

УДК 551.79

Н.М. РИНДЗЮНСКАЯ, М.В. РЕВЕРДАТТО, М.М. ПАХОМОВ, М.С. КОМАРОВА

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ГОРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ РИФТОВЫХ ВПАДИН БУРЯТИИ

Четвертичные отложения в пределах горного обрамления Северо-Байкальской, Верхнеангарской и Муйской впадин распространены широко, отличаются большим генетическим разнообразием и чрезвычайно неравномерным распределением мощностей. Наряду с аллювиальными, озерными, пролювиальными и склоновыми отложениями здесь широко развиты ледниковые, озерно-ледниковые, водно-ледниковые и солифлюкционные эсадки.

Изучение более двухсот разрезов четвертичных отложений долин рек, пересекающих Северо-Муйский, Южно-Муйский, Баргузинский, Кичерский хребты и Северо-Байкальское нагорье, позволило впервые расчленить эти отложения на горизонты и подгоризонты и найти им аналоги в стратиграфической схеме Восточной Сибири. В основу стратиграфического расчленения были положены данные детальных исследований литолого-фациальных, минералогических, текстурных, палинологических особенностей отложений, учитывалось также положение их в современном и древнем рельефе.

Отложения нижнего плейстоцена представлены аллювиальными галечниками, залегающими, в зависимости от положения в той или иной морфоструктуре, на высоких террасах или в погребенных долинах на глубине 20 м и более (см. рисунок 1). В современном рельефе они имеют локальное распространение, но немногочисленные данные бурения позволяют предполагать более широкую сохранность нижнеплейстоценовых отложений в погребенных долинах и во впадинах.

Среди нижнеплейстоценовых отложений выделены нюрндуханские и котерские галечники ( $Q_1$ ). Время формирования нюрндуханских галечников относится к позднему плиоцену—раннему плейстоцену, котерских — к концу раннего плейстоцена. Нюрндуханские аллювиальные галечники имеют инстративный характер. Они отличаются небольшой мощностью (0,5—5 м), преимущественно слабой окатанностью, присутствием щебня. Для них характерны также значительная выветрелость и охристый цвет. Последний обусловлен высокими содержаниями гидроокислов железа. Отмечается обогащенность галечного состава породами, устойчивыми к процессам выветривания (кварц, кварцит), а в заполнителе — устойчивыми минералами. Приуроченность нюрндуханских галечников к террасам, расположенным на 300 м выше современных днищ и их инстративный характер свидетельствуют о том, что формирование галечников происходило в этап интенсивного эрозионного углубления долин. Значительная выветрелость галечников и палинологические данные позволяют предположить, что время их формирования отличалось теплым и влажным климатом. Судя по составу спорово-пыльцевых спектров, широкое развитие имела темнохвойная тайга из сибирской кедровой сосны, ели и пихты. В отличие от современной тайги в ней в незначительном количестве присутствовали экзотические сосны, тсуга, а также широколиственные породы, представленные липой, дубом, вязом и орешником. По вещественному составу и спорово-пыльцевым спектрам нюрндуханские галечники являются аналогами охристой свиты Прибайкалья (Логачев и др., 1964; Равский, 1972) и аканакской свиты Патомского нагорья (по Ю.П. Казакевич, М.В. Ревердатто), время формирования которых относят к позднему плиоцену — раннему плейстоцену.

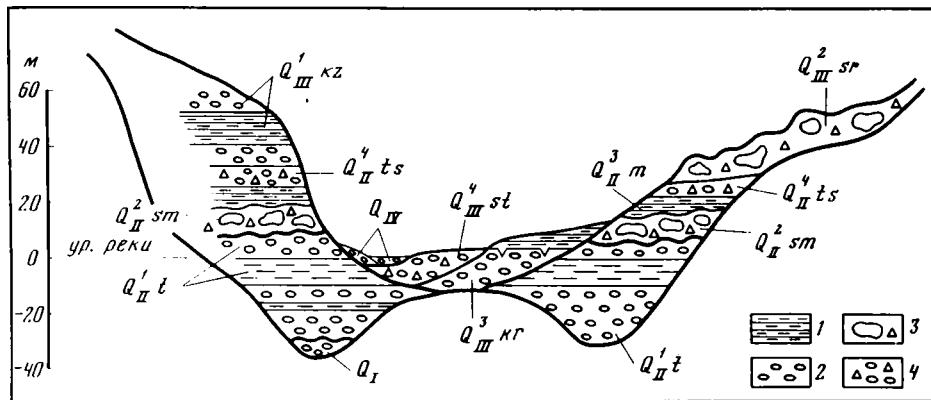


Рис. 1. Схема условий залегания четвертичных отложений в долинах Байкальской рифтовой зоны  
 1 — песчано-алевритовые горизонтальнослоистые отложения; 2 — галечники; 3 — несортированные валунники; 4 — галечно-щебнистые отложения

Котерские галечники отличаются от нюрундуканских слабой выветрелостью, большой полимиктовостью, серым цветом, повышенной мощностью (до 20 м и более), характерной карбонатной цементацией и присутствием лёссовидного суглинка. В погребенных долинах котерские галечники залегают выше нюрундуканских. Во время отложений котерских галечников были широко развиты тундростепные ландшафты с преобладанием криоксерофитных растительных сообществ, а также с участием кустарниковой березки. Такие ландшафты свидетельствуют о сухом и холодном климате, характерном для максимумов ледниковых эпох. Это позволяет предполагать существование в пределах рассматриваемой территории оледенения, синхронного дьямянскому оледенению Западной Сибири. Вместе с тем следует отметить, что разновозрастные котерским галечникам ледниковые отложения нами не наблюдались.

Осадки среднего и начала верхнего плейстоцена распространены широко (Риндзюнская, Пахомов, 1977). Среди них выделяют две аккумулятивные толщи мощностью до 100–200 м: тобольскую и залегающую на ней с разрывом самаровско-казанцевскую. Они выполняют впадины и погребенные раннечетвертичные долины. На участках глубоких эрозионных врезов среднеплейстоценовые отложения вскрываются в аккумулятивных уступах террас высотой от 30 до 150 м.

Отложения тобольского горизонта ( $Q_{II}^1 t$ ) изучались главным образом по буровым скважинам, реже в естественных разрезах. Они представлены полимиктовыми аллювиальными, аллювиально-озерными, преимущественно горизонтальнослоистыми хорошо сортированными сероцветными или светло-бурыми алевритами, песками, галечниками мощностью 40–100 м. По сравнению с более древними отложениями они отличаются большей полимиктовостью и очень слабой обогащенностью устойчивыми минералами. Наблюдалось присутствие слоев, характеризующихся некоторой осветленностью за счет выветривания темноцветных минералов. Судя по составу спорово-пыльцевых спектров, формирование тобольских отложений происходило при умеренно теплом климате. Вновь широкое распространение получила темнохвойная тайга из сибирской сосны, сосны обыкновенной, ели, пихты с незначительным участием некоторых широколиственных пород (липы, дуба, граба, орешника). Подобные растительные сообщества характерны для тобольского межледниковья Сибири (Равский, 1972; и др.).

Формирование тобольского констративного аллювия связано с замедлением тектонического поднятия. В конце тобольского времени произошло новое эрозионное врезание, с чем связан перерыв в осадконакоплении.

К среднему — началу верхнего плейстоцена относятся мощные (30–200 м) толщи полигенетических осадков, залегающие с разрывом на отложениях тобольского горизонта. Формирование полигенетической толщи связано с замедлением темпа поднятий от самаровского до kazanцевского времени включительно. Особенности лито-

лого-фациального состава и спорово-пыльцевых спектров позволили расчленить полигенетическую толщу на четыре горизонта: самаровский ( $Q_{II}^1 sm$ ), мессовский ( $Q_{II}^3 m$ ), тазовский ( $Q_{II}^4 ts$ ), казанцевский ( $Q_{II}^1 kz$ ).

Самаровский горизонт представлен ледниковыми образованиями: моренными несортированными валунниками в суглинистом заполнителе, ленточноподобными песчано-алевритовыми озерно-ледниковыми отложениями, перигляциальными и флювиогляциальными галечниками. Последние резко отличаются от аллювиальных плохой сортированностью, значительным количеством плохо окатанного обломочного материала в заполнителе — сростков и агрегатов. Минералы тяжелой фракции в них присутствуют в незначительном количестве. Мощность самаровских отложений 10—20 м, залегают они, как правило, в основании полигенетической толщи. Спорово-пыльцевые спектры из этих отложений характерны для ледниковых эпох. Выделяются две фазы в развитии растительности. В первую фазу, соответствующую первой половине оледенения, происходила деградация хвойных лесов, постепенная замена их тундролесными и тундровыми ландшафтами с фрагментами разреженных сосново-березовых лесов и кустарниками. Во вторую фазу, соответствующую второй половине оледенения, особенно широкое распространение получили сообщества с участием полыней и лебедовых.

Мессовский горизонт представлен хорошо сортированными косо- и горизонтально-слоистыми аллювиальными и озерно-аллювиальными галечниками и песками мощностью до 10 м, формирование которых происходило в условиях межледниковья или межстадиала. Это подтверждается спорово-пыльцевыми комплексами, указывающими на распространение хвойных лесов из сибирского кедра, сосны и ели с участием березы и чрезвычайно редко встречающейся липой. Мессовский горизонт четко выделяется в разрезах, расположенных в долинах рек, значительно удаленных от крупных центров древнего оледенения. Вблизи древних центров оледенения самаровско-тазовские отложения расчленить не удалось.

Тазовский горизонт представлен главным образом солифлюкционными щебнисто-алевритовыми отложениями, довольно плотно сцементированными, мощностью 5—12 м. В петрографическом составе обломочного материала резко преобладают породы ближайших склонов. Наличие этого горизонта очень характерно для верхней половины разрезов самаровско-казанцевской аккумуляции. Образование тазовских осадков, по-видимому, связано с усилением интенсивности склоновых процессов. Значительно реже среди тазовских отложений наблюдались мореноподобные несортированные валунники предположительно ледникового происхождения. Спорово-пыльцевые спектры, выделенные из рассматриваемых отложений, характерны для растительных ландшафтов ледниковых эпох. Похолодание обусловило новое сокращение хвойных лесов и образование безлесных или слабо залесенных тундростепных пространств с фрагментами сосновых редкостойных лесов, а также зарослей кустарниковых видов берез, ольховника, ивы. Широкое развитие среди тазовских отложений склоновых образований и реже мореноподобных несортированных валунников, охарактеризованных "холодными" спорово-пыльцевыми спектрами, позволяет предположить существование в тазовское время оледенения.

Казанцевский горизонт представлен хорошо сортированными аллювиальными и озерно-аллювиальными галечниками, песками и алевритами мощностью до 60 м, венчающими полигенетическую толщу. Нижние пачки казанцевских отложений представлены хорошо сортированными озерными и озерно-аллювиальными тонкозернистыми горизонтально-слоистыми песками и алевритами, которые вверх по разрезу переходят в аллювиальные галечники. Укрупнение литологического состава вверх по разрезу свидетельствует о нарастании интенсивности тектонических движений в конце казанцевского межледниковья, которые обусловили послеказанцевский эрозионный врез глубиной более 100 м. Формирование отложений происходило в период умеренно теплого достаточно длительного межледникового периода, о чем свидетельствует небольшое обеднение их слабоустойчивыми минералами и состав спорово-пыльцевых спектров. Во время формирования озерно-аллювиальных отложений нижней части казанцевского горизонта, соответствующих началу межледниковья, были распространены разреженные леса из сосен с участием березы и ольхи. Во время климатического оптимума казанцевского межледниковья, которому соответствует средняя

часть казанцевского горизонта, вновь широкое распространение получила темнохвойная тайга. Главной лесообразующей породой была сибирская кедровая сосна, присутствовали также сосна обыкновенная, ель, реже пихта. В отдельных местах произрастали широколиственные породы, в основном орешник и липа. Распространение тайги свидетельствует о климате умеренно теплом и влажном, более мягком, чем современный. В конце казанцевского межледниковья (верхняя часть разреза) темнохвойная тайга постепенно сменилась сосново-березовыми и березовыми лесами.

Помимо казанцевских, к верхнему плейстоцену относятся отложения зырянского ( $Q_{III}^2 sr$ ), каргинского ( $Q_{III}^3 kr$ ) и сартанского ( $Q_{III}^4 st$ ) горизонтов. Зырянский горизонт представлен моренами и флювиогляциальными галечниками, приуроченными к древним ложбинам, карам, верхним и средним отрезкам долин. В начале зырянской ледниковой эпохи, соответствующей росту ледников и расширению площадей с вечной мерзлотой, были распространены редкие островные березово-сосновые леса с участками заболоченных тундр. Нарастающая сухость и суровость климата привели к распространению тундростепей. В конце ледниковой эпохи восстановились ландшафты редколесий и лесотундры, уменьшилась роль открытых травянистых сообществ ксерофитного характера.

Отложения каргинского горизонта представлены аллювиальными галечниками видимой мощностью 10–20 м. Они слагают вторую аккумулятивную террасу и, как правило, уходят под урез воды. Каргинские отложения формировались в межледниковую эпоху. В это время были распространены кедрово-сосновые леса и сосновые леса с примесью ели, пихты, иногда лиственницы. От казанцевского межледниковья каргинское время отличалось отсутствием широколиственных пород, что свидетельствует о несколько менее благоприятных климатических условиях по сравнению с казанцевским межледниковьем.

Отложения сартанского горизонта представлены моренами каровых ледников, флювиогляциальными, склоновыми осадками и перигляциальными галечниками первой террасы, реже они встречаются в верхней части второй террасы. В эпохе сартанского оледенения, так же как в более древних ледниковых эпохах, выделяются две фазы в развитии растительности. Первая фаза характеризуется холодным и влажным климатом и растительностью типа лесотундры. Для второй фазы характерен холодный и сухой климат с широким развитием криоксерофитных группировок.

К грюльеновым ( $Q_{IV}$ ) отложениям относятся аллювиальные галечники, пески, алевроиты, торфяники пойм и реже верхних горизонтов первых террас. Четко намечаются три фазы в развитии растительности: ранне-, средне- и позднеголоценовая. В раннем голоцене были распространены в основном сосново-кедровые леса с примесью ели и березы. Сохранялись также участки открытых пространств со степной растительностью. В среднем голоцене, которому соответствует климатический оптимум, получили широкое развитие еловые леса, нередко заболоченные. В позднем голоцене были распространены леса из сибирского кедра, сосны, лиственницы, березы и ели.

Таким образом, четвертичные отложения характеризуются широким распространением и генетическим разнообразием, частой фациальной изменчивостью по простиранию и по вертикальному разрезу, резкими колебаниями мощностей и неравномерным распределением по площади. Это связано с неравномерным проявлением и различной интенсивностью новейших тектонических движений и с их дифференцированным характером и колебаниями климата, вызывавшими смену ледниковых и межледниковых эпох.

Широким распространением и повышенной мощностью отличаются отложения двух этапов аккумуляции, представленные сложнопостроенными полигенетическими сериями осадков (констративными аллювиальными, озерно-аллювиальными, ледниковыми, водно-ледниковыми, склоновыми), выполняющими погребенные долины и впадины, частично или полностью вскрытые современными эрозионными процессами. Между тобольскими и самаровско-казанцевскими отложениями четко устанавливается размыв.

Оба этапа аккумуляции обусловлены замедлением темпов тектонических движений. Они проявились регионально. Коррелятные им отложения известны в сопредельных с Байкальской рифтовой зоной морфоструктурах Восточной Сибири: на Патомском нагорье (по данным Ю.П. Казакевич, Н.М. Риндзюнской), Витимском плоско-

горье (Ендрихинский, 1974), в районах Прибайкалья (Логачев и др., 1964; Равский, 1972; Кульчицкий, 1973; Структура... , 1976). Третий этап аккумуляции, каргинский, проявился локально и менее четко и, по-видимому, обусловлен кратковременными замедлениями темпов тектонических движений.

Рассмотренные отложения аккумулятивных толщ формировались в общих чертах синхронно. Однако приурочены они к различным неотектоническим структурным элементам. Это обусловило своеобразие их литолого-фациального состава и неравномерное распределение мощностей как отдельных разновозрастных горизонтов, так и по разрезу в целом. В морфоструктурах, сохраняющих устойчивую тенденцию к поднятию, наблюдаются сокращенные мощности отложений. Представлены отложения главным образом крупнообломочным материалом. В морфоструктурах с устойчивой тенденцией к погружению, особенно в долинах-впадинах, аккумулятивные толщи имеют максимальные мощности (100–200 м и более) и представлены главным образом тонкими фациальными разностями, в основном озерно-аллювиальными, озерно-ледниковыми, песчано-алевритовыми. В морфоструктурах с переменным знаком движения аккумулятивные толщи отличаются наиболее сложным литолого-фациальным строением и разнообразием гранулометрического состава, частым чередованием песчано-алевритовых и галечных серий осадков с четко устанавливаемыми размытами между ними.

С этапами врезания связано образование инстративного аллювия раннего плейстоцена, среднего–позднего плейстоцена (позднетобольского, раннезырянского, сартанского времени) и голоцена.

Изучение четвертичных отложений позволило установить наличие пяти эпох оледенения. Самая древняя из них, раннеплейстоценовая (демянская), устанавливается предположительно по наличию галечников с лёссовидным заполнителем, содержащих спорово-пыльцевые спектры, характерные для растительности ледниковых эпох. Среднеплейстоценовые ледниковые эпохи устанавливаются достаточно достоверно: самаровская — по широко распространенным ледниковым и водно-ледниковым осадкам, как правило погребенным под более молодыми отложениями, а тазовская — предположительно по мореноподобным валунникам. Область развития позднеплейстоценовых оледенений отличается не только широким развитием ледниковых отложений, но и хорошей сохранностью ледниковых форм, в том числе и аккумулятивных.

Ледниковые и межледниковые отложения резко отличаются характерными различиями вещественного состава и спорово-пыльцевых спектров. Проанализировав 2500 образцов методом спорово-пыльцевого анализа, удалось установить этапы развития растительности на протяжении четвертичного периода, отражающие чередование теплых и холодных эпох. В эпохи потепления господствовала лесная растительность. В позднем плейстоцене — первой половине раннего плейстоцена широкое развитие получила темнохвойная тайга с небольшим участием экзотических сосен, тсуги и широколиственных пород. В тобольское, мессовское и казанцевское межледниковья основные площади района были заняты темнохвойной тайгой лишь с незначительной примесью широколиственных пород, состав которых с каждой эпохой постепенно обеднялся. В каргинское время произрастали кедрово-сосновые и сосновые леса без широколиственных пород. В эпохи оледенения ведущее место занимали тундры, тундростепи и степи, иногда с фрагментами разреженных лесов, растительный покров приобретал черты, типичные для пригляциальной плейстоценовой растительности Сибири.

Данные, полученные в результате структурно-геоморфологического анализа, а также изучение закономерностей распределения мощностей и фаций рыхлых отложений и их стратиграфического положения позволили значительно детальнее, чем ранее в работах Н.А. Флоренсова (1968, 1978), Н.А. Логачева и В.В. Ламакина, восстановить тектоническую историю развития рифтовых структур в четвертичный период. Удалось установить следующее.

1. Мощное усиление новейших тектонических движений в рифтовой зоне и их резкая дифференциация произошли в конце плейстоцена — начале четвертичного времени. Именно эти движения привели к становлению рифтовых структур — новобайкальский этап по Н.А. Флоренсову (1968). Об активизации тектонической деятельности свидетельствуют глубокие врезки раннечетвертичных рек (до 500–700 м) и инстративный характер их аллювия.

2. По-видимому, в начале среднего плейстоцена на большей части исследуемой территории происходило замедление темпа поднятий. Врезание сменилось аккумуляцией, о чем свидетельствуют большие мощности отложений тобольского времени. Глубокие раннеплейстоценовые долины заполнялись мощными пачками констративного аллювия и аллювиально-озерных отложений.

3. Новая фаза активизации тектонических движений приходится на конец тобольского — начало самаровского времени. Однако движения имели меньшую интенсивность, чем раннеплейстоценовые. Руслу рек врезались лишь в рыхлую толщу, накопившуюся в течение предыдущего этапа аккумуляции, не достигая коренного ложа долины. Этот врез четко фиксируется перерывом в осадконакоплении. Только в зоне наиболее активного рифтогенеза (например, западное окончание Северо-Муйского хребта) долины раннечетвертичных рек были переуглублены на 50—250 м.

4. С отрезком времени от самаровского оледенения до казанцевского межледникового связывается новая фаза замедления темпа тектонических движений и образование мощных (100—200 м) полигенетических толщ, заполнивших большинство долин рассматриваемой территории.

5. Следующая фаза активизации тектонических движений, вызвавшая новый эрозионный врез, началась в конце казанцевского — начале зырянского времени и с небольшими перерывами (каргинская аккумуляция) продолжается до современного этапа.

Эта фаза активизации тектонических движений проявилась интенсивно. С ней связано усиление эрозионных врезов, отмечаемое во всех долинах независимо от типов структур, особенно интенсивно врезы проявились в пределах воздымающихся блоков, где произошло переуглубление ранне-среднеплейстоценовых долин.

Таким образом, цикличность в тектоническом развитии рассматриваемой территории позволяет предположить пульсационный характер новейших тектонических движений Байкальского рифта в четвертичное время. На общем фоне нарастания интенсивности дифференцированных тектонических движений от раннего плейстоцена к голоцену наблюдались фазы замедления движений или их стабилизации, вызывавшие образование погрбенных долин.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ендрихинский А.С.* Витимское плоскогорье. — В кн.: Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. М.: Наука, 1974, с. 210—244.
- Логачев Н.А., Ломоносова Т.К., Климанова В.М.* Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра. М.: Наука, 1964.
- Кульчицкий А.А.* Отложения и палеогеография эпохи максимального оледенения Предбайкальской впадины. — Геология и геофизика, 1973, № 9.
- Равский Э.И.* Осадконакопление и климаты Внутренней Азии в антропогене. М.: Наука, 1972. 334 с.
- Риндзюнская Н.М., Пахомов М.М.* К стратиграфии четвертичных отложений Северо-Байкальского нагорья. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1977, № 4, с. 146—149.
- Структура и история развития Предбайкальского предгорного прогиба/С.М. Замараев, О.М. Адамченко, Г.В. Рязанов и др. М.: Наука, 1976. 155 с.
- Флоренсов Н.А.* Байкальская рифтовая зона и некоторые задачи ее изучения. — В кн.: Байкальский рифт. М.: Наука, 1968, с. 40—56.
- Флоренсов Н.А.* Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука, 1978.