

DEFLATION SIGNIFICANCE FOR THE TOPOGRAPHY DEVELOPMENT OF ARID REGIONS (WITH SPECIAL REFERENCE TO THE MALY KARA TAU)

N. I. KRIGER, N. P. BEZGIN, G. D. ZYABLIKOVA

Summary

The significance of neotectonic movements and wind activity for the relief development of the Maly Kara Tau is discussed, the great importance of deflation having been shown. Topography of arid Middle Asia developed under interchanging arid and relatively pluvial conditions which makes possible to correlate Quaternary relief-forming events on the base of palaeoclimats.

УДК 553.492.1

А. В. ЛЕЙПЦИГ, Ю. Е. КУСТОВ

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МОРФОСТРУКТУР НИЖНЕГО ПРИАНГАРЬЯ И ИХ БОКСИТОНОСНОСТЬ

Начало формирования современного рельефа Центральной Сибири относят обычно к мезозойской эре. В первой половине мезозоя здесь произошло длительное и интенсивное выравнивание территории и образование «глобального мезозойского пенеплена» (Герасимов, 1970), связанное с тремя крупными самостоятельными периодами стабилизации тектонических движений, в течение которых последовательно возникли триас-раннеюрская, позднеюрская-раннемеловая и меловая (ап-туронская) поверхности выравнивания. Последующие деформации этих поверхностей, их расчленение и моделировка привели к созданию сложного рельефа.

В бассейне нижнего течения р. Ангары в мезо-кайнозойе возник ряд крупных морфоструктур, существенно различающихся по высоте и степени расчлененности рельефа, по числу и высотам развитых в их пределах поверхностей выравнивания. Воссоздание истории развития этих морфоструктур оказалось возможным лишь при комплексной обработке геологических и геоморфологических материалов и прежде всего благодаря получению новых данных о возрасте бокситоносных и других осадков, развитых в мелких депрессиях на отдельных поверхностях выравнивания, и применению специфических методов обработки топографических карт территории.

Анализ рельефа, отраженного на топографических картах, проводился в несколько этапов. Целью первого из них явилось общее морфографическое районирование территории. На основании анализа высот междуречий были выделены крупные, относительно опущенные и приподнятые области, в пределах которых далее с учетом особенностей строения крупных речных долин (их ширины, характера врезанности, заболоченности, общего плана и т. д.) наметились более мелкие, относительно опущенные и приподнятые участки, причем одни характеризуются кольцевым или радиальным расположением долин и нечеткими границами, другие — спрямленными и линейно-вытянутыми долинами, резкими линейными ограничениями, что подчеркивает их связь с дисъюнктивными нарушениями. Большинство этих блоков различаются по характеру мегатрещиноватости, устанавливаемой при анализе топографических карт.

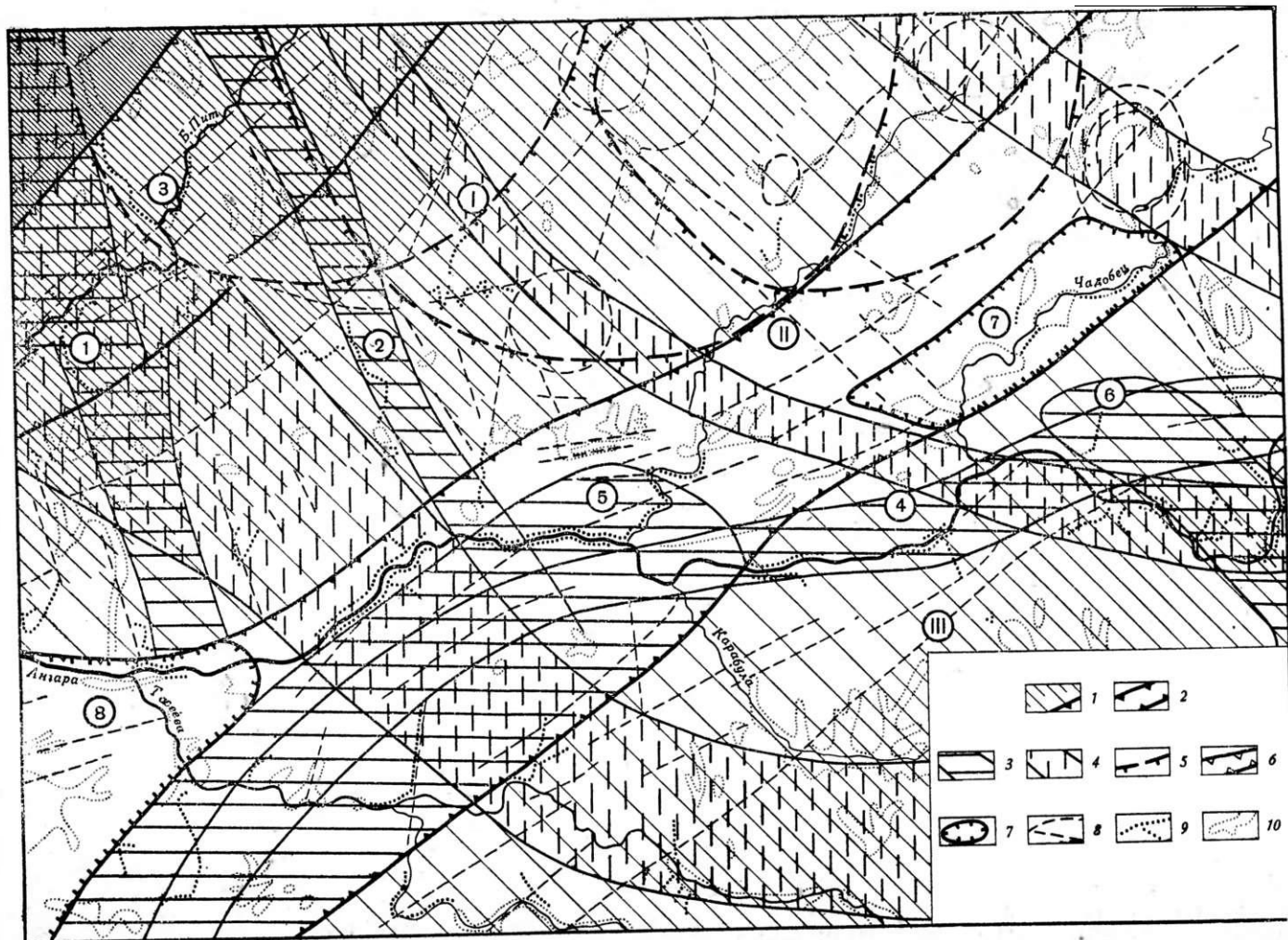


Рис. 1. Схема основных морфоструктур Нижнего Приангарья.

Морфоструктуры первого порядка (на схеме обозначены римскими цифрами): 1 — поднятия (густота штриховки отражает высоты рельефа); 2 — прогибы. Морфоструктуры второго порядка (на схеме обозначены арабскими цифрами в кружках). Поднятия: 3 — блоковые, 4 — волнообразные, 5 — куполообразные; 6 — прогибы; 7 — депрессии. Дополнительные обозначения: 8 — линейменты, намеченные по особенностям морфологии речной сети; 9 — участки аномально суженных речных долин; 10 — участки аномально расширенных речных долин с развитием блуждающих меандров

Исследования второго этапа базировались на методике А. В. Орловой, рассматривающей рельеф как результат перемещений блоковых тектонических структур и позволяющей оценить последовательность их проявления (Орлова, 1968). Прежде всего были выделены разновысотные блоки рельефа и построена их карта, являющаяся основой для последующего анализа. Далее, исходя из общепринятого положения, что в пределах древних платформ мелкие блоки обычно не самостоятельные тектонические элементы, а части более крупных тектонических структур (поднятий и впадин различного типа), были выделены рельефообразующие структуры (морфоструктуры). Эти крупные элементы объединяют сопряженные друг с другом блоки рельефа, ограниченные четко выраженными разломами или зонами сближенных нарушений и отличающиеся от прилегающих блоков примерно одинаковыми амплитудами (относительными высотами), конфигурацией, степенью расчлененности рельефа и т. д. Выполненные построения были скорректированы далее результатами морфометрических работ первого этапа, и была построена карта основных морфоструктур территории.

Третий этап исследований заключался в оценке возраста выделенных морфоструктур. Прежде всего на основании анализа степени сохранности структур в современном рельефе, взаимоотношений их друг с другом, взаимоотношений разломов различного простирания и общего анализа относительных амплитуд перемещений блоков был установлен их относительный возраст (последовательность развития), как это принято в методике А. В. Орловой. Далее, на заключительной стадии исследований, были использованы геологические материалы. На основании определения возраста осадков, выполняющих отдельные отрицательные морфоструктуры, и особенностей взаимоотношений разновозрастных осадков на склонах поднятий был установлен возраст практически всех выделенных морфоструктур.

Применение указанного комплекса методических приемов обработки среднемасштабных топографических карт, во многом дополняющих и корректирующих друг друга, позволило выделить основные морфоструктуры, достаточно уверенно наметить общий план их развития и увязать возникновение тех или иных элементов рельефа с процессами накопления бокситоносных осадков рассматриваемого региона.

По сумме данных, полученных различными методами в Нижнем Приангарье, выделяются следующие морфоструктуры первого порядка (рис. 1): Енисейско-Таимбенское сводовое поднятие (I) в междуречье Ангары, Подкаменной Тунгуски и Чадобца, располагающееся на гетерогенных структурах Енисейского кряжа и Сибирской платформы, объединяемых в Енисейскую антеклизу или Приенисейский свод; Ангаро-Чадобецкий прогиб (II), протягивающийся от устья Ангары до нижнего течения Чадобца через Усть-Ангарскую впадину, Ангаро-Тасеевское поднятие и Заангарскую впадину; Ково-Бирюсинское сводовое поднятие (III), располагающееся к югу от прогиба, в северной части Саяно-Енисейской синеклизы, в районах Чуно-Бирюсинского поднятия и Мурской мульды. Перечисленные морфоструктуры существенно различаются по особенностям внутреннего строения и рельефа.

Приенисейское поднятие характеризуется абсолютными высотами более 500 м и постепенным их увеличением к своду до 1000 м (Енашимский Полкан — 1104 м). Над Ангаро-Чадобецким прогибом оно возвышается почти на 600—700 м. В составе поднятия выделяются западная — Енисейская и восточная — Таимбенская части. Первая из них, совпадающая в плане с Енисейским кряжем, представляет собой сводовую часть поднятия, возвышающуюся примерно на 200 м над его восточной частью. Она характеризуется линейным рисунком долин речной сети, имеющей здесь преимущественно северо — северо-западное и северо-восточное простирания. Таимбенская часть представляет собой

сравнительно пологое сводообразное поднятие (на изучаемой площади находится лишь его южная часть), обтекаемое с юга по дуге с севера на восток реками Вангашем, Чиримбой, Горбилком, Кожимой и Иркинеевой. Можно наметить и радиальные системы рек в пределах свода: Б. Пит, Каменка, правые притоки Иркинеевой. Енисейский и Таимбенский своды несколько перекрывают в плане друг друга, что подчеркивает их относительную самостоятельность.

Ангаро-Чадобецкий прогиб отчетливо выражается на топографических картах в виде линейного корытообразного понижения северо-восточного простиранья с абсолютными отметками рельефа 300—400 м. Линейность морфоструктуры подчеркивается расположением речной сети и отражается в розах-диаграммах мегатрещиноватости. Нижнеангарским и Иркинеевско-Манзинским поднятиями прогиб разделен на две относительно самостоятельные депрессии: Чадобецкую (рис. 1, № 7—в кружке) и Ангаро-Тасеевскую (№ 8), характеризующиеся очень широкими, заболоченными долинами с блуждающими меандрами.

К югу от Ангаро-Чадобецкого прогиба располагается полого воздымающийся к юго-востоку Ково-Бирюсинский свод. В отличие от Енисейско-Таимбенского амплитуда его поднятия невелика: максимальные отметки в рассматриваемой части достигают немногим более 500 м. В пределах свода отчетливо трассируются линейные элементы северо-восточного, реже северо-западного и субмеридионального простиранья. Реки в пределах свода имеют хорошо разработанные, довольно широкие долины, нередко заболоченные, но не в такой степени, как в Ангаро-Чадобецком прогибе. В целом рельеф Ково-Бирюсинского свода более сглажен и менее расчленен, чем рельеф Енисейско-Таимбенского свода.

Перечисленные крупные морфоструктуры осложнены более мелкими тектоническими элементами двух генетических категорий. Одни строго приурочены к какой-либо из морфоструктур первого порядка и возникли в процессе развития лишь данной морфоструктуры, другие осложняют ряд крупных морфоструктур региона, т. е. представляют собой наложенные, в какой-то степени самостоятельные образования (рис. 1, цифры в кружках). Так, в Енисейской части свода отчетливо выделяются два линейных поднятия северо-северо-западного (Енисейского) простиранья — Центрально-Енисейское (1) и Восточно-Енисейское (2), совпадающие с осевой и восточной продольными орографическими зонами по Е. Я. Синюгиной (1967). Центрально-Енисейское поднятие возвышается над окружающим рельефом на 150—200 м, Восточно-Енисейское — на 50—100 м. Оба они подчеркиваются линейным расположением речных долин, что отражено в строении роз-диаграмм мегатрещиноватости. Для речных долин в пределах поднятий характерны врезанные меандры.

В Таимбенской части свода контрастных линейных поднятий, подобных описанным, нет. Часто встречаются куполообразные поднятия от 15 до 50 км в поперечнике. В рельефе они выражены довольно слабо, зато отчетливо обрисовываются кольцевым и центробежным расположением водотоков.

Сам Таимбенский свод в рассматриваемом районе состоит из трех частично перекрывающихся друг друга крупных куполообразных структур. Восточная из них проявляется наименее ярко (ее контуры только намечаются по характеру расположения речных долин), а западная — очень четко (по геометрически правильному кольцевому расположению долин рек Вангаш, Чиримба, Горбилком). Такие различия этих морфоструктур, а также наложение друг на друга подчеркивают их разновозрастность, о чем подробнее будет сказано ниже. И Енисейская, и Таимбенская части поднятия осложнены крупным Большепитским прогибом северо-восточного простиранья (рис. 1, № 3—в кружке). Эта относительно опущенная часть структуры резко подчеркивается высотами тер-

ритории, линейным расположением долин и их коленообразными изгибами вдоль границ и максимумом мегатрещиноватости (30—40%). Ангаро-Чадобецкий прогиб осложняют Нижнеангарское (4), Иркинеевско-Манзинское (5) и Ковинское (6) поднятия, которые также являются разнородными образованиями. Расположенное на востоке Ковинское поднятие представляет собой узкий, обособленный, резко приподнятый блок северо-западного простирания, связанный с крупной антиклинальной структурой этого же направления. Нижнеангарское поднятие, расположенное западнее, имеет субширотное простирание и представлено в рельефе в виде гряды, приподнятой на 50—80 м при ширине от 10 до 15 км. Эта структура, выделенная Н. И. Николаевым (1962) в качестве Нижнеангарского вала, совпадает в плане с зоной Ангарских складок. На всем своем протяжении она прорезается долиной р. Ангары и подчеркивается многими особенностями строения долин ее притоков: их ориентировкой, резкими изгибами и т. д. Далее на запад, в районе устья р. Иркинеевой, располагается обширное Иркинеевско-Манзинское поднятие, вытянутое в общем виде в восток-северо-восточном направлении. Это гетерогенное по своему строению поднятие состоит из мелких блоков и охватывает несколько различных и разновозрастных морфоструктур (Иркинеевский выступ, Мурский прогиб и др.). С Нижнеангарским поднятием эта морфоструктура связана очень тесно и в ряде случаев имеет общие линейные границы. Наряду с перечисленными поднятиями, осложняющими те или иные морфоструктуры первого порядка, для региона весьма характерна серия протяженных линейных малоамплитудных поднятий и впадин, наложенных на все структурные элементы. Эти несколько изогнутые в плане структуры (простирание от запад-северо-западного на юге до северо-западного на севере) выражены в рельефе волнообразными поднятиями и впадинами. Они примерно параллельны и располагаются на почти равных расстояниях друг от друга (130—140 км). Поднятия обычно несколько более узкие, чем прогибы, а их амплитуда (превышение рельефа над уровнем прогибов) составляет 40—60 м (рис. 1).

Рассмотренные структуры отличаются как по степени выраженности в рельефе, так и по времени образования. Так, четкое выражение в рельефе и «наложенный» характер волнообразных поднятий, несомненно, свидетельствуют об их относительной молодости по сравнению с другими структурами региона. На этом же основании Нижнеангарское и Иркинеевско-Манзинское поднятия, Большепитский прогиб значительно моложе, чем Приенисейский свод или Ангаро-Чадобецкий прогиб. Куполовидные поднятия Таимбенской части свода, как отмечалось, также разновозрастны, западное из них, наиболее молодое, осложняет как центральный купол, так и структуры Енисейской части свода. Подобные взаимоотношения наблюдаются и между многими другими структурами, и это наряду с оценкой степени их сохранности в современном рельефе («свежести») позволяет наметить общую схему последовательности их формирования.

Наиболее древними являются крупные морфоструктуры первого порядка — сводовые поднятия и Ангаро-Чадобецкий прогиб. Их заложение относится к концу раннего мела, о чем свидетельствуют осадки этого возраста, развитые в отдельных мелких депрессиях этих морфоструктур. В позднем мелу и начале кайнозоя эти структуры сохранились в рельефе региона, хотя несколько изменили свой план и были осложнены структурами второго порядка. Формирование Ангаро-Чадобецкого прогиба в течение этого времени сопровождалось, в частности, накоплением в его пределах маломощных континентальных толщ маастрихт-датского, палеоцен-эоценового и особенно олигоцен-миоценового возраста, сохранившихся от размыва на обширных территориях. К палеоцен-эоцену относится возникновение в пределах прогиба Иркинеевского

блока, являющегося северной частью Иркинеевско-Манзинского поднятия, а к послеолигоценному или позднемiocеновому времени — Иркинеевско-Манзинского, Ангарского и Ковинского поднятий.

Аналогичное длительное развитие имеет и Приенисейский свод, что подтверждается особенностями размещения осадков на его склонах. Континентальные красноцветные, часто бокситоносные осадки концентрируются в древних долинах, заложившихся на склонах свода. Осадки в долинах относятся к позднему мелу, различным частям палеогена (до олигоцена включительно), что подчеркивает длительность и многоактность их формирования на склоне поднятия (рис. 2). Такая же система

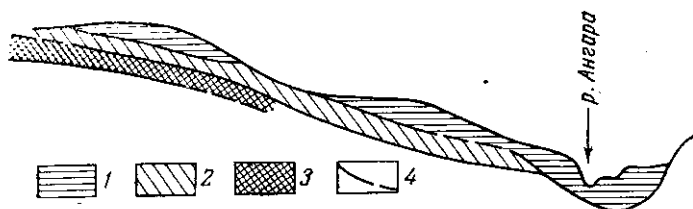


Рис. 2. Строение древних речных долин на южном склоне Енисейско-Таймырского свода

Отложения: 1 — олигоцен-миоценовые, 2 — палеоцен-эоценовые, 3 — верхне-меловые. 4 — тальвеги древних речных долин

долин заложилась в начале палеогена и в пределах Иркинеевского блока; долины заполнились позже, в палеоцене и эоцене, бокситоносными осадками мощностью до 100 м.

В целом строение разрезов континентальных мезо-кайнозойских осадков позволяет установить прерывистый характер развития структур региона; наличие этапов активизации движений, когда возникали и развивались отдельные структуры и формировались системы речных долин, и этапов относительной стабилизации, когда прекращался активный рост структур и происходило общее опускание территории, сопровождавшееся накоплением осадков в депрессиях. Всего в мезо-кайнозойской истории намечается пять таких крупных циклов, начинающихся с процессов активизации движений и формирования положительных структур, выраженных в рельефе и заканчивающихся периодами относительного опускания и образования аккумулятивных равнин. С первым из этих этапов, относящимся к апту — началу альба, как отмечалось, связано заложение сводовых поднятий и возникновение Ангаро-Чадобецкого прогиба. Процесс формирования этих структур был достаточно сложен, неравномерен и сопровождался активизацией движений по древним разломам, т. е. дифференцированными движениями отдельных вовлеченных в поднятие геологических структур. Так, в пределах Таймырской части свода в раннем мелу возникает восточный купол, а в Енисейской части — Центрально- и Восточно-Енисейские поднятия. Заканчивается этот этап стабилизацией движений, общим относительным опусканием территории (сопровождаяемым накоплением бокситоносных осадков в мелких депрессиях рельефа) и заложением отрицательных структур — Большепитского грабена, осложняющего структуры Енисейской и Таймырской частей свода.

Второй цикл относится к позднему мелу. С ним связано новое, хотя и не столь значительное, как в апт-альбе, поднятие основных положительных структур региона. Эти движения были, вероятно, меньшими по общей амплитуде поднятия, не сопровождались активными дифференцированными движениями блоков и закончились в маастрихт-дате опусканием территории и накоплением в депрессиях и древних речных долинах континентальных осадков, часто бокситоносных и угленосных.

Третий цикл развития региона начинается кратковременным поднятием территории в начале палеоцена. В качестве положительных структур, выраженных в рельефе, вновь возникают сводовые поднятия, а как новообразование — Иркинеевское поднятие субширотного простирания, положившее начало разделению Ангаро-Чадобецкого прогиба на две

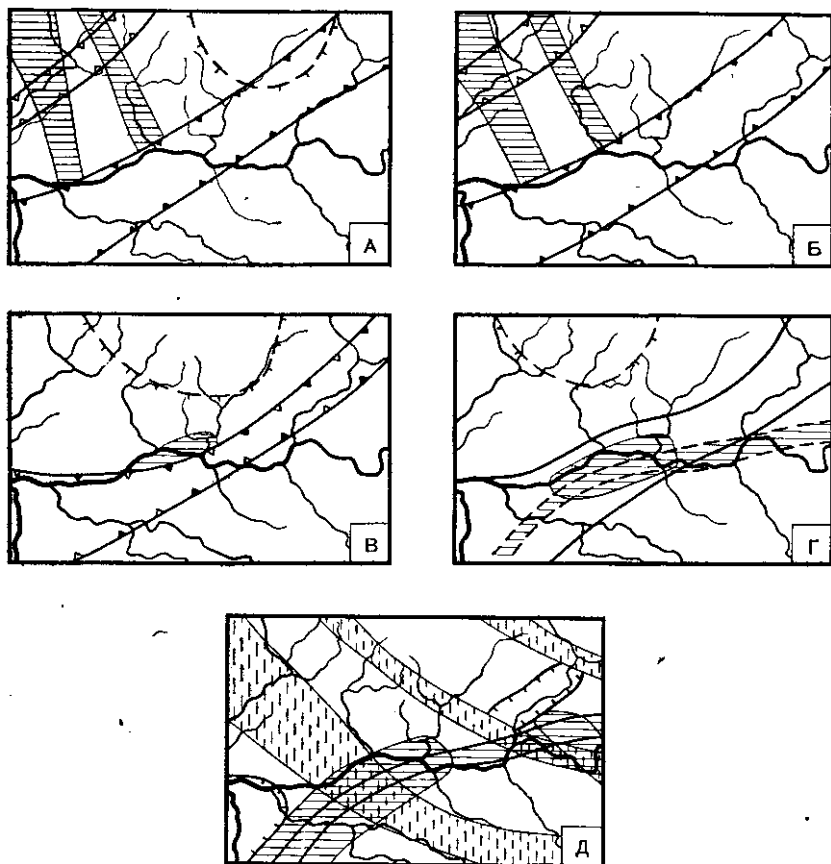


Рис. 3. Схемы поэтапного развития морфоструктур Нижнего Приангарья. Этапы: А — алт-альбский, Б — поздне меловой, В — палеоцен-эоценовый, Г — олигоцен-миоценовый, Д — миоцен-плиоценовый. Условные обозначения те же, что на рис. 1

впадины. Заканчивается цикл накоплением палеоцен-эоценовых бокситоносных толщ в изолированных депрессиях и речных долинах, сформированных в областях поднятий.

Четвертый цикл включает резкое поднятие территории в начале раннего олигоцена и этап стабилизации в олигоцене-миоцене, когда на обширной территории формировались песчано-глинистые, часто угленосные осадки этого возраста. Вероятно, с этим временем связано заложение западного, наиболее молодого купола Таимбенской части свода, расширение Иркинеевского поднятия и, может быть, заложение структур Ангарской зоны поднятий. С последним этапом, относящимся к миоцен-плиоцену, связано резкое воздымание Ангарской зоны, Иркинеевско-Манзинского и Ковинского поднятий, а позже формирование волнообразных поднятий и прогибов северо-западного простирания. Возникшие положительные структуры окончательно разделили Ангаро-Чадобецкий прогиб на Чадобецкую и Ангаро-Тасеевскую депрессии и значительно усложнили их внутреннее строение (рис. 3).

Основные этапы бокситонакопления на юго-западе Сибирской платформы связаны с поздним мелом и первой половиной палеогена. Залежи бокситов, образующие обычно мелкие месторождения, приурочены в Нижнем Приангарье к осадкам альб-сеномана, маастрихт-дата и палеоцен-эоцена, т. е. синхронны в общем виде формированию основных структур региона. Закономерности размещения указанных отложений и их состав определяются особенностями развития морфоструктур, которые, следовательно, являются рудоконтролирующими. Накопление осадков, с которыми связана основная бокситоносность, определяется прежде всего положением возникающих поднятий и впадин в эпоху от раннего мела до олигоцена. Осадки концентрируются в пределах крупных впадин и в мелких депрессиях различного происхождения на склонах поднятий. Сводовые части положительных, интенсивно развивающихся структур являлись областями размыва, где, как правило, не накапливались значительные объемы осадочных толщ. Накопление этих отложений связано в основном с периодами стабилизации движений и относится к заключительным фазам выделенных циклов, характеризующимся относительным опусканием территории. В крупных депрессиях формируются достаточно тонкие озерные, озерно-болотные или реже грубые аллювиальные фации, а на склонах поднятий — обычно красноцветные полифациальные образования, от делювиальных склоновых до отложений мелких водотоков и озерных котловин. Именно эти последние отложения и содержат основную массу тел бокситов различного качества. Накопление бокситоносных осадков на склонах поднятий контролируется мелкими депрессиями и прежде всего приурочено к древним долинам, формирующимся на склонах положительных морфоструктур во время их активного роста, и карстовым воронкам, широко развитым в областях развития карбонатных пород в верховьях древних долин. Таким образом, структуры эпох бокситообразования являются рудоконтролирующими и определяют размещение и состав бокситоносных осадков, а направленность и интенсивность тектонических движений в олигоцене — плиоцене определяют степень сохранности бокситоносных отложений. «Бокситоносные» структуры, вновь приподнятые в олигоцене — плиоцене, испытали весьма интенсивный размыв, и в их пределах, особенно на сводах, бокситоносные осадки практически уничтожены. Значительно лучше бокситоносные осадки сохранились на склонах этих структур, но и здесь они развиты в мелких депрессиях древнего рельефа. Молодые поднятия, развивающиеся в олигоцене — плиоцене, т. е. в эпохи, неблагоприятные для бокситообразования, не являются перспективными на поиски бокситов.

Таким образом, анализ истории развития морфоструктур позволил разделить их на «бокситоносные» и «небокситоносные», оценить степень сохранности бокситоносных отложений в пределах отдельных структур и наметить площади, перспективные для поисков. Наиболее перспективны нижние части склонов Енисейского и Таимбенского сводов (бассейны рек Б. Мурожная, Каменка, правых притоков р. Иркинеева и верхнего течения р. Чадобец) и район Иркинеевского поднятия.

ЛИТЕРАТУРА

- Герасимов И. П. Три главных цикла в истории геоморфологического этапа развития Земли. «Геоморфология», № 1, 1970.
- Николаев Н. И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. М., Госгеолтехиздат, 1962.
- Орлова А. В. Палеомагматические построения и анализ блоковых структур. М., «Недра», 1968.
- Синюгина Е. Я. Этапы неотектонических движений и их роль в формировании рельефа Южно- и Североенисейских золотоносных районов. В сб. «Тектонические движения и новейшие структуры земной коры». М., «Недра», 1967.

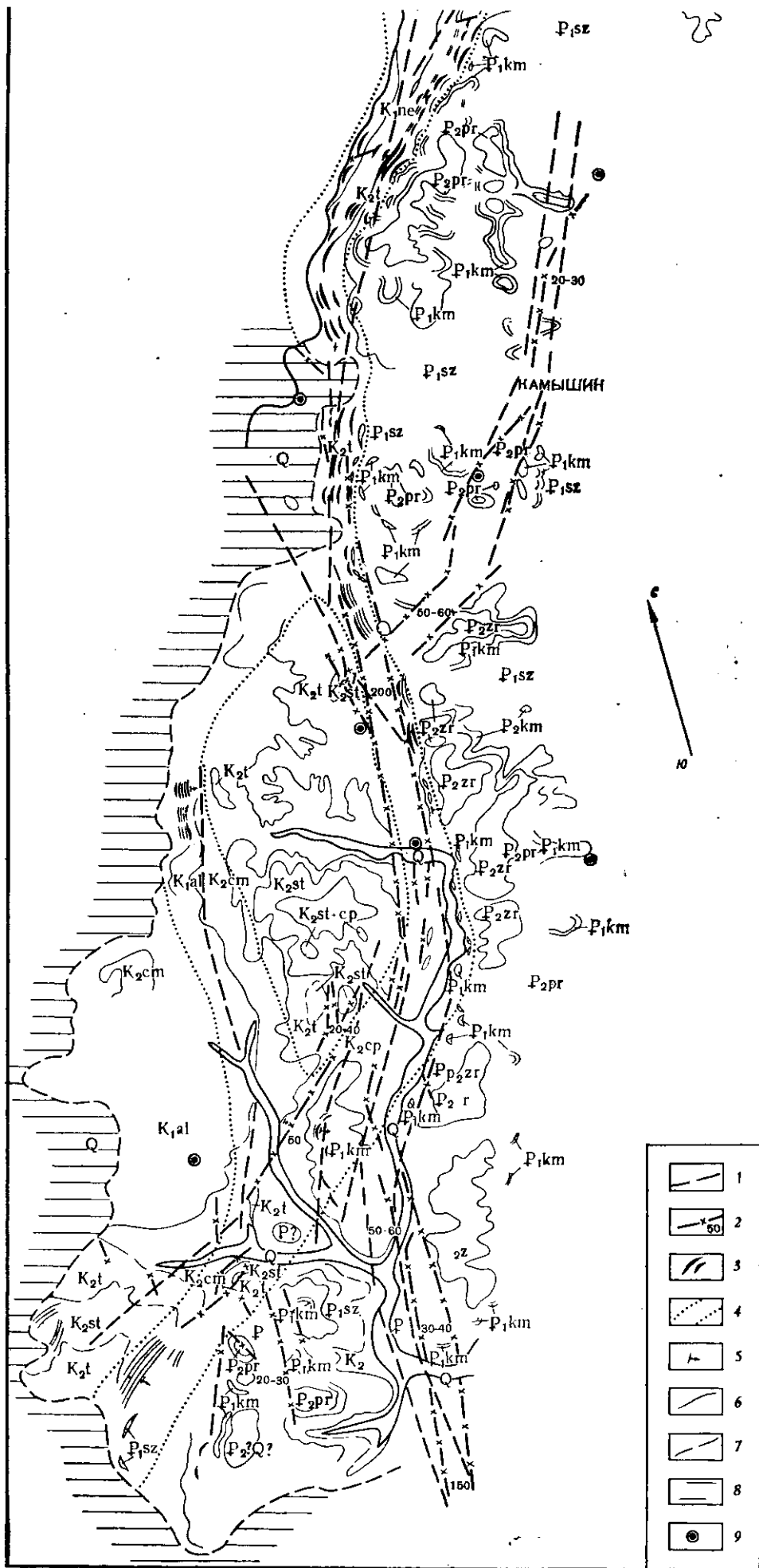


Схема разрывных нарушений Приволжской моноклинали:

1 — положение разрывных нарушений по материалам предыдущих исследователей, 2 — положение разрывных нарушений по результатам дешифрирования аэрофотоматериалов и их амплитуда, м, 3 — гряды, фиксирующие моноклиналиное залегание пород, 4 — зоны флексур, 5 — элементы залегания; геологические границы: 6 — установленные, 7 — предполагаемые, 8 — зоны распространения покровных отложений, 9 — отдельные буровые скважины

