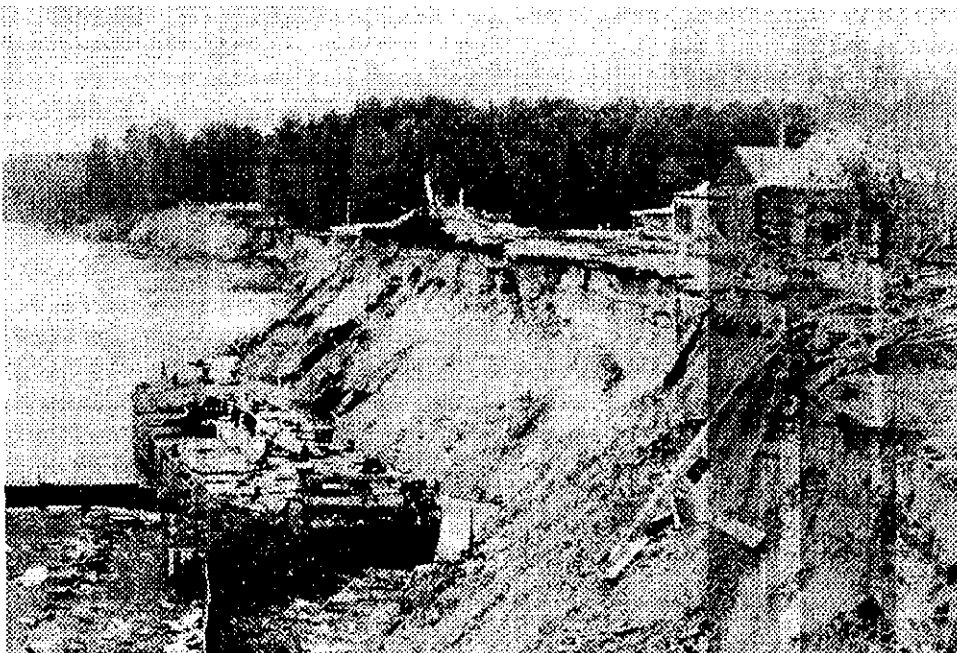


Рис. 4. Берега Оби сложены легкоразмываемыми грунтами

Как было показано выше, рельеф Томской области отличается исключительной равнинностью, обуславливая то, что на большей части своего течения реки региона имеют незначительные уклоны. Реки региона в большинстве своём прокладывают русло в рыхлых, сравнительно однородных легкоразмываемых аллювиальных и аллювиально-озёрных отложениях, слагающих все геоморфологические элементы плато и террас. Развитие базального горизонта в долине Оби замедляет врезание её русла и способствует его блужданию по дну долины. Наблюдается достаточно тесная связь типов руслового процесса рек с тектоническими структурами. Новейшие тектонические движения существенно не влияют на процессы руслоформирования и позволяют пренебрегать ими при локальном изучении конкретных макроформ русла во временных рамках нескольких десятилетий.

Существенную роль на ход русловых и пойменных процессов рек Среднего Приобья играет растительность. На ряде участков рек образование излучин сложной формы объясняется формированием заломов. Заломы сказываются не только на перестройке гидросети, расширении долин и переформировании берегов русел, но и существенно изменяют гидрологический режим рек: колебание уровней, структуру потока, направление и величину скоростей в поперечном сечении и т.д. Заломы огибаются рекой, которая сужает сечение, повышает скорость, интенсивно подмывает берег и углубляет русло [8].

Наблюдения А.А. Земцова показали, что залесённые берега высотой более 1–2 м не препятствуют боковой эрозии рек. Деревья в таких местах падают вниз по склону вместе с корневой системой и дерниной к урезу воды (рис. 5) [11].

Наблюдения Н.М. Карасева и А.О. Крутовского на р. Чулым летом 2000 г. позволили сделать следующие предварительные выводы о влиянии растительности на интенсивность берегопереработки. При залесённых берегах с обрывистой частью склона высотой 1,5–2 м над уровнем воды соответствующему руслоформирующему расходу, лес действительно не препятствует боковой эрозии, а при определенных условиях может даже интенсифицировать процесс.

При высоте подмываемых берегов более 2 м, лес также практически не оказывает влияния на общий процесс продвижения кромки берега, но в местах, где с деревьями выворотились комли земли, могут начать развиваться промоины и овраги (рис. 6).

При высоте обрывистой части берега, сравнимой с мощностью корневой системы растений, размыв, как правило, незначительный.

Например, при исследованиях в районе с. Зырянское, было обращено внимание на состояние протоки Старый Чулым. Эта протока спрямляет каскад излучин Чулыма. На её длину около 1,5 км перепад уровней составляет 2 м. Это огромный уклон для такой равнинной реки, как Чулым (в нижнем течении), средний уклон которой составляет первые сантиметры на километр. Тем не менее протока не разрабатывается. Причина этого в высокой степени зарастания берегов протоки тальником вровень с уровнем воды.

Как было показано выше, на территории Томской области природными условиями созданы предпосылки для повсеместного распространения речной эрозии. Динамика, масштабы и условия проявления этого вида рельефообразующих процессов имеют важное научное и практическое значение и нуждаются в дальнейшем изучении.

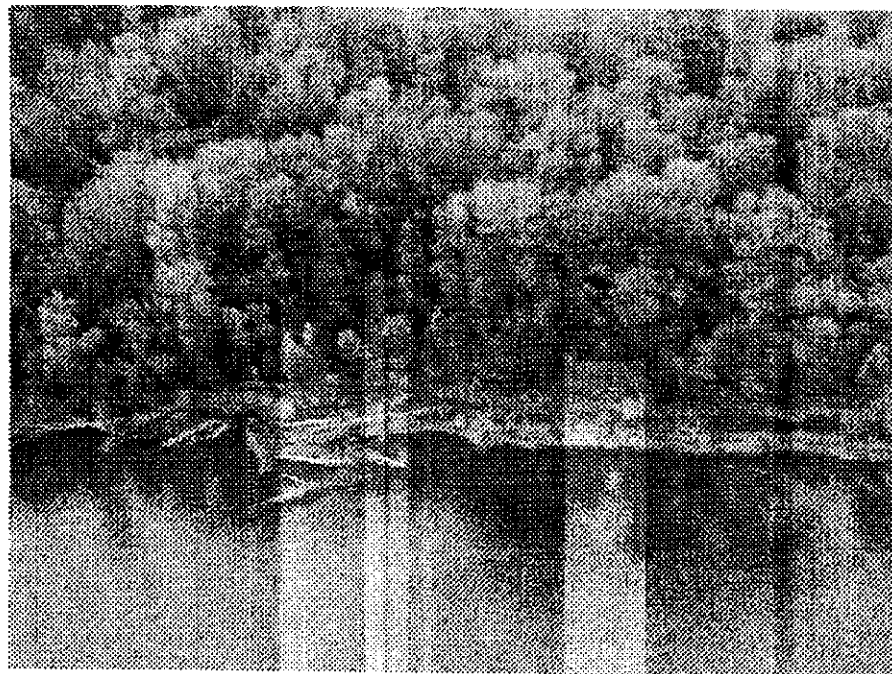


Рис. 5. Невысокие заросшие берега не препятствуют боковому размыву

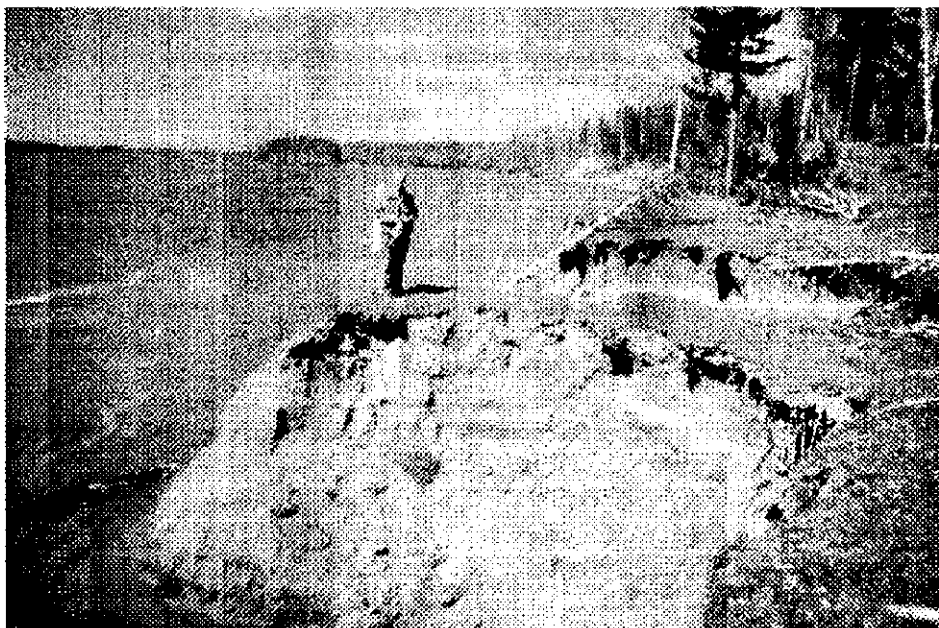


Рис. 6. Вывороченные комли становятся причиной образования оврагов

### Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. (Средняя Обь). Л.: Гидрометеиздат, 1972. Т. 15. Вып. 2. 240 с.
2. Иоганзен Б.Г. Природа Томской области. Томск.: Томское книжное изд-во, 1963. 175 с.
3. Земцов А.А., Бураков Д.А. Перемещения русла р. Оби и их прогноз // Природа и экономика севера Томской области. 1977. С. 8–25
4. Бураков Д.А., Земцов А.А. Коварная красавица Обь // Обл. газета Красное Знамя. 1968. 12 июня.
5. Малик Л.К. Гидрологические проблемы преобразования природы Западной Сибири. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 180 с.
6. Природа и экономика Александровского нефтеносного района (Томская область) / Отв. ред. А.А. Земцов. Томск.: Изд-во ТГУ, 1968. 476 с.
7. Ястремская З.И. Особенности развития эрозионных процессов в Томской области // Вопросы географии Сибири. 1980. Вып. 13. С. 50–53.
8. Евсеева Н.С., Земцов А.А. Рельефообразование в лесоболотной зоне Западно-Сибирской равнины. Томск.: Изд-во ТГУ, 1990. 240 с.
9. Эрозия почв и русловые процессы / Отв. ред. Н.И. Маккавеев. М.: Изд-во МГУ, 1972. Вып. 2. 210 с.
10. Земцов А.А. Деформации берегов в среднем течении Оби за 20 лет (1965–1985 гг.) // География и природные ресурсы. 1990. № 4. С. 46–49.
11. Земцов А.А. Геоморфология Западно-Сибирской равнины (северная и центральная части). Томск.: Изд-во ТГУ, 1976. 344 с.