

5. Геохимия литогенеза. –М., 1963. –460с.
6. Закономерности размещения бокситовых месторождений СССР / Д.Г.Сапожников, А.П.Никитина и др. –М., 1978. –256с.
7. Зарицкий П.В. Минералогия и геохимия диагенеза угленосных отложений (на материалах Донецкого бассейна). –Харьков, 1970-1971. –Ч. 1-2.
8. Казицын Ю.В., Рудник В.А. Руководство к расчету баланса вещества и внутренней энергии при формировании метасоматических пород. –М., 1968. –364с.
9. Кашик С.А., Карпов И.К. Физико-химическая теория образования зональности в коре выветривания. –Новосибирск, 1978. –152с.
10. Клекль В.Н., Сиротин В.И. Литолого-минералогические типы бокситов Белгородского района КМА и их промышленное значение // Изв. АН СССР. Сер. геол. –1972. –№ 10. –С. 89-107.
11. Лебедев В.И. О механизме преобразования кристаллических веществ в процессах эпигенеза – явление дэпитизации // Вестн. ЛГУ. –1981. –№ 12. –С.21-35.
12. Михайлов Б.М. Рудоносные коры выветривания. –Л., 1986. –240с.
13. Поспелов Г.П. Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза. –Новосибирск, 1973. –355с.
14. Сиротин В.И. История минералов свободного глинозема и эволюция литолого-минералогических типов бокситов КМА // Литология и полезн. ископаемые. –1973. –№ 6. –С.68-83.
15. Сиротин В.И. Стадиальный анализ древней глиноземной коры выветривания КМА // Проблемы теории образования коры выветривания и экзогенные месторождения. –М.: Наука, 1980. –С.239-253.

УДК 551.248:550.311:551.73(470.5)

Кузнецов Н.Б., Удоратина О.В., Андреичев В.Л.

## ПАЛЕОЗОЙСКОЕ ИЗОТОПНОЕ ОМОЛОЖЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ДОУРАЛИД И ПРОБЛЕМА ЭВОЛЮЦИИ ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОГО КОНТИНЕНТА В ПАЛЕОЗОЕ

Анализ палеозойских изотопных датировок доуральских комплексов Северной и Приполярной частей Западного Урала позволил выделить их частотные максимумы (440-420, 400-380 и 360-330 и 300-250 млн. лет). Показана синхронность основных эпизодов ремобилизации доуралид Западного Урала с этапами эволюции уралид Восточного Урала и несоответствие их стадиям омоложения гранитоидов Кокчетавского массива Казахстана. Сделано предположение о принадлежности уралид к средне-позднепалеозойской активной окраине Восточно-Европейского, а не Казахстанско-Киргизского континента.

Начиная с 1948 г., после известной публикации Н.П.Хераскова [8], за крупнейшими тектоническими комплексами Урала: нижним – позднекембрийско-среднекембрийском (байкальским) и верхним – позднекембрийско-позднепалеозойским (каледоно-герцинским), закрепились названия доуралиды и уралиды, соответственно.

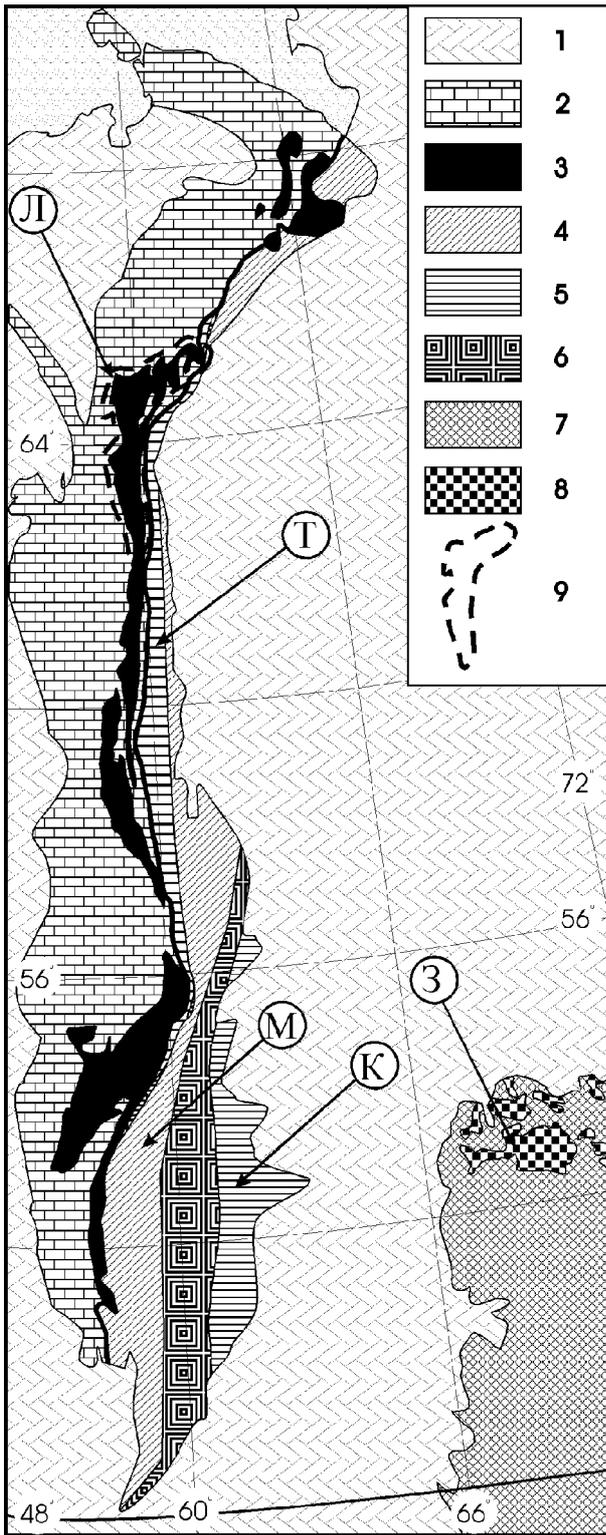
Уралиды распространены как на западном, так и на восточном Урале. Различия западноуральских и восточноуральских комплексов уралид общеизвестны и заключаются в следующем. На западе это, главным образом, дислоцированные толщи терригенно-кремнистых и терригенно-карбонатных пород, охватывающие стратиграфический интервал от верхнего кембрия до верхов палеозоя включительно. Базальные образования этого комплекса представлены мощными (до 1000 м) существенно песчано-конгломератовыми толщами (тельпосская свита Среднего, Северного и Приполярного Урала и её аналоги в других частях Западного Урала), налегающими со стратиграфическим несогласием на различно метаморфизованные толщи рифея и венда.

В противоположность уралидам Западного Урала, восточноуральские уралиды представлены преимущественно вулканогенно-осадочными, вулканогенными и гранитоидными образованиями возрастного диапазона от аренига до поздней перми. Их взаимоотношения с фрагментарно развитыми здесь комплексами доуралид исключительно текто-

нические у стратифицированных образований, и интрузивные у гранитоидов.

Западные уралиды в рамках учения о геосинклиналях обычно интерпретируются как комплекс каледоно-герцинской миогеосинклинали, а в тектонике литосферных плит – как комплекс палеозойской пассивной (атлантического типа) окраины Восточно-Европейского палеоконтинента. Соответственно, уралиды Восточного Урала рассматривают либо как эвгеосинклинальные, либо как образования, формирование которых происходило преимущественно на активных окраинах Уральско-палеоокеана.

В строении уралид Восточного Урала участвуют несколько крупных разновозрастных среднепалеозойских ассоциаций структурно-вещественных комплексов осадочно-вулканогенных и осадочных пород. Наиболее древняя из них распространена в Тагильской зоне Среднего и Северного Урала и Карталинско-Варненской зоне Южного Урала. А более молодая - слагает Магнитогорскую зону Южного Урала и её продолжение на Среднем и Северном Урале. В мобилистских построениях эти ассоциации интерпретируются как образования древних островодужных систем. Активное развития этих систем имело место в силуре и в эмско-фаменское время, то есть., соответственно, во временные интервалы, ограниченные рубежами примерно 450 – 420 и 400-360 млн. лет.



**Рис. 1.** Схема структурно-тектонического районирования северо-западной части Урало-Монгольского пояса: 1 - позднепалеозойско-кайнозойские комплексы чехла Русской и Западно-Сибирской плит и Тургайского прогиба; 2 - западноуральские уралиты; 3 - западноуральские доуралиды; 4 и 5 - восточноуральские уралиты; 4 - преимущественно силурийские вулканогенно-осадочные комплексы; 5 - преимущественно девонские вулканогенно-осадочные комплексы; 6 - восточноуральские уралиты и доуралиды нерасчлененные; 7 - докембрийско-палеозойские комплексы северо-западной части Казахстанско-Киргизского массива; 8 - гранитоиды Кок-

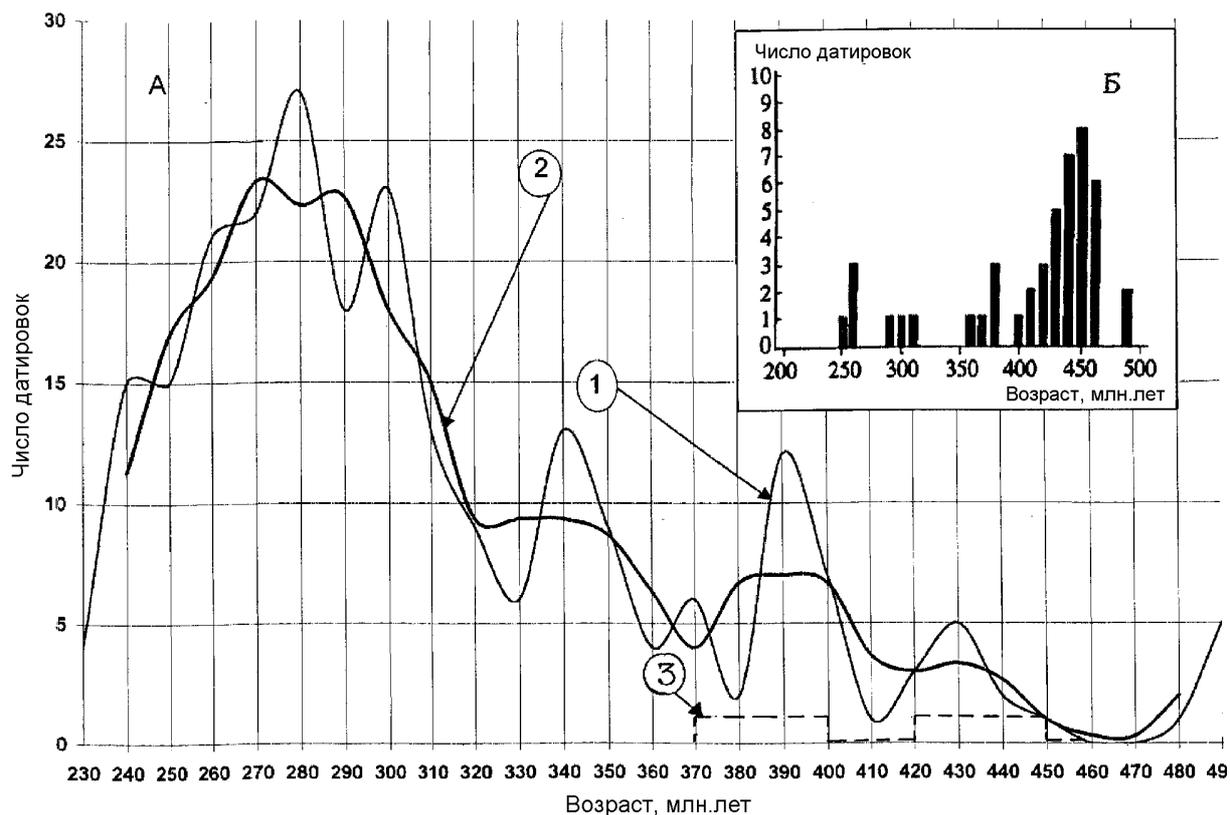
четаевского блока; 9 - поле развития западноуральских доуралид, для которых проведен анализ омоложенных датировок. Буквами в кружках обозначены: Л - Ляпинский антиклинорий; Т - Тагильская зона; М - Магнитогорская зона; К - Карталинско-Варненская зона; З - Зерендинский гранитный батолит.

До настоящего времени не выработано общепринятое решение вопроса по поводу понимания палеогеодинамической принадлежности восточноуральских уралитов (образований среднепалеозойских палеоостроводужных систем). Наибольшее распространение и признание получила точка зрения, выдвинутая в последнее время некоторыми уральскими геологами [3,4,6,10,11 и др.]. Основные положения этой гипотезы звучат следующим образом - в среднем палеозое происходила «...постоянная аккреция Казахстанско-Киргизского континента за счет присоединения микроконтинентов и островных дуг благодаря тому, что зона субдукции всегда падала под этот континент, обуславливая активный характер его окраины. Наоборот, противоположная окраина Палеоуральского океана, принадлежавшая Восточно-Европейскому континенту, была пассивной. Фактически Уральский ороген сформировался в результате коллизии этих двух границ, активной и пассивной» [4]. То есть, восточноуральские уралиты рассматриваются как реликт активной палеозойской окраины Казахстанско-Киргизского палеоконтинента и его продолжения в фундаменте Западно-Сибирской плиты. Предполагается, что в позднем палеозое комплексы Восточного Урала были обдуцированы на пассивную (атлантического типа) окраину Восточно-Европейского палеоконтинента. А это означает, что палеозойские вулканогенные и вулканогенно-осадочные комплексы Восточного Урала формировались на весьма значительном удалении от места формирования комплексов уралитов Западного Урала (пассивной окраины Восточно-Европейского палеоконтинента) и следовательно рассматриваются, по существу, как казахстаниды<sup>1</sup>. Эта нетрадиционная для понимания геологии Урала точка зрения поддержана и признана большинством зарубежных геологов. Без сомнения эти представления имеют право на существование. Однако, в настоящее время они, по существу, являются не более чем логической конструкцией, которая нуждается либо в подтверждении, либо в обосновании ее несостоятельности.

Целью настоящего исследования является попытка используя изотопные данные по комплексам доуралид Западного Урала провести независимую проверку справедливости приведенных построений.

Повторим, что в рамках анализируемой концепции комплексы доуралид Западного Урала широко распространены, в частности, в пределах Кожимской, Ляпинской, Саблегорской антиклинорийных структур зоны Центрально-Уральского поднятия на Западном склоне Северного и Приполярного Урала (рис.1) слагают фундамент западноуральских ура-

<sup>1</sup> Термин «казахстаниды» означает здесь принадлежность комплексов к окраине Казахстанско-Киргизского палеоконтинента.



**Рис. 2. Графики частот встречаемости изотопных датировок:** А. Гистограммы средне- позднепалеозойских датировок западноуральских доуралит (допозднекембрийско-раннеордовикских комплексов): 1 - график количества датировок, приходящихся на временные отрезки, равные 10 млн. лет ; 2 - график количества датировок, в скользящем с шагом 10 млн. лет временном окне размером 30 млн. лет. Б. Гистограмма K-Ar-возрастов позднеордовикских гранитоидов Зерендинского интрузивного комплекса Кокчетавского блока Северо-Западного Казахстана [9].

лид, вместе с которыми в течение большей части палеозоя были отделены от области формирования комплексов уралит Восточного Урала Палеоуральским океаном, то есть, располагались на весьма значительном удалении от них. В непосредственное соприкосновение комплексы Западного Урала и восточные уралиты пришли лишь в позднем палеозое (280 – 250 млн. лет назад) во время полного закрытия Палеоуральского океана и коллизии Восточно-Европейского и Казахстанско-Киргизского палеоконтинентов.

Если допустить, что эта гипотеза справедлива, то в западных доуралитах (в фундаменте пассивной окраины) должны были бы фиксироваться только процессы структурного и вещественного преобразования, генетически связанные с этапом позднепалеозойской коллизии. То есть, изотопные возрасты рифейско-среднекембрийских метаморфических пород и гранитоидов Западного Урала должны быть существенно омоложены и иметь значения, попадающие в интервал 280-250 млн. лет. Последнее следует из самого понимания этих комплексов как элемента структуры палеозойской пассивной окраины.

В качестве одного из способов проверки выдвинутой гипотезы мы предлагаем рассмотрение истории ремобилизации вещества неравномерно метаморфизованных осадочных, вулканогенно-осадочных и гранитоидных доуральских комплексов зоны Центрально-Уральского поднятия на Западном склоне Северного и Приполярного Урала.

Фактологической основой нашего исследования послужило выполненное недавно В.Л.Андреичевым обобщение и анализ геохронологического материала по доуралитам Приполярного Урала, накопленного за более чем тридцатилетнюю историю изотопно-геохронологического изучения этих образований [1].

На первом этапе нашего исследования из всей совокупности приведённых в этой работе изотопных датировок доуралит были выбраны только датировки, попадающие в интервал от 470 до 210 млн. лет, то есть датировки, характеризующие этапы палеозойского преобразования этих заведомо допозднекембрийско-раннеордовикских метаморфических образований и однообразных им гранитоидов.

Всего в рассматриваемую выборку было включено около 250 датировок, подавляющее большинство которых составили K-Ar данные. Подробная библиографическая информация, аналитические данные и вероятностные характеристики конкретных датировок с исчерпывающей полнотой приведены в работе В.Л.Андреичева [1].

На следующем этапе все датировки, которые мы включили в выборку, были выстроены в порядке убывания значения возраста. После этого был построен график частоты “встречаемости” датировок в выборке, показывающий количество датировок, приходящихся на временные отрезки, равные 10 млн. лет (рис.2А, кривая 1).

Анализ полученной кривой показал, что для неё характерна резкая расчленённость на максимумы и минимумы. При этом выделяются разновозрастные максимумы частоты “встречаемости” датировок, соответствующие следующим значениям возраста – 430, 370, 340, 300, 280 и 240 млн. лет. Важно отметить, что продолжительность отдельных максимумов и минимумов, а так же частота их сменяемости (чередования) соизмеримы с обычной для К-Аг метода точностью определения изотопного возраста.

Последнее обстоятельство заставило нас провести анализ самой этой кривой и качественно показать статистическую значимость или незначимость выявляемых частотных максимумов и минимумов. Для этого был построен график, показывающий количество датировок в скользящем с шагом 10 млн. лет временном окне размером 30 млн. лет (рис.2А, кривая 2). Анализ полученного графика показывает, что:

1) пилообразность частотной кривой существенно сгладилась, т.е. на ней пропал ряд минимумов и максимумов, а их “продолжительность” стала значительно большей, выходящей за пределы точности лабораторных измерений;

2) устанавливаются несколько повышенные значения частоты встречаемости датировок в интервале времени от 440 до 420 млн. лет;

3) отчетливый максимум приходится на интервал времени 400 – 380 млн. лет;

4) выделяется максимум в интервале 360 – 330 млн. лет;

5) наиболее ярко выражен максимум, приходящийся на интервал времени 300 – 250 млн. лет, характеризующийся пиками 290 и 270 млн. лет.

Общей закономерностью полученной кривой является то, что интенсивность максимумов экспоненциально уменьшается от молодых к древним. Это явление находит удовлетворительное объяснение, если учесть, что все включенные в выборку датировки характеризуют изотопный возраст заведомо допозднекембрийско-раннеордовикских вещественных комплексов, и, следовательно, характеризуют время проявления палеозойских процессов метаморфического (термального) или гидротермально-метасоматического преобразования этих комплексов. Если учесть, что температуры, при которых происходили эти преобразования, охватывают диапазон от 350 до 500<sup>0</sup> и выше [5,7], то есть зачастую превышают пороговые температуры закрытия К-Аг изотопной системы [2], то становится очевидным тот факт, что каждый более поздний процесс привел к затухиванию результатов проявления более ранних процессов. То есть, увеличение интенсивности частотных максимумов изотопных датировок в ходе палеозойской эволюции доуралид, в общем случае, не указывает на нарастание интенсивности проявления геологических процессов, а является следствием более поздней метаморфической (термальной) или гидротермально-метасоматической переработки древних вещественных комплексов.

Самым важным выводом, который может быть сделан из анализа графиков частот «встречаемости» палеозойских датировок доуралид, является то, что не подтверждается ожидаемое в случае справедливости проверяемой гипотезы отсутствие частотных максимумов, отвечающих среднепалеозойским кульминациям процессов метаморфической (термальной) или гидротермально-метасоматической переработки доуралид, то есть их тектонической активизации. Следовательно, может быть поставлено под сомнение одно из основных положений анализируемой концепции – принадлежность доуралид к фундаменту палеозойской **пассивной** окраины андийского типа.

Более того, сопоставление выявленных частотных максимумов (рис.2А, кривая 2) с этапами эволюции уралид Восточного Урала или, что одно и то же – с этапами активного развития среднепалеозойских островодужных систем Палеоуральского океана и с этапами омоложения позднеордовикских гранитоидов Зерендинского батолита Кокчетавского блока Казахстана (рис.2Б), то бросается в глаза их коррелируемость в первом случае, и отчетливое отсутствие корреляции во втором.

То есть, говоря другими словами, этапы активного развития среднепалеозойских островодужных систем Палеоуральского океана находят своё отражение в виде тектонической активизации доуралид Западного Урала. Из этого может быть сделан вывод о том, что комплексы, участвующие сейчас в строении зон Западного и Восточного Урала, в среднем палеозое не были разобщены пространством Палеоуральского океана, а участвовали в строении одной сложной и длительно развивавшейся активной окраины Восточно-Европейского палеоконтинента. Современным аналогом такой окраины может служить Охотско-Курильский сегмент Западно-Тихоокеанского подвижного пояса. И действительно, осадочные отложения эпиконтинентальной части Охотского моря и подстилающие их допозднекайнозойские образования могут быть легко сопоставлены, соответственно, с ордовикско-пермскими комплексами уралид Западного Урала и подстилающими их доуралидами; комплексы современной Южно-Курильской котловины и собственно Курильской островной дуги – с комплексами уралид Восточного Урала. В будущем, по-видимому, произойдет “захлопывание” Южно-Курильского задугового бассейна и столкновение Курильской дуги со структурами эпиконтинентальной части Охотского моря, что неминуемо отразится процессами тектонической активизации допозднекайнозойских образований, подобно тем, которые фиксируются в доуралидах.

Позднепалеозойское изотопное омоложение доуралид Западного Урала, одновозрастно процессам массового становления пермских гранитоидов, интрузирующих и метаморфизирующих уралиды Восточного Урала. Обычно эти гранитоиды интерпретируются как синколлизонные образования, гене-

тически связанные с коллизией – начавшимся в конце ранней перми столкновением активных окраин Восточно-Европейского и Казахстанско-Киргизского палеоконтинентов.

Таким образом, анализ палеозойских изотопных датировок доуральских вещественных комплексов Приполярной части Западного Урала позволяет:

1. Сделать вывод о том, что этапы ремобилизации доуральского фундамента уралид Западного Урала проявлялись синхронно с этапами эволюции уралид Восточного Урала;

2. Предположить, что режим развития палеозойской окраины Восточно-Европейского континента отличается от режима эволюции типичной пассивной континентальной окраины **атлантического** типа;

3. Поставить под сомнение представления о уралоидах Восточного Урала как о «казахстанидях»;

4. С учетом известных данных по геологии Урала предложить модель палеогеодинамической эволюции Уральской окраины Восточно-Европейского палеоконтинента в среднем-позднем палеозое по типу развития современной Западно-Тихоокеанской активной окраины.

*Работы проводятся в рамках программы «Урал: фундаментальные проблемы геодинамики и стратиграфии», при финансовой поддержке РФФИ, гранты 99-05-64005 (руководитель – С.Г.Самыгин) и 00-05-64645 (руководитель – О.В.Удортина).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андричев В.Л. Изотопная геохронология доуралид Приполярного Урала. -Сыктывкар, 1999. -48 с.
2. Додсон М. Теория возрастов охлаждения. Изотопная геология. -М., 1984 -С.205-214.
3. Пучков В.Н. Палеоокеанические структуры Урала // Геотектоника. -1993. -№ 3. -С.18-33
4. Пучков В.Н. Тектоника Урала. Современные представления // Геотектоника. -1997. -№ 4. -С.42-61
5. Пыстин А.М. Полиметаморфические комплексы западного склона Урала. -СПб., 1994. -208с.
6. Серавкин И.Б. Тектоно-магматическая зональность Южного Урала и его положение в складчатых системах Урало-Монгольского пояса // Геотектоника. -1997. -№ 1. -С.32-47.
7. Тимонина Р.Г. Петрология метаморфических пород Приполярного Урала. -Л., 1980. -100 с.
8. Херасков Н.П. Принципы составления тектонических карт складчатых областей Южного Урала // Изв. АН СССР. Сер. геологическая. -1948. -№ 5. -С.121-134.
9. Шатагин К.Н. Возраст и происхождение гранитоидов Зерендинского батолита в Северном Казахстане по результатам Rb-Sr-изотопного исследования // Докл. РАН. -1994. -Т. 336, №5. -С.674-676.
10. Язева Р.Г., Бочкарёв В.В. Постколлизийный девонский магматизм Северного Урала // Геотектоника. -1993. -№ 4. -С.56-65.
11. Язева Р.Г., Пучков В.Н., Бочкарёв В.В. Реликты активной континентальной окраины в структуре Урала // Геотектоника. -1989. -№ 3. -С.76-89.

УДК 551.4 (470.32)

Трегуб А.И., Жаворонкин О.В.

## МОРФОМЕТРИЯ СОВРЕМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ И НЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТЕРРИТОРИИ ВКМ

Морфометрическая характеристика современной поверхности получена на основе анализа вероятностных моделей рельефа. Созданы программа обработки данных с меняющимся окном осреднения и банк исходных данных для территории ВКМ, позволяющие составлять комплекты морфометрических карт в широком диапазоне масштабов. Для территории ВКМ рассмотрены соотношения неотектонической структуры с различными морфометрическими параметрами современной поверхности. Отмечена высокая степень корреляции блоковой структуры с особенностями морфометрического строения территории. Дана оценка потенциала развития современных экзогеодинамических процессов.

В изучении геоморфологического и неотектонического строения той или иной территории на начальных этапах (в частности на подготовительном этапе проведения ГДП - 200) наряду с комплексным дешифрированием МДС большое значение имеют морфометрические исследования. Они позволяют формализовать данные о рельефе, выявить его важнейшие системообразующие свойства. Формальная модель рельефа базируется на нескольких фундаментальных понятиях [8], таких как: поверхность Земли (земная поверхность), рельеф земной поверхности и его формы, поверхность выравнивания и геоморфологический цикл.

Земная поверхность - это граница, отделяющая литосферу от гидросферы и атмосферы (географической оболочки), через которую осуществляется обмен веществом и энергией между литосферой и внешними оболочками Земли.

Рельеф земной поверхности - совокупность неровностей земной поверхности различных размеров, измеряемых относительно тех или иных базисных уровней. Важнейшей разновидностью базисных уровней является эквипотенциальная поверхность гравитационного поля.

Рельеф земной поверхности образован его формами - системами элементов (граней, ребер, уз-