

определены с использованием космоснимков Bing satellite, Google Earth. Достаточно подробно изучена морфология гряд с использованием литературных источников и ЦМР (цифровой модели рельефа) SRTM 3 в программе Arcgis (построены схемы небольших участков в средней части нижнего течения Волги). Автором был проведен гранулометрический анализ образцов, отобранных из верхней и нижней бугровых толщ в ходе полевых работ (общее количество образцов: 11); также измерено содержание Са с использованием кальциметра в лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена. РФА (рентгенофазовый минералогический) анализ был проведен В.Л. Косоруковым для двух образцов (SB из НБТ и Ser 2 из ВБТ).

Обширная низменная равнина Северного Прикаспия позднехвалынского возраста, от устья р. Кумы до устья р. Эмбы – район сосредоточения бугров Бэра. В целом, гряды различаются морфологией на данных участках, что скорее всего связано либо с одновременным формированием, либо разной степенью воздействия экзогенных процессов (абразии, эрозии и пр.). Судя по наличию нескольких толщ, разделенных часто границами размыва, можно судить о долгом и поэтапном формировании в период позднее нижнехвалынской трансгрессии. Столь высокое содержание кальция в осадках может быть связано либо с обилием органического материала в виде детрита, крупных обломков и створок морских и пресноводных моллюсков, либо со сносом вещества с Волжской возвышенности, сложенной известняками. Бугровая толща чаще всего – это микститовый осадок, где одновременно присутствуют зрелые зерна кварца и незрелые агрегаты глины. Данный факт указывает либо на разные источники поступления вещества, либо на периодическую смену гидродинамики бассейна. Вопрос генезиса исследуемых форм до сих пор дискусионен.

DOI: 10.15356/Meridian2018_51

© Мазнев С.В., Лукашов А.А.

Морфоструктура Кодаро-Удоканского звена Байкальской рифтовой зоны
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
svmaznev@gmail.com

Наиболее высокосейсмичным континентальным районом России можно считать зону Байкальского рифта. Ежегодно здесь происходят десятки землетрясений с $M_w \geq 4$ и сотни – с $M_w < 4$. Такая напряженная сейсмическая обстановка создает условия для формирования ярко выраженной морфоструктуры в одном из самых активных звеньев рифта – Кодаро-Удоканском. Данное звено, возможно, представляющее собою морфоструктурный комплекс pull-apart basin, находится на восточном фланге

рифтовой зоны. Комплекс состоит из Чарской (или Верхнечарской) впадины или котловины и ее горного окружения – хребтов Кодар и Удокан, а также междувадлинной перемычки, отделяющей ее от соседнего западного Муйского звена. Само Кодаро-Удоканское звено можно считать крайним восточным ярко выраженным звеном рифтовой зоны.

Возникновение Байкальской рифтовой зоны стало возможным благодаря тому, что здесь проходит граница между мощной (более 50 км), холодной и прочной «дорифтовой» литосферой кратона и литосферой складчатого пояса мощностью не более 35 км [9]. Также наличие рифта на границе Сибирского кратона невозможно без мантийного плюма и благоприятного поля напряженности [4 и др.].

Зона мантийного апвеллинга обеспечивает Кодаро-Удоканскую кульминацию Саяно-Байкальского сводового поднятия. Чарская впадина образовалась при развитии раздвиговых напряжений со сдвиговой составляющей, а ее горное обрамление является частью образовавшегося в процессе разогрева свода. Муйско-Чарская междувадлинная перемычка формировалась в результате инверсионно-компенсационного изостатического воздымания [6]. Глубинные геодинамические процессы определяют условия сейсмичности, тектонические движения (в том числе на новейшем этапе), контролируют проявления магматизма.

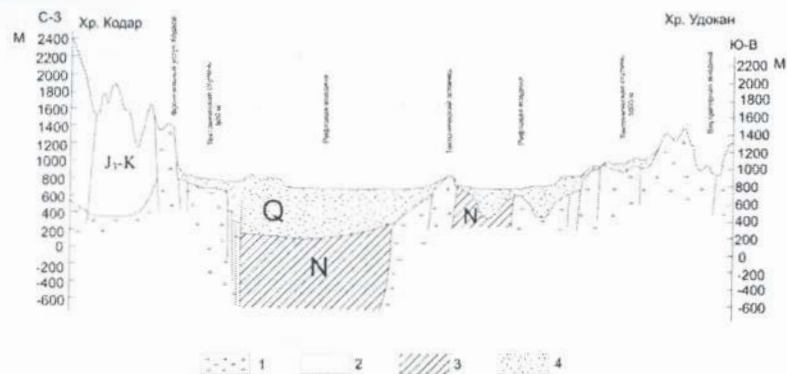


Рис. 1. Геолого-геоморфологический профиль через Чарскую впадину [по 1 с интерпретацией авторов] (положение на рис. 2). Условные обозначения: 1 – кристаллические породы фундамента, 2 – мезозойские осадочные отложения, 3 – неогеновые песчаники, конгломераты и валунно-галечные отложения, 4 – четвертичные преимущественно песчаные флювиогляциально-аллювиальные, а также гляциальные отложения

Верхнечарская котловина представляет собой частично загруженную осадками отрицательную макроформу рельефа (рис. 1), днище которой образовано субаральной аккумулятивной равниной, развивающейся, под действием экзогенных агентов в условиях преобладающих тектонических

опусканий. В условиях дифференцированности движений внутри самой впадины на поверхность выходят породы кристаллического фундамента, образующие отдельные холмы в днище котловины. Аккумулятивный рельеф впадины представлен в основном ледниковыми формами, образованными в результате спускавшегося во впадину горно-покровного и горно-долинного оледенений [8].

Чарская впадина демонстрирует прогибание, скомпенсированное осадконакоплением. Большое количество озер в северо-восточной части впадины говорит о том, что впадина находится на грани заполнения, баланс заполняющих твердых осадков неустойчив. Северо-восточная часть впадины погружается сильнее юго-западной, о чем свидетельствуют глубины залегания фундамента.

Даже при значительных величинах горизонтальных движений, блоковые тектонические структуры, соответствующие отдельностям литосферы различного ранга, формируются в основном под воздействием вертикальных движений. Тектонические блоки хорошо читаются именно в рельефе, но при их выделении используются и геологические, геофизические и другие данные.

Общие особенности морфоструктур в изучаемом районе отражает мелкомасштабная схема тектоморфоизогипс (рис. 2). На схеме в центральной части отчетливо читается пространствообразующая депрессия – Чарская впадина. К северо-востоку и юго-западу от нее находятся Токкинская, Сюльбанская и Куандинская впадины с гипсометрическими отметками ниже 1000 м. Их разделяют крайние северо-восточные отроги Южно-Муйского хребта, являющиеся также и междувадлинной перемычкой между Муйской и Чарской впадинами (высотой более 2250 м).

Чарская и Токкинская впадины разделяются перемычкой высотой около 1500 м. С севера Чарскую впадину ограничивает хребет Кодар с массивной структурой, главные высотные доминанты которого сближены между собой. В пределах Кодара хорошо читаются сквозные блокоразделы и Верхне-Сюльбанская впадина. С севера Кодар обрамляется тектоническими депрессиями, имеющими высоты менее 1000 м. В юго-восточной части выделяется Удокано-Каларский район. Схема тектоморфоизогипс показывает, что на деле эти хребты трудно разделимы между собой, но при этом они не выглядят и единым хребтом. Наибольшие высоты концентрируются в центральной части Удокана, и хребет более разрознен по сравнению с Кодаром. В Удокано-Каларской зоне выделяется опущенная Верхне-Каларская впадина.

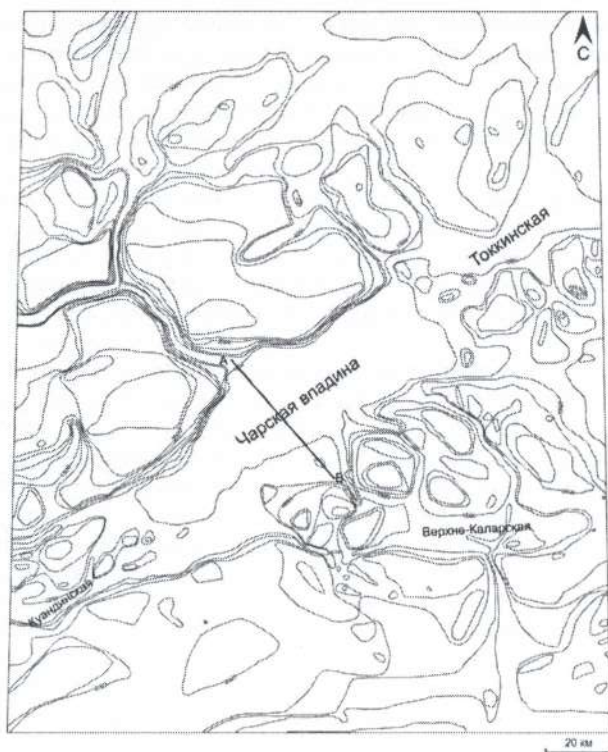


Рис. 2. Схема тектоморфоизогипс (проведены через 250 м). Линия А-В – геолого-геоморфологический профиль (рис. 1)

Хребет Кодар представляет собою сложное глыбовое сооружение, наклонный горст, выраженный асимметричным горным хребтом. На северо-востоке он постепенно переходит в Байкало-Патомское и Олекмо-Чарское нагорья, на юге крутым тектоническим уступом обрывается в Чарскую впадину. Он разделяется на ряд крупных блоков, в свою очередь разбитых на более мелкие.

Хребет Удокан – сложное сводово-глыбовое поднятие, также имеющее асимметричное строение. На юго-запад свод хребта Удокан переходит в полусвод Каларского хребта, южный склон положе северного. Северный макросклон осложнен серией внутригорных впадин и грабенных и имеет ступенчатое строение. Ступени Удокана, разделенные тектоническими уступами, постепенно сменяются предгорными ступенями Чарской впадины. Осевая часть Удокана представляет собою ряд разрозненных блоков, что указывает на глыбовое строение хребта.

Для более крупномасштабного изучения блокового строения верхней части литосферы был проведен блоковый морфотектонический анализ [7]. Основы методики описаны в литературе [3, 5]. Они предполагают наличие сгущения трещиноватости или крупных разломов подо всеми водотоками. Методика предполагает выделение блокоразделов в земной коре на основании анализа речной сети, по шовным линиям в рельефе, седловинам и линеаментам и другим ландшафтными признакам. Крупнейшие блокоразделы внутри горных стран соответствуют рекам наибольших порядков в системе Хортона-Страллера, крупнейшие сквозные – схождению таких рек и их контакт через наиболее низкие седловины. Для анализа распределения максимальных высот блоков были выделены 5 категорий относительного поднятия и опускания: 1) наиболее опущенные – ниже 1700 м; 2) опущенные – 1700-1950 м; 3) средние – 1950-2300 м; 4) приподнятые – 2300-2700 м; 5) наиболее приподнятые – выше 2700 м.

Большую разницу по высоте с остальными блоками имеет единственный отнесенный в категорию наиболее опущенных блок на Кодаре. Блоки с высотами ниже средних тяготеют они к окраинным частям горных сооружений. Блоки средних высот располагаются в области перехода хребтов Кодар и Удокан в Олекмо-Чарское нагорье; также они находятся между опущенными и приподнятыми блоками, как в северо-западной части Кодара. Приподнятые блоки располагаются в центральных частях гор, все группировки этих блоков имеют контакт с отрицательными структурами. Наиболее приподнятые блоки группируются вокруг блока с наивысшей абсолютной отметкой в Становом нагорье, и располагаются между Верхне-Сюльбанской и Чарской впадинами. Именно в таких контактовых зонах явно проявляются как прямые, так и косвенные признаки эндогенной активности.

Распределение блоков дает возможность понять, что существует дифференциация движений морфоструктур не только между главнейшими структурными элементами, но и внутри них. Морфологические признаки эндогенной активности приурочены к зонам схождения приподнятых и опущенных блоков, разломным зонам, а также крупным сквозным блокоразделам.

По нашей оценке, величина денудационного среза горного обрамления Чарской впадины составляет немногим более 250 м. Максимальная отметка Кодара находится на абсолютной высоте 3072 м, максимальная глубина залегания фундамента в Чарской впадине оценивается в -1600 м [2]. Таким образом, амплитуду поверхности фундамента на северо-западном фланге Байкальской рифтовой зоны можно оценить чуть менее, чем в 5000 м ($3072+1600+250=4922$ м).

Высоты сквозных блокоразделов отличаются для Кодара (900-1100 м) и Удокана (1200-1500 м). Такое распределение можно объяснить тем, что на Кодаре они выполняют роль деления хребта на части, а на Удокане они – результат расседания, «разваливания» свода. Крупнейшие блокоразделы Кодара разделяют макроблоки с различной интенсивностью тектонических

движений, тогда как на Удокане такие линии скорее возникают в результате реализации растягивающих напряжений.

Активная геодинамическая обстановка Кодаро-Удоканского звена Байкальской рифтовой зоны закономерно находит свое отражение в морфоструктурах региона. Постоянно происходят подвижки по разломам в зонах сейсмодислокаций, происходят новые сейсмодетформации. Свежие сбросовые уступы, стенки срыва обвалов, шлейфы осипей – индикаторы современной активности региона. О снижении сеймотектонической активности пока ничто не говорит – в рельефе повсеместно находят отражение напряжения растяжения, а на юго-восточном Кодаре – и напряжения сжатия.

Литература:

1. Еникеев Ф.И. Плейстоценовые оледенения Восточного Забайкалья и юго-востока Средней Сибири // Геоморфология, №2, 2009, с. 33-49
2. Зорин Ю.А. Новейшая структура и изостазия Байкальской рифтовой зоны и сопредельных территорий – М.: Наука, 1971. 168 с.
3. Кравчуновская Е.А. Опыт определения относительного возраста движения блоков земной коры методами морфотектоники (на примере о-ва Беринга) // Вестник Московского Университета, серия 5, география, №4, 2007, с. 37-40
4. Логачев Н.А. История и геодинамика Байкальского рифта // Геология и геофизика, т. 44, №5, 2003, с. 391-406
5. Симонов Ю.Г. Региональный геоморфологический анализ – М.: Издательство Московского Университета, 1972. 254 с.
6. Уфимцев Г.Ф., Честнов А.И. Чарско-Олекминское звено Байкальской рифтовой зоны // Советская геология, №11, 1990, с. 69-77
7. Lukashov A., Maznev S. Morphostructure of the Kodar-Udocan section of the Baikal Rift Zone // Geography, environment, sustainability. 2014. no. 1. p. 39–51
8. Margold M., Jansen J. D., Gurinov A.L., Codilean A.T., Fink D., Preusser F., Reznichenko N.V., Mifsud C. Extensive glaciation in Transbaikalia, Siberia, at the Last Glacial Maximum // Quaternary Science Reviews. 132. 2016. p. 161-174
9. Petit C., Burov E., Tiberi C. Strength of the lithosphere and strain localization in the Baikal rift // Earth and Planetary Science Letters, v. 269, 2008. p. 523-529
