

УДК 551.435.132 (571.53)

**С. А. МАКАРОВ, М. Ю. ОПЕКУНОВА**

Институт географии СО РАН, г. Иркутск

**ОСОБЕННОСТИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ  
В ДОЛИНЕ РЕКИ ТУТУРА (ЛЕНО-АНГАРСКОЕ ПЛАТО) В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ**

*Рассматриваются особенности строения террас долины реки Тутура, и выявляются основные черты осадконакопления. Анализ разрезов пойм и террас, в том числе возникших в позднем голоцене, позволил выделить стадии формирования пойменно-террасовых уровней в долине реки и рассчитать среднюю скорость осадконакопления на пойменных террасах.*

Ключевые слова: *аллювиальные отложения, речная долина, пойма, терраса.*

*We examine the characteristic properties of the structure of terraces along the valley of the Tutura river and establish the main features of sedimentation. By analyzing the sections of floodplains and terraces, including those which originated during the Late Holocene, it was possible to identify formation stages of floodplain-terrace levels along the river valley and calculate the mean sedimentation rate on floodplain terraces.*

*Keywords: alluvial deposits, river valley, floodplain, terrace.*

© 2010 Макаров С. А. (makarov@irigs.irk.ru), Опекунова М. Ю. (opekunova@irigs.irk.ru)

Выявление специфических черт развития речной сети на локальном уровне способствует более полному восстановлению истории рельефа в региональном плане. Разработанные ранее общие региональные схемы развития речных долин юга Восточной Сибири нуждаются в дальнейшей детализации и выявлении частных особенностей развития отдельных долин.

В данной работе проведен анализ разрезов речных террас р. Тутуры (правого притока Лены), позволивший более достоверно оценить климатические условия периодов их формирования и определить палеогеоморфологический режим реки.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Геоморфологическое изучение р. Лены началось в 1930-х г. М. П. Бархатовой [1], Н. В. Думитрашко [2, 3] и В. П. Масловым [4]. Особое внимание исследователей уделялось долине Тутуры — основного притока Лены в верхнем ее течении (южная часть Лено-Ангарского плато). Длина реки составляет 222 км, площадь водосбора — 7100 км<sup>2</sup>. В районе пос. Чикан с правой стороны в Тутуру впадает р. Чикан длиной 142 км, площадь водосбора 1980 км<sup>2</sup> (рис. 1). Исследуя геологическую историю развития долин рек Чикан и Тутура, авторы пришли к единому мнению, что долина Чикана, представляющая собой непосредственное продолжение низовьев долины Тутуры, была когда-то главной, и по ней шел максимальный сток.

Морфология долины р. Тутура в нижнем течении между селами Чикан и Тутура следующая: долина реки имеет асимметричное строение (крутой правый берег и пологий хорошо террасированный левый), которое объясняется наличием выходов известняков среднего кембрия, отсутствующих по левому борту [2, 3]. В долинах рек Тутура и Чикан встречаются те же уровни террас, что и в долине Лены. Установлены следующие уровни: пойма — 0,5 м; I — 2–3; II — 4–6; III — 8–12–15; IV — 20–25; V — 40–60; VI — 70–80; VII — 90–100–130; VIII — 150; IX — 175–200; X — 250 и XI — 275–300 м [1].

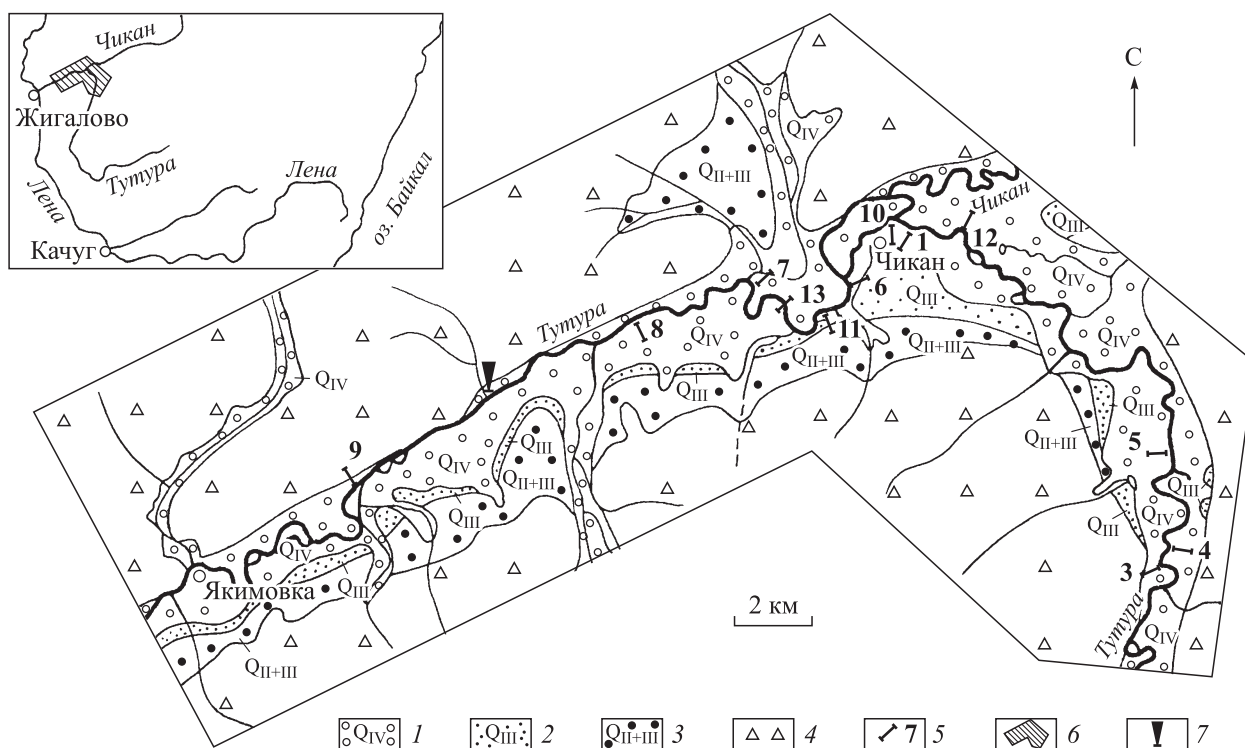


Рис. 1. Распространение четвертичных аллювиальных отложений в долине р. Тутуры [5] с указанием местоположения изученных разрезов речных террас.

1 — современные аллювиальные отложения: илы, глины, галечники (русла и пойменные террасы); 2 — верхне-четвертичные аллювиальные отложения: суглинки, супеси, пески, галечники (надпойменные террасы до 25 м); 3 — средне- и верхнечетвертичные аллювиальные отложения объединенные: супеси, пески, галечники; 4 — скальные отложения; 5 — разрезы и их номера; 6 — район исследований; 7 — гидрологический пост у с. Грехово.

По нашим данным, в долине Тутуры высота низкой поймы изменяется от 0,5 до 1,5 м, средней — от 1,5 до 2,8, а высокой — от 3,0 до 4,0, первой надпойменной террасы — от 6,5 до 7,0, а второй — от 11,0 до 15,0 м, что не совпадает с данными, полученными предыдущими исследователями [1–3]. По результатам геологической съемки [5], время образования пойменных уровней относится к позднему голоцену ( $Q_{IV}$ ). Площадь низкой, средней и высокой пойм составляет 101 км<sup>2</sup> (65 % от общей площади террас). Первая надпойменная терраса сформировалась в позднем плейстоцене ( $Q_{III}$ ) и занимает 16 км<sup>2</sup> (10 %), а вторая — средне-позднеплейстоценового возраста ( $Q_{II+III}$ ) — 38 км<sup>2</sup> (25 %).

Низкие террасы, вплоть до V уровня, встречаются весьма часто и прослеживаются по обоим бортам долины до верховьев. У сел Тутура, Якимовка, Грехово наблюдаются узкие фрагменты террас I, II и III уровней. Терраса IV уровня хорошо выражена в пределах сел Грехово и Чикан, а III — в Чикане и Тутуре. Уступы террасы V и VI уровней часто неясно выражены, VII и VIII встречаются фрагментарно, а с IX по XI выражены в виде эрозионных уровней в верхней части правого борта долины. Причем терраса р. Чикан высотой 275 м наблюдалась только в нижней части долины. Характерная особенность изученной части долины Тутуры — слабое развитие низкой поймы и участками осложненный эрозионными ступенями продольный профиль.

Уступы поймы и террас подвержены интенсивной боковой эрозии, нередко наблюдаются сплывы верхних горизонтов грунта в русло реки, отступление берегов. В результате их подмыва и обрушения на реке образуются многочисленные завалы из стволов деревьев. При подмыве коренных бортов, перекрытых маломощным покровом делювиальных отложений, развиваются эрозионные формы (ложбины, промоины) и оползневые процессы. В среднем течении на левом борту долины р. Тутуры зафиксирован оползень объемом около 60 м<sup>3</sup>. Непосредственно в коренных породах не редки образования осыпей и обвалов, особенно часто наблюдаемых вдоль Жигаловского вала, в правобережной приустьевой части р. Тутуры.

Методика исследования включала: уточнение высот морфологических уровней долины, детальные описания разрезов аллювиальных отложений, отбор проб органогенного материала для радиоуглеродного датирования и образцов грунта с целью определения физико-механических свойств<sup>1</sup>.

### ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕКИ

По данным гидрологического поста в с. Грехово (наблюдения ведутся с 1935 г.), весеннее половодье начинается в конце апреля—начале мая, заканчивается во второй половине июня и имеет продолжительность 30–60 дней. При вскрытии реки образуются ледовые заторы, что вызывает резкое поднятие уровня воды с интенсивностью подъема до 1–1,5 м/сут. Спад в 1,5–2 раза менее активен, чем подъем. Средний годовой расход воды составляет 34,9 м<sup>3</sup>/с, наименьший — 7,5 м<sup>3</sup>/с. Максимальный расход половодья был отмечен 5 июня 1942 г. и составил 874 м<sup>3</sup>/с, тогда же был достигнут наивысший зафиксированный уровень воды — 451 см [6, 7].

Летний сезон характеризуется паводочным режимом с непродолжительными меженными периодами. Летние паводки на территории водосбора р. Тутуры формируются в результате длительных дождей. Максимальный расход летнего паводка был зафиксирован 1 июля 1948 г. и составил 821 м<sup>3</sup>/с.

Наибольшая мутность воды, равная 350 г/м<sup>3</sup>, отмечена во время весеннего половодья 25 апреля 1967 г. Средняя мутность воды составляла 160 г/м<sup>3</sup> [7]. Во время весеннего половодья во взвешенных наносах содержится до 47 % пылеватых частиц и немного меньше тонких и мелких песчаных. В летне-осенние паводки наблюдается увеличение содержания во взвешенных наносах средних песчаных частиц.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разрез отложений дна долины р. Тутуры имеет следующее строение: на коре выветривания кембрийских песчаников залегает маломощная толща галечниковых отложений мощностью от 1,8 до 4 м, выше находятся суглинки, слагающие пойменные террасы (рис. 2). Перед тем, как началось формирование пойменных террас, кровля галечниковой толщи была практически субгоризонтальной, что свидетельствует о приостановлении донной эрозии.

Средняя пойма прослеживается в верхней и средней частях долины Тутуры, преимущественно на левобережье. Наиболее типичен разрез 3 (см. рис. 3). На галечниковой толще руслового аллювия залегают преимущественно слои песка от мелко- до среднезернистого (мощность около метра). В этом

<sup>1</sup> Определение гранулометрического состава выполнено в Институте земной коры СО РАН.

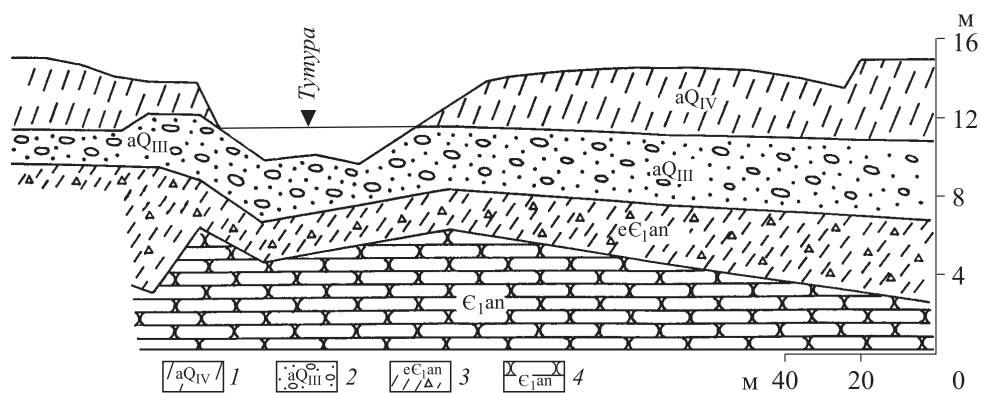


Рис. 2. Геологическое строение дна долины р. Тутура (местоположение разр. 13 см. на рис. 1). Составлено по материалам изысканий ЗАО Востсибтранспроект.

Аллювий: 1 — суглинок (современные отложения), 2 — галечниковые отложения с песком (верхнечетвертичные отложения); элювий: 3 — древесные отложения с суглинком полутвердым (кембрийские породы ангарской свиты); скальные отложения: 4 — песчаник (кембрийские породы ангарской свиты).

месте горизонт высоких вод (ГВВ) над поверхностью средней поймы составляет 3 м. На подмытых песчаных уступах поймы и на ее поверхности водными потоками набросан маломощный слой гравийно-галечниковых отложений с песчаным заполнителем. Перед впадением в Тутуру Чикана высота средней поймы увеличивается до 2,8 м (см. рис. 3, разр. 12). На галечнике залегают слои супеси, а сверху — прослой мелкозернистого песка, разделенные гумусовыми горизонтами.

Ниже слияния рек чаще отслеживается уровень высокой поймы. Ее ширина изменяется от десятков метров на правом берегу и до 3 км на левом. Высокую пойму слагают песчано-супесчаные слоистые отложения, залегающие на галечнике, нередко с погребенными гумусовыми горизонтами (см. рис. 3, разр. 9), которые свидетельствуют о прерывистости накопления пойменного аллювия. Кроме того, для осадков пойм в нижних и средних частях разрезов характерен постепенный переход между слоями.

В разр. 12 с глубины 198 см для радиоуглеродного анализа был отобран образец торфа (10-й слой), возраст которого составил  $2310 \pm 80$  лет (ЛУ-5381). В этот период средняя скорость осадконакопления данной толщи составляла примерно 1 мм/год. Высокая пойма подвергается затоплению в среднем один раз в три года. Следовательно, средняя скорость осадконакопления за один паводок — около 3 мм. Затопление средней поймы происходит гораздо чаще, поэтому ее высоты увеличиваются быстрее за счет большей частоты выпадения аккумулируемого материала. Следует отметить, что увеличение высоты пойменных уровней происходит как за счет осадконакопления, так и из-за продолжающейся донной эрозии. За время формирования пойм русло врезалось в галечниковые отложения на глубину от 1,5 до 2,5 м.

Можно предположить, если современный гидрологический режим реки сохранится, то не менее чем через тысячу лет высота средней поймы увеличится настолько, что она перестанет затапливаться во время половодий, так же, как и высокая. Это, вероятно, касается нижней части долины Тутура (ниже устья р. Чикан). Во время полевых исследований зафиксировано, что в средней и верхней частях долины ГВВ достигает 5 м от меженного уровня, тогда как в нижней он не превышал 4 м. Само же село Чикан, расположенное на высокой пойме и первой надпойменной террасе в месте слияния рек, за годы своего существования не затапливалось, так как река во время половодий разливалась выше в расширенных частях обеих долин.

Используя среднюю скорость осадконакопления, полученную при анализе разр. 12, можно предположить, что первый гумусовый горизонт начал формироваться 220 л. н., второй — 290–250, третий — 320–315, четвертый 480–400, пятый — 810–690 л. н. Время формирования гумусовых горизонтов относится к периодам прекращения накопления аллювиальных отложений, что, вероятно, соответствовало некоторому потеплению климата.

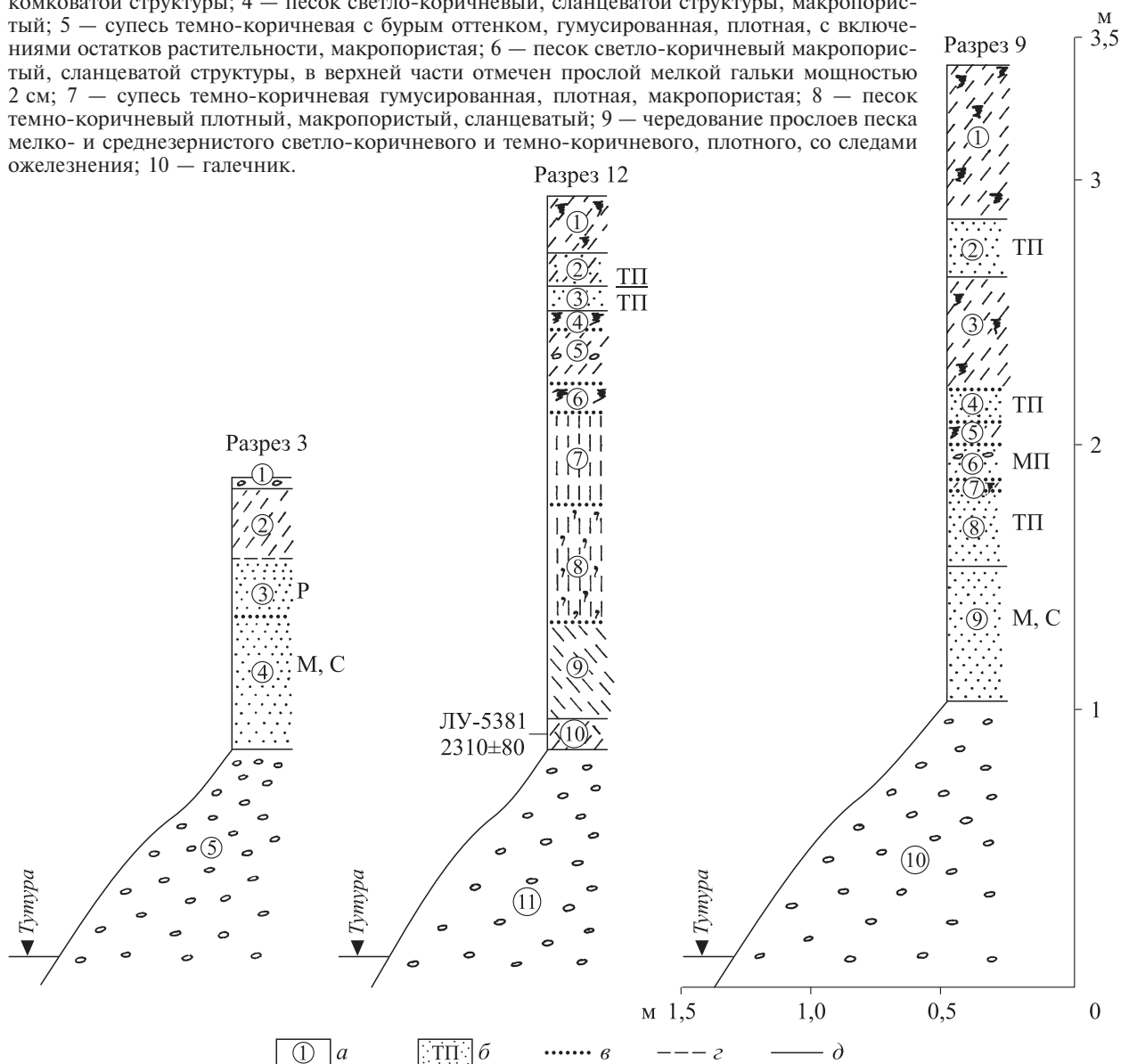
В районе с. Чикан на левом берегу Тутура (выше устья р. Чикан) в отложения первой надпойменной террасы вложена поверхность высокой поймы, пониженная в сторону ее тылового шва (рис. 4). Отличительной чертой строения первой надпойменной террасы, сложенной преимущественно мелкозернистым пылеватым песком (см. рис. 4, слои 9 и 10), является залегание в ее нижней части на контакте с галечником многочисленных прослоев песка и суглинка. Аналогичная терраса находится на правом берегу Тутура у устья Черемшанки напротив с. Якимовка.

Рис. 3. Разрезы отложений средней и высокой поймы (местоположение разрезов см. на рис. 1).

*a* — номер слоя; *б* — песок (ТП — тонкозернистый пылеватый, МП — мелкозернистый пылеватый, М — мелкозернистый, Р — разнотонный, С — среднетонный); определенность литологической границы: *в* — постепенная, *г* — ясная, *д* — четкая.

Разрез 3. Средняя пойма. Слои: 1 — галька размером до 6 см; 2 — супесь коричневая с вкраплениями древесного угля; 3 — песок коричневый с вкраплениями древесного угля; 4 — песок серо-коричневый; 5 — галечник. Разрез 12. Высокая пойма. Слои: 1 — почвенно-растительный темно-серый гумусированный, супесчаный, плотный; 2 — чередование прослоев (сверху вниз) песка светло-коричневого плотного, супеси темно-серой гумусированной, плотной, песка светло-коричневого плотного, супеси темно-серой гумусированной, плотной, гумусового горизонта темно-серого плотного, мощность прослоев от 0,5 до 4 см; 3 — песок светло-коричневый плотный, пористый; 4 — гумусовый горизонт темно-серый плотный с карбонатными подтеками и включениями корней; 5 — супесь светло-коричневая плотная с карбонатными подтеками, в середине слоя разрушенный галечник, сцементированный, мощностью 3 см; 6 — гумусовый горизонт светло-коричневый неоднородного цвета, плотный с карбонатными подтеками и включениями древесного угля; 7 — супесь тяжелая светло-коричневая неоднородного цвета с белесыми карбонатными подтеками, с ярко выраженной макропористостью и сланцеватостью, с включениями корней, остатков древесины и угольков, сцементированная; 8 — супесь тяжелая пылеватая коричневая, неоднородного цвета, макропористая, сланцеватая, с горизонтальной слоистостью, с включениями корней, остатков древесины и угольков; 9 — супесь легкая темно-коричневая с буро-охристым оттенком и черными прослоями, ожеженная, макропористая, сланцеватая, с ярко выраженной горизонтальной слоистостью, плотная; 10 — торфяник черный плотный, влажный, пластичный; 11 — галечник, преимущественно уплощенный, плитчатой формы.

Разрез 9. Высокая пойма. Слои: 1 — почвенно-растительный серовато-коричневый, супесчаный, гумусированный, плотный, макропористый; 2 — песок светло-коричневый плотный, макропористый; 3 — супесь темно-серая с черным оттенком, гумусированная, плотная, макропористая, с включениями остатков растительности, комковатой структуры; 4 — песок светло-коричневый, сланцеватой структуры, макропористый; 5 — супесь темно-коричневая с бурым оттенком, гумусированная, плотная, с включениями остатков растительности, макропористая; 6 — песок светло-коричневый макропористый, сланцеватой структуры, в верхней части отмечен прослой мелкой гальки мощностью 2 см; 7 — супесь темно-коричневая гумусированная, плотная, макропористая; 8 — песок темно-коричневый плотный, макропористый, сланцеватый; 9 — чередование прослоев песка мелко- и среднетонного светло-коричневого и темно-коричневого, плотного, со следами ожежения; 10 — галечник.



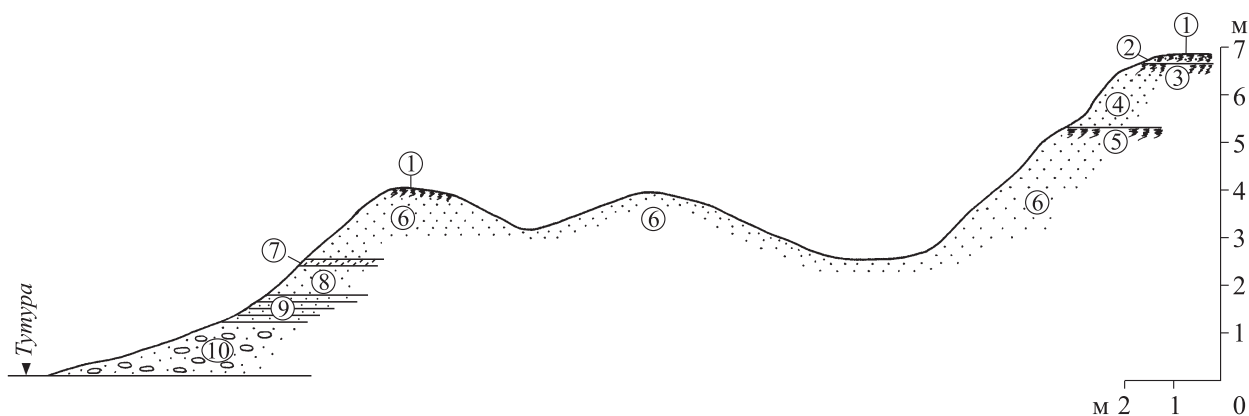


Рис. 4. Поперечный профиль левого берега р. Тутуры (местоположение разр. 1 см. на рис. 1).

Слои: 1 — современный гумусовый горизонт темно-серый, уплотненный; 2 — песок темно-бурый плотный; 3 — гумусовый горизонт темно-серый уплотненный; 4 — песок светло-бурый сланцеватый, макропористый, плотный; 5 — гумусовый горизонт темно-серый уплотненный; 6 — песок светло-бурый макропористый, сланцеватый, плотный, с горизонтальной слоистостью; 7 — суглинок темно-бурый болотистый, плотный; 8 — песок светло-бурый плотный, с горизонтальной слоистостью; 9 — песок темно-коричневый, буроватый, плотный с горизонтальной слоистостью, сланцеватый, пористый, пылеватый, с прослоями суглинка темно-коричневого болотистого, плотного, пластичного, мощность прослоев от 4 до 7 см; 10 — галечник с песчаным заполнителем, галька преимущественно уплощенной формы, хорошо окатана, песок темно-коричневый.

На левом берегу Тутуры, юго-западнее с. Чикан, фрагментарно встречается вторая надпойменная терраса (см. рис. 1, разр. 6), строение которой следующее (сверху вниз).

Состав	Мощность, см
Супесь тяжелая, в сухом состоянии светло-коричневая с бурым оттенком, плотная, макропористая, с карбонатными подтеками	60
Гравийно-галечниковые отложения с песчаным заполнителем (содержание песка 10 %). Галька и гравий хорошо окатаны, преимущественно уплощенной формы, на крупных гальках наблюдается карбонатная корка. Песок светло-коричневый с бурым оттенком, плотный	100
Валуны мелкие, плохо окатанные с галечно-гравийно-песчаным заполнителем (содержание 40–50 %). Галька и гравий хорошо окатаны. Песок желто-охристый плотный	40
Галечниковые отложения с песчаным заполнителем (содержание песка до 30 %). Галька хорошо окатана, преимущественно уплощенной формы. Песок в сухом состоянии желтый с охристым оттенком, в мокром — темно-коричневый с бурым оттенком. В разрезе встречаются линзы песка коричневого плотного	>700

При пересечении структурных препятствий этот же морфологический уровень представлен цокольной террасой. Например, на 6-метровом (от уреза воды) цоколе из кембрийских песчаников залегают галечно-гравийно-песчаные отложения мощностью 6,1 м (местоположение см. на рис. 1, разр. 11).

Состав	Мощность, см
Почвенно-растительный слой, темно-бурый уплотненный	10
Песок светло-коричневый уплотненный, с единичными включениями хорошо окатанной мелкой гальки	30
Песок светло-коричневый уплотненный, с карбонатными подтеками, с включениями мелкой гальки (содержание до 5 %)	70
Гравийно-галечниковые отложения с тяжелой супесью в заполнителе. Галька хорошо окатана, преимущественно плитчатой формы мелких и крупных размеров. Заполнитель — супесь тяжелая темно-коричневая, охристая (содержание не более 15 %)	20
Галечно-гравийные отложения с песчаным заполнителем. Галька и гравий хорошо окатаны, преимущественно плитчатых форм, размеров от мелкого до очень крупного, гравий преимущественно крупный. Заполнитель — песок светло-коричневый плотный (содержание не более 20 %)	480
Кембрийские отложения, представленные песчаниками верхоленской свиты	640

По данным гранулометрического анализа (со стандартной полудисперсной подготовкой образца) разрезы средней и высокой поймы сложены преимущественно супесями, от легкой до тяжелой. Отмечается тенденция увеличения содержания глинистой фракции снизу вверх (см. рис. 1, разр. 7) от 3,3 до 7,1 %, а в разр. 12 — от 4,6 до 8,0 % (см. рис. 3). Если сравнить пойменные отложения и взвешен-

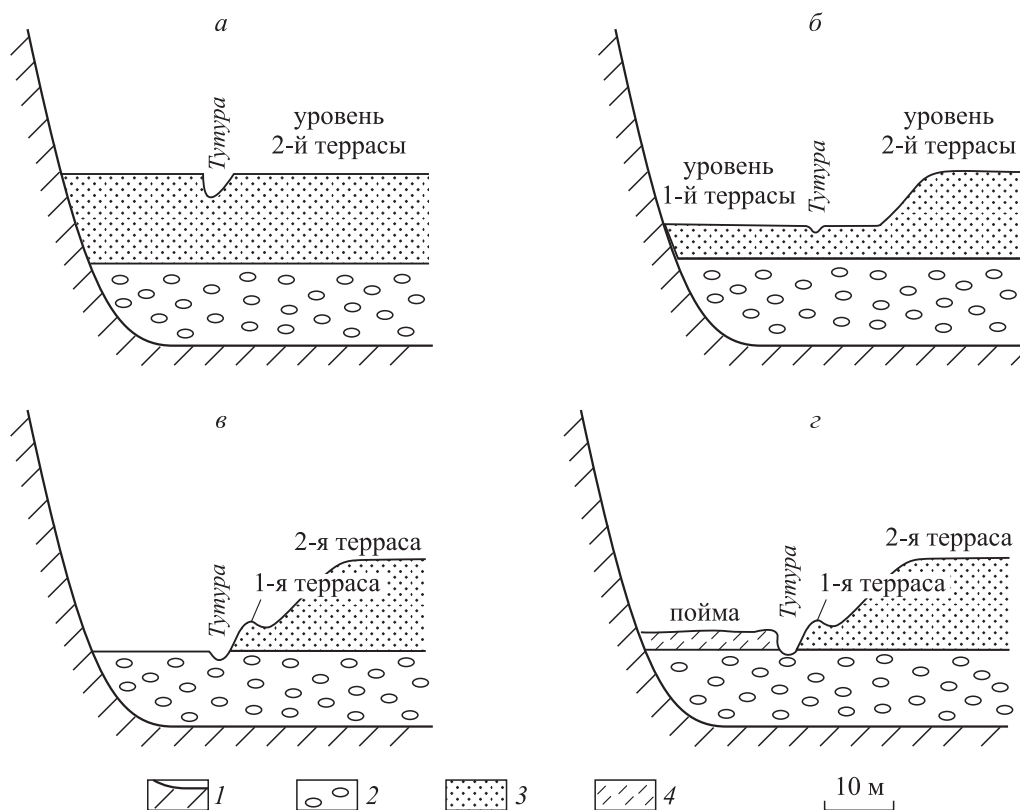


Рис. 5. Стадии формирования террасовых уровней р. Тутуры.

1 — коренные породы; 2 — галечно-гравийные отложения с песчаным заполнителем; 3 — песчаные отложения первой и второй террас; 4 — супесчаные отложения поймы.

ные наносы (по данным гидронаблюдений), то обнаруживается сходство их гранулометрического состава. Следовательно, гидрологический режим Тутуры, при котором происходило формирование пойменных отложений, близких по составу современным взвешенным наносам, в последние 2000 лет кардинально не менялся. Исходя из этого предположения, становится возможным реконструировать историю развития поймы и первой террасы.

Первоначально (до времени формирования первой террасы) долина (ширина до 3 км) была заполнена мелкозернистым пылеватым песком мощностью не менее 7 м (рис. 5, а). При следующем эрозионном цикле река размывла не менее половины этих отложений и сформировала поверхность первой террасы высотой от 4 м (см. рис. 5, б). В конце позднего плейстоцена—середине голоцена размыв песков и русловых валунно-галечниковых отложений продолжился. В это время формировалась галечниковая часть пойменных уровней. Позднее, в субатлантический период (около 2300 л. н.) фаза аккумуляции сопровождалась процессом заболачивания (см. рис. 5, в), который коррелирует с началом формирования аккумулятивной части средней поймы (см. рис. 5, г).

## ВЫВОДЫ

Полевые исследования в долине р. Тутуры дали возможность уточнить высоты пойм и низких террас. Образование этих морфологических уровней согласуется с региональной схемой развития речных долин юга Восточной Сибири. Также в процессе работы нами сделаны выводы о времени и характере формирования первой террасы и пойм в долине Тутуры. За период формирования первой террасы, начавшейся около 2300 л. н., средняя скорость осадконакопления пойм и террас составляла примерно 1 мм в год, а при частоте затопления высокой поймы — один раз в три года (3 мм).

Затопление средней поймы происходит гораздо чаще, поэтому ее высоты возрастают быстрее за счет большей частоты выпадения аккумулируемого материала. Увеличение высоты пойменных уровней происходит как из-за осадконакопления, так и благодаря продолжающейся донной эрозии. Условия осадконакопления этого периода характеризуются прерывистостью накопления аллювиальных отложений и образованием гумусовых горизонтов, что связано с нестабильностью гидрологического режима Тутуры, вызванной периодическими колебаниями климата.

Проведенные исследования позволили реконструировать историю развития поймы и первой террасы. Использованные методические подходы при изучении террас р. Тутуры вполне применимы для восстановления палеогеоморфологической истории развития флювиальных процессов при исследовании средних водосборных бассейнов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бархатова М. П.** Геоморфологический очерк Лено-Байкальского водораздела по маршруту рек Лена–Тутура–Чикан–Ханда–Киренга–Нижняя и Средняя Ирели–Рель–оз. Байкал // Труды Ин-та физической географии АН СССР. — М., Л., 1936. — Т. 23. — С. 63–97.
2. **Думитрашко Н. В.** Геоморфологический очерк бассейнов верхнего течения рек Лены и Киренги // Труды Ин-та физической географии АН СССР. — М., Л., 1936. — Т. 23. — С. 5–56.
3. **Думитрашко Н. В.** Геоморфологический очерк долины верхней Лены: Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР // Труды Ин-та географии АН СССР. — М.: Изд-во АН СССР, 1955. — Т. 65. — С. 196–222.
4. **Маслов В. П.** Геология верховьев рек Лены и Киренги // Труды Ин-та геол. наук. Сер. геол. — 1947. — Вып. 85. — 66 с.
5. **Андреев Р. Ю., Носанов Ю. Н., Дилис В. П.** Геологическая карта СССР. М 1:200 000. Сер. Ангаро-Ленская. N-48-X. Объяснительная записка. — М.: Госгеолтехиздат, 1973. — 87 с.
6. **Ресурсы** поверхностных вод СССР. Т. 17: Лено-Индигирский район. — Л.: Гидрометеиздат, 1967. — 447 с.
7. **Государственный** водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1, вып. 15: Бассейн Лены (верхнее течение). — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 264 с.

*Поступила в редакцию 27 августа 2009 г.*