

Тумель В. Ф. Карта распространения вечной мерзлоты в СССР. «Мерзотоведение», т. 1, № 1, 1946.

Twidale C. R. Origin of the piedmont angle as evidenced in South Australia. «J. Geol.», v. 75, No. 4, 1967.

Иркутское геологическое
управление

Поступила в редакцию
20.VIII.1971

VALLEY PEDIMENTS AT THE UPPER REACHES OF BOLSHAYA AND MALAYA BIRYUSA RIVERS (EAST SAYAN)

S. S. OSADCHY

Summary

Valley pediments of cryogenic type are a characteristic feature of the young morphosculpture of north-east flank of East Sayan at the basins of Bolshaya and Malaya Biryusa rivers. The pediments seem to be of regional distribution, the fact can be evidence of the first stage of new planation surface formation.

Valley pediments and terrasouvals are in genetic connection. That allows to consider «primary» erosional-accumulative surface and superimposed denudation surface to be a kind of a polygenetic surface and defines practical significance of pediment studies in the search for placers.

УДК 551.432(574.3)

Н. В. СКУБЛОВА

КОЛЬЦЕВЫЕ МОРФОСТРУКТУРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА И МЕТОДИКА ИХ ИЗУЧЕНИЯ

Изучение кольцевых структур (Авдеев, 1965) и морфоструктур (Попова, 1966; Скублова, Зейлик, 1969) Центрального Казахстана представляет большой научный и практический интерес, так как с ними тесно связаны редкометалльные, золоторудные и полиметаллические месторождения. Анализ кольцевых морфоструктур важен также для решения вопросов сравнительной планетологии и палеовулканизма.

Кольцевые структуры представляют собой системы концентрических трещин, возникновение и развитие которых связано с вулкано-плутонической деятельностью. Они устанавливаются по центриклинальному или периклиналильному залеганию эффузивов и пирокластов, концентрическому расположению жерловых и субвулканических образований, по широкому развитию кольцевых даек и наличию центрального гранитного плутона цилиндрической или воронкообразной формы. Размеры верхнепалеозойских кольцевых структур Центрального Казахстана по поперечнику колеблются от 10 до 70 км, составляя в среднем около 25 км. Выделяются структуры кальдерного и купольного типов; первые приурочены к мульдам вулканического происхождения, вторые — к центрам вулкано-куполов. По уровню денудационного среза кольцевые структуры разделяются на слабо-, средне- и сильноэродированные (Скублова, Зейлик, 1969).

Верхнепалеозойские кольцевые структуры в новейшее время испытывают интенсивные восходящие движения и подвергаются избиратель-

ной денудации, что приводит к образованию кольцевых морфоструктур. Под кольцевой морфоструктурой нами понимается закономерное концентрическое сочетание морфогенетических типов и структурных элементов рельефа, обусловленное особенностями проявления новейших тектонических движений и избирательной денудации в пределах древних вулканоплутонических кольцевых структур.

При изучении кольцевых морфоструктур прежде всего обращалось внимание на выявление унаследованности их развития от верхнепалеозойских кольцевых вулканоплутонических образований, на установление особенностей их морфологии и специфику проявления новейших тектонических движений. Решение этих задач осуществлялось с помощью комплекса методов.

Унаследованность развития кольцевых морфоструктур и роль крупных структурных элементов палеозойского фундамента при их образовании выявлялись путем анализа геологических и геофизических данных. Установлено, что верхнепалеозойские кольцевые структуры приурочены к краевым частям синклиналий и антиклиналий и группируются в цепочки и пояса, ориентированные согласно с простиранием этих структур. Большая часть кольцевых структур находится в пределах Токрауского синклиналия и Центрально-Казахстанского гравитационного минимума и локализована среди отрицательных аномалий силы тяжести второго порядка. Над всеми кольцевыми структурами установлены гравитационные минимумы различной интенсивности.

Среди геоморфологических методов наибольшее значение придавалась методу геоморфологического картирования. Для ряда кольцевых морфоструктур были составлены крупномасштабные структурно-геоморфологические карты, в основу которых положен морфогенетический принцип (рис. 1).

В пределах кольцевых морфоструктур расположены различные типы структурно-денудационного (низкогорье, холмогорье и мелкосопочник), денудационного (цокольная равнина), денудационно-аккумулятивного (слабоволнистая равнина) и эрозивно-аккумулятивного (наклонные равнины предгорных шлейфов, долины рек) рельефа, в пространственном размещении которых наблюдается ряд закономерностей. Характерна концентричность в расположении этих типов рельефа, которая подчеркивается кольцеобразной ориентировкой гряд и куэст и дугообразным размещением гривок и гряд отпрепарированных кольцевых интрузий и даек.

В зависимости от особенностей рельефа морфоструктуры подразделены на три группы: I — морфоструктуры, у которых низкогорья составляют периферические дуги, мелкосопочник и равнины различного генезиса приурочены к центральным частям (Каргалинская, Жанетская, Шалтасская, Майтасская и др.); II — морфоструктуры, у которых низкогорья равномерно распределены по всей площади (Тунгатарская, Улькен-Каракууская, Кангаштинская и др.); III — морфоструктуры, характеризующиеся наличием низкогорий в центральной части, мелкосопочник и равнины различного генезиса расположены по их обрамлению (Кызылтасская, Бектауатинская, Темиршинская и др.).

В пределах кольцевых морфоструктур консеквентная ложковая сеть низших порядков имеет радиально расходящийся (Улькен-Каракууская, Тунгатарская, Жаксы-Тагалинская, Бугалинская и др.) или центостремительный (Жанетская, Шалтасская и др.) рисунок; субсеквентные водотоки высших порядков составляют дугообразные или полукольцевые изгибы по обрамлению структур (Кызылрайская, Каргалинская, Тунгатарская и др.). Для кольцевых морфоструктур характерно наличие антецедентных долин.

При составлении крупномасштабных структурно-геоморфологических карт большую помощь оказало дешифрирование мелкомасштабных аэро-

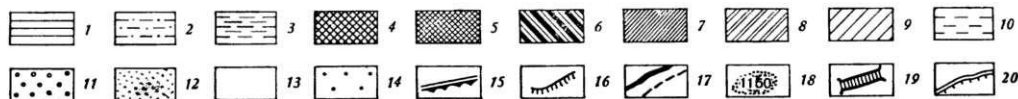
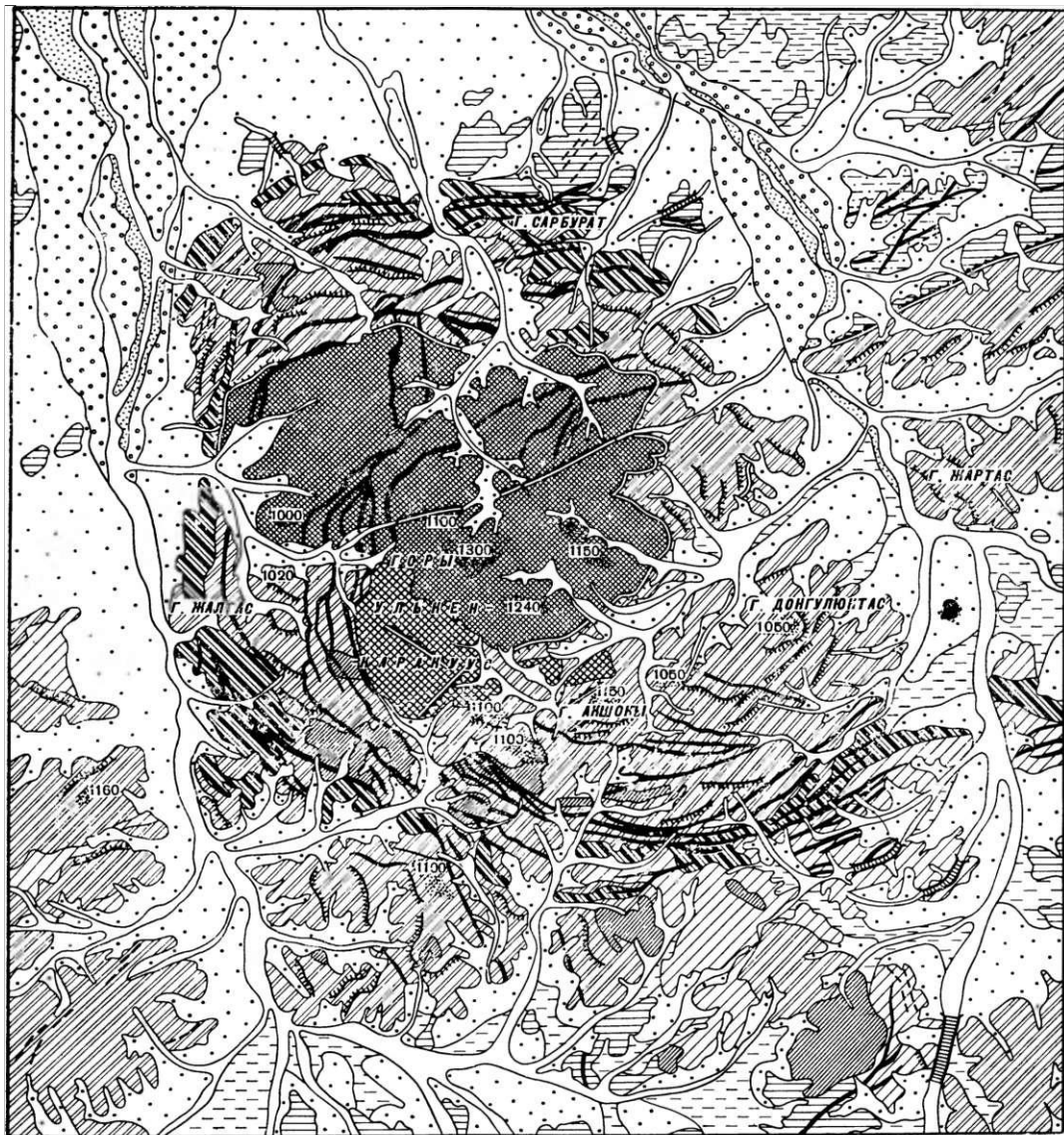


Рис. 1. Геоморфологическая карта Улькен-Каракууской кольцевой морфоструктуры

Денудационный рельеф: 1 — докольная слабосхолмленная равнина с фрагментами коры выветривания, абсолютные высоты 700–800 м, относительные превышения до 10 м. **Структурно-денудационный рельеф:** 2 — мелкосопочник типа «койтас» на гранитах каменноугольного возраста, абсолютные высоты до 850 м, относительные превышения до 50 м; 3 — увалистый мелкосопочник на эффузивно-осадочных образованиях каменноугольного возраста, абсолютные высоты до 800 м, относительные превышения до 40 м; 4 — резко расчлененное низкоегорье на гранитах пермского возраста, абсолютные высоты до 1300 м, относительные превышения до 250 м; 5 — крутосклонное низкоегорье с уплощенными водоразделами на полого залегающих эффузивах средне-позднекаменноугольного возраста, абсолютные высоты до 1300 м, относительные превышения до 300 м; 6 — грядовое низкоегорье на кольцевых интрузиях раннепермского возраста, абсолютные высоты до 1200 м, относительные превышения до 200 м; 7 — куполовидное низкоегорье на отпрепарированных неках позднепалеозойского возраста, абсолютные высоты до 1150 м, относительные превышения до 200 м; 8 — куэсто-грядовое низкоегорье на эффузивах раннекаменноугольного возраста, абсолютные высоты до 1100 м, относительные превышения до 200 м; 9 — холмогорье на гранитоидах каменноугольного возраста, абсолютные высоты до 1000 м, относительные превышения до 150 м. **Денудационно-аккумулятивный рельеф:** 10 — слабоволнистая равнина на неогеновых озерных отложениях. **Эрозионно-аккумулятивный рельеф:** 11 — II надпойменная терраса; 12 — I надпойменная терраса; 13 — поймы рек и временных водотоков; 14 — наклонные равнины делювиально-пролювиальных шлейфов. **Формы рельефа:** 15 — тектонические уступы; 16 — куэсты; 17 — гряды и гривки отпрепарированных даек; 18 — реликты поверхностей выравнивания и их средние высоты; 19 — антецедентные долины; 20 — денудационные уступы

фотоснимков, позволяющих в отличие от крупномасштабных рассматривать не только единичные формы рельефа, но и их площадные совокупности (Скублова и др., 1969). В результате были выделены различные типы рельефа, выявлены новейшие разломы и antecedentные участки рек. Дешифрирование мелкомасштабных аэрофотоснимков на фотограмметрическом приборе «Сантони» позволило выявить водораздельные поверхности выравнивания и определить их относительную высоту над местными базами эрозии. Параллельно с изучением аэрофотоснимков анализировались топографические карты и составлялись гипсометрические профили.

С помощью дифракционного анализа, произведенного нами совместно с И. А. Черкасовым и М. М. Набоковым, установлено концентрическое расположение структурных элементов рельефа — тектонических уступов, гряд, куэст, отпрепарированных даек.

Большое значение придавалось изучению новейших тектонических движений. Качественная оценка их базировалась на анализе структурно-геоморфологических карт, изучении речных долин и коррелятивных рельефу отложений. По наличию antecedentных долин и перехватов были выявлены участки локальных поднятий, а по данным бурения кайнозойских отложений — участки локальных опусканий в пределах кольцевых морфоструктур. При количественном изучении новейших движений основное внимание уделялось оценке степени деформации древней поверхности выравнивания, производившейся с помощью тренд-анализа (Миллер, Кан, 1965 и др.), возможности использования и результаты применения которого можно продемонстрировать на примере Каргалинской кольцевой структуры. Для нее были построены карты региональной и локальной составляющих новейших движений (рис. 2). На карте изолиний поверхности тренда отчетливо видна общая тенденция уменьшения абсолютных высот поверхности пенеплена с севера на юг. Кольцевое строение морфоструктуры подчеркивает карта остаточных высот, на которой почти непрерывным кольцом прослеживается зона положительных значений разности между наблюдаемыми и теоретическими высотами. Амплитуда относительных поднятий в северной части морфоструктуры достигает 140 м, а в южной колеблется от 20 до 60 м. Во внутренней части структуры и по ее обрамлению расположены участки, характеризующиеся замедленными темпами новейших поднятий. Следует отметить, что только применение тренд-анализа позволило установить восходящий характер развития южной части кольцевой зоны и выявить замедленный темп поднятия центральной части морфоструктуры, не улавливаемые обычными геоморфологическими методами.

При разработке классификации кольцевых морфоструктур использовались геологические, геофизические, неотектонические и геоморфологические данные по 27 кольцевым морфоструктурам. Было выделено 10 признаков: а) положение в крупных геологических структурах района, б) характер внутреннего строения, в) степень эродированности, г) средний размер верхнепалеозойских кольцевых структур, д) знак и интенсивность аномалий силы тяжести второго порядка, е) амплитуда локальных гравитационных минимумов, ж) амплитуда региональных новейших поднятий, з) средняя амплитуда локального поднятия, и) форма участков локальных поднятий, к) асимметричность строения кольцевых морфоструктур. По каждому из этих признаков морфоструктуры разбиты на две или три группы; например, по признаку «в» выделены слабо- (1), средне- (2) и сильно- (3) эродированные структуры; каждой группе присвоен свой код (1, 2, 3). Затем производилось попарное сравнение всех признаков путем составления кодовых таблиц взаимной сопряженности и установления их взаимосвязи с помощью критерия «хи-квадрат» К. Пирсона (Урбах, 1964 и др.). Анализ этих таблиц позволил выявить зависимость между различными признаками и классифицировать их по

степени достоверности выявленных связей. Из 22 случаев сопряженности признаков наибольшее количество (9) падает на форму участков локальных поднятий кольцевых морфоструктур — признак «и».

В связи с этим в основу классификации кольцевых морфоструктур положена морфология новейших кольцевых структур или форма участков локальных поднятий. Выделены: а) морфоструктуры с кольцеобразной формой участков локальных поднятий (рис. 3, А) — каргалинский

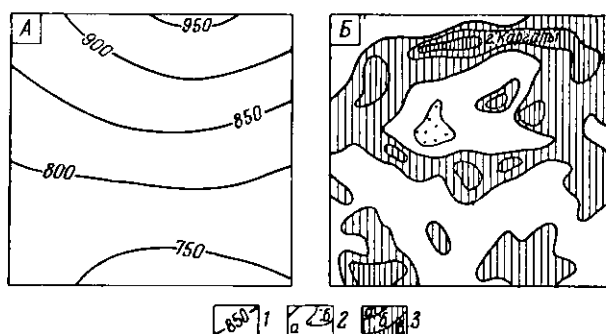


Рис. 2. Карты деформированной поверхности досредне-олигоценового пенеплена Каргалинской морфоструктуры А — изолинии поверхности тренда; Б — карта остаточных высот; 1 — изолинии поверхности тренда; м: 2 — отрицательные значения остаточных высот: а — до 50 м, б — 50–100 м, в — > 100 м, 3 — положительные значения остаточных высот: а — до 50 м, б — 50–100 м, в — > 100 м

тип (Каргалинская, Жанетская, Майтасская, Кызыладырская, Жаман-Карабасская, Восточно-Коунрадская); б) морфоструктуры промежуточного типа со слабо выраженной куполовидной формой, осложненные новейшими кольцевыми разрывными нарушениями (рис. 3, Б), — тунгатарский тип (Тунгатарская, Улькен-Каракууская, Слушокинская, Нура-Талдинская, Кайрактинская, Байназарская, Кангаштинская, Аюлюзекская, Кентская, Аиртауская, Шалтасская); в) морфоструктуры с отчетливо выраженной куполообразной формой участков локальных поднятий, подразделенные на крупные морфоструктуры с периферическими дугообразными компенсированными прогибами (рис. 3, В), — кызылрайский тип (Кызылрайская, Бугалинская, Ортауская, Жаксы-Тагалинская); незначительные по размерам морфоструктуры (рис. 3, Г), или «ядра выдавливания» по З. А. Сваричевской и В. И. Яговкину (1966) — кызылтасский тип (Кызылтасская, Бектауатинская, Акчатаусская, Каркаралинская, Темиршинская, Котур-Кызылтаусская).

Дальнейшее разделение кольцевых морфоструктур должно производиться по геологическим, геофизическим или неотектоническим данным — в зависимости от конкретных задач, стоящих перед исследователем. Эта классификация несколько отличается от разработанной ранее (Скублова, Зейлик, 1969), основанной на степени эродированности кольцевых структур, и представляется более совершенной по сравнению с ней, так как произведена по наиболее информативному признаку.

Как правило, кальдерные структуры являются слабоэродированными, а купольные — сильноэродированными, что связано с различной ролью магматического куполообразования на разных уровнях формирования структур. Кальдерные структуры, по-видимому, можно рассматривать как близповерхностную зону купольных структур, подвергшихся процессам кальдерного обрушения.

Слабоэродированные структуры характеризуются малоамплитудными гравитационными минимумами, что объясняется наличием «покрышки» тяжелых эффузивов над нескрытым гранитным плутоном. Среднеэродированные структуры имеют наиболее интенсивные минимумы, так как

эффузивная «покрышка» почти полностью уничтожена, а аномалеобразующие гранитные массы еще не эродированы. Сильноэродированные структуры выделяются минимумами умеренной амплитуды, так как значительная часть легких гранитов у них уже эродирована.

Форма участков локальных поднятий морфоструктур зависит от характера внутреннего строения, амплитуды гравитационного минимума

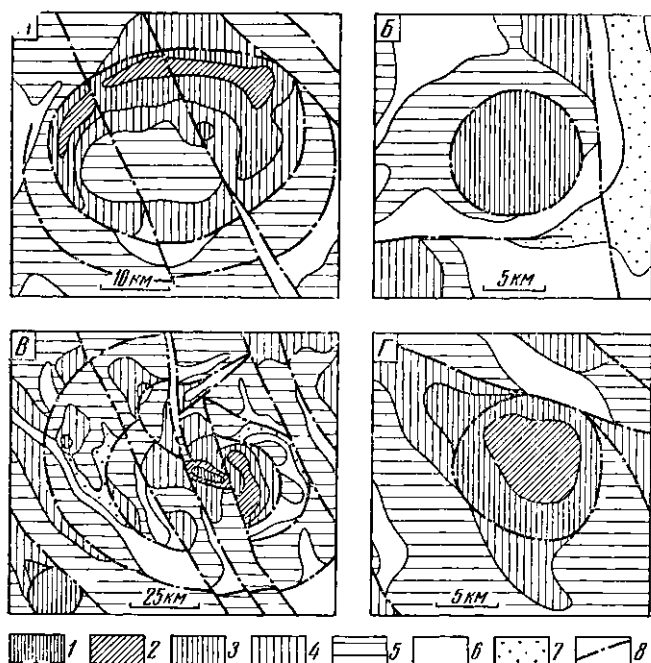


Рис. 3. Неотектонические схемы кольцевых морфоструктур
Участки локальных поднятий интенсивностью: 1 — >200 м; 2 — от 100 до 200 м; 3 — от 50 до 100 м; 4 — до 50 м. 5 — Участки относительно стабильного режима. Участки локальных опусканий, выполненные кайнозойскими отложениями, интенсивностью: 6 — до 50 м; 7 — >50 м; 8 — разрывные нарушения

и степени эродированности верхнепалеозойских кольцевых структур. Куполовидную форму типа «ядер выдавливания» обычно приобретают сильноэродированные структуры купольного типа с крупными гравитационными минимумами. Их центральные части подвергаются наиболее интенсивным движениям благодаря максимальной мощности здесь гранитных тел. Морфоструктуры промежуточного типа образуются за счет различных верхнепалеозойских структур. Кольцеобразная форма участков локальных поднятий чаще наблюдается у слабоэродированных кальдерных структур, у которых восходящие движения гранитных тел в новейшее время как бы разбиваются о «покрышку» вышележащих эффузивов и реализуются по кольцевой системе трещин.

Небольшие кольцевые структуры имеют незначительную амплитуду локального новейшего поднятия, что объясняется небольшими размерами аномалеобразующих гранитных масс; крупные структуры испытывают более интенсивное воздымание. Как правило, первые образуют локальные поднятия кольцеобразной формы, а вторые — куполообразной за счет различной скорости воздымания структур.

Морфоструктуры, испытывающие интенсивные региональные восходящие движения, «не успевают» дифференцироваться на участки локальных поднятий и опусканий и поэтому имеют простую морфологию (структуры промежуточного типа). Морфоструктуры с незначительной регио-

нальной составляющей новейших движений, наоборот, дифференцируются и приобретают либо куполообразную, либо кольцеобразную форму участков локальных поднятий. Причиной асимметрии кольцевых морфоструктур является неравномерность распределения гранитов в их пределах — наиболее интенсивные восходящие движения отмечаются на участках значительной мощности гранитов.

Многообразие морфоструктур объясняется различием в размерах, форме и глубине залегания аномалеобразующих гранитных масс. По-видимому, при новейших движениях у слабоэродированных структур наиболее существенную роль играют процессы всплывания гранитов, а у сильноэродированных наряду с всплыванием — процессы «выдавливания» гранитных plutонов.

Таким образом, кольцевые морфоструктуры представляют собой выраженные в современном рельефе и активные в неоген-четвертичное время вулканоплутонические структуры. При их изучении ведущим являлся структурно-геоморфологический анализ; кроме того, были использованы геологические и геофизические материалы и применены некоторые новые методы — математические, дифракционный анализ. Применение комплекса методов позволило создать генетическую классификацию кольцевых морфоструктур, в основу которой положена морфология новейших кольцевых структур или форма участков локальных поднятий.

Особо следует подчеркнуть важную роль структурно-геоморфологического анализа при поисках и комплексном изучении слабоэродированных кольцевых структур. Основное внимание при этом необходимо уделять выявлению концентричности в расположении морфогенетических типов и структурных элементов рельефа, что наиболее эффективно может быть осуществлено только с использованием высотных аэрофотоснимков.

ЛИТЕРАТУРА

- Авдеев А. В. О кольцевых структурах магматических комплексов. «Сов. геология», № 10, 1965.
- Зейлик Б. С. О реликтах крупных палеозойских вулканов в Центральном Казахстане и возможности использования высотных фотоснимков с целью обнаружения подобных структур. «Изв. АН СССР. Сер. геол.», № 4, 1968.
- Миллер Р., Кан Дж. Статистический анализ в геологических науках. М., «Мир», 1965.
- Попова Г. З. Кольцевые и линейные морфоструктуры Казахской складчатой страны. Алма-Ата, «Наука», 1966.
- Свиричевская З. А., Яговкин В. И. Явления выдавливания гранитных массивов и их роль в образовании островных гор Центрального Казахстана. «Вестн. ЛГУ», вып. 4, № 24, 1966.
- Скублова Н. В., Зейлик Б. С. О кольцевых морфоструктурах Северного Прибалхашья. «Вестн. ЛГУ», вып. 2, № 12, 1969.
- Скублова Н. В., Зейлик Б. С., Набоков М. М., Яковлев Н. А. Опыт применения мелкомасштабных аэроснимков при составлении структурно-геоморфологических карт для отдельных районов Центрального Казахстана. В сб. «Прикладная фотограмметрия, труды Лаборатории аэрометодов». Л., «Наука», 1969.
- Урбах В. Ю. Биометрические методы. М., «Наука», 1964.
- Лаборатория аэрометодов объединения «Аэрогеология»
МИНГЕО СССР

Поступила в редакцию
5.IV.1971 г.

RING STRUCTURES OF CENTRAL KAZAKHSTAN AND METHODS OF THEIR STUDIES

N. V. SKUBLOVA

Summary

Studies of ring morphostructures and corresponding ancient structures of Central Kazakhstan revealed close connection of tectonic and neotectonic movements. Structural-geomorphological analysis played the main role in the studies; mathematical methods (trend analysis), high altitude aerial photos interpretation and diffractational analysis were also used. A genetic classification of ring morphostructures has been created.