УДК 551.242; 550.83

# ДВУМЕРНАЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УРАЛА

***Колтышева Е.С.*** – Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург

***Аннотация.*** В работе представлена и проанализирована двумерная модель субмеридиональной части Уральской структуры, созданная на основе обобщения геофизических и палеотектонических данных: амплитуд осадконакопления, глубины поверхности Мохоровичича, основности земной коры, тепловых потоков, аномального магнитного поля, амплитуд неоген-четвертичных поднятий, современного рельефа. Установлено, что основные особенности геополей находятся, как правило, в пределах трога поверхности Мохо.

*Уральская структура, геополя, трог поверхности Мохоровичича, мощности осадков, двумерная модель.*

# TWO-DIMENSIONAL GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL MODEL OF THE URALS

*Koltysheva E.S. – Institute of Geophysics UB of RAS, Yekaterinburg*

***Abstract.*** The paper presents and analyses two-dimensional model of meridional part of the Ural structures created on the basis of generalization of geophysical data and paleotectonic: amplitudes of sedimentation, depth of mohorovichich's surface, the basicity of the earth's crust, heat flow, anomalous magnetic field, the amplitudes of the Neogene-Quaternary uplift, the modern topography. It is established that the main features geofields are, as a rule, within the trough, the Moho surface.

*Ural orogen, geofields, trog mohorovichich's surface, the power of precipitation, two-dimensional model.*

## *Введение*

Настоящая работа посвящена двумерной модели субмеридиональной части Уральской складчатой системы, созданной на основе обобщения геолого-геофизической информации. В качестве основных геополей использованы следующие материалы: глубина поверхности Мохоровичича (М) – В.С. Дружинин, 1989 г.; основность земной коры – В.М. Рыбалко, Б.Г. Семенов, 1989 г.; схемы тепловых потоков – В.А. Щапов и др., 1990 г.; современного рельефа; аномального магнитного поля – А.В. Чурсин и др., 1985 г.; амплитуд неоген-четвертичных поднятий – В.А. Сигов, 1967 г. Для построения амплитуд осадконакопления использованы Палеотектонические карты СССР под редакцией Т.Н. Спижарского 1974, 1977 и 1982 гг.

Урал является крупнейшей линейной структурой Евро-Азиатского материка, находящейся на границе Европы и Азии. Исследованиями установлено, что уральская структура выделяется во всех геополях: рельеф дневной поверхности, глубина до поверхности М, тепловые потоки, магнитное поле, электросопротивление верхней мантии (Глубинное … , 1991). Важнейшим разделом в консолидированной толще земной коры является ее подошва – граница Мохоровичича (Юдахин и др., 2003). Урал является районом уникальным с точки зрения изучения поверхности М по данным ГСЗ: Уральский регион пересекают в различных направлениях 15 геотраверсов и профилей общей протяженностью 12 000 пог. км (Дружинин и др., 1998). Именно это обстоятельство позволяет составить двумерную модель столь протяженной (с 52 до 64º с. ш.) структуры, сопоставляя профили друг с другом по наилучшему совпадению поверхности М.

Целью настоящей работы является создание комплексной геолого-геофизической модели Уральской складчатой системы, включающей основные геополя и характер осадконакопления, составленной на основании поведения поверхности Мохоровичича.

## *Описание геополей*

*Схема глубин поверхности Мохоровичича*. Глубинные сейсмозондирования имеют большое значение для создания геолого-геофизических моделей на всю мощ-

ность земной коры. Однако для настоящей работы главное значение имеет поведение поверхности Мохоровичича в плане.

Одна из главных особенностей глубинного строения Уральского региона – это «мантийный трог» – резкое, до 7–15 км, погружение подошвы земной коры в узкой зоне, в основном вписывающейся в современные границы Тагило-Магнитогорского прогиба (Дружинин и др., 1998). Максимальные глубины погружения поверхности «М» в пределах уральского «трога» составляют 55–65 км. Установлена хорошая корреляция материалов, полученных при такой интерпретации, с физическими полями и поверхностными геологическими структурами. На основе глубины поверхности Мохоровичича, полученной по разрезам ГСЗ под руководством В.С. Дружинина, в 1989 и 1993 гг. были составлены схемы изолиний масштаба 1: 2500000. Собственно Уральская область представлена на этих схемах «трогом» поверхности Мохоровичича при ширине на уровне 50 км – от 80 до 100 км. Это трог в интервале Екатеринбург–Челябинск резко ундулирует на восток, на широте около 60º с. ш. осложняется диагональной структурой северо-западного простирания, а севернее 64º с. ш. разворачивается на северо-восток в соответствии с простиранием Уральских гор (рис. 1, цветная вкладка).

*Схема основности земной коры*. Коэффициент основности земной коры был введен для обобщенной характеристики коры региона В.М. Рыбалко и Б.Г. Семеновым. Под основностью понимается отношение суммарной мощности прослоев с пластовой скоростью продольных волн более или равной 6,5 км/с к мощности коры (Семенов, 1983). Для Урала характерно прямое соотношение между основностью коры и осредненными аномалиями силы тяжести (Глубинное ... , 1991).

В результате оказалось, что Уральской структуре соответствует повышенная основность земной коры, особенно в пределах Тагильского и Магнитогорского прогибов (см. рис. 1, цветная вкладка). Наиболее низкой основностью в пределах складчатой области отличаются сильно гранитизированные участки поднятий. Вместе с тем на Урале существует и поперечная зональность. Уральская структура распадается как бы на четыре основных части. Севернее 64º с. ш. находится диагональная область с коэффициентом основности более 0,8, от 57 до 63º с. ш. находится линейная область с коэффициентом основности более или равным 0,8, в пределах этих областей существуют локальные участки с коэффициентом основности равным 1. Наиболее «кислая» часть Уральской структуры находится в пределах от широты г. Екатеринбурга до широты г. Троицка, далее на юг вновь выделяется зона повышенной основности с коэффициентом основности равным 0,65–0,75. Главное проявление поперечной зональности Урала – это субширотная зона пониженной основности, хорошо коррелируемая с ундуляцией погружения поверхности Мохоровичича между Екатеринбургом и Троицком. Четко выделяется также в пределах Европейской платформы диагональная зона пониженной основности. Отмеченная поперечная зональность контролируется пересекающими как Урал, так и обрамляющие его платформенные окраины субширотными зонами разломов, по-видимому глубинного заложения. Эти разломы трассируются обычно поперечными нарушениями регулярности геофизических полей (Глубинное … , 1991).

*Распределение поверхностного теплового потока*. Тепловые потоки менее 30 мВт/м$^2$ и минимальные температуры при наблюдениях до глубин 1–1,5 км отмечаются в Тагило-Магнитогорском погружении. Значения 20 мВт/м$^2$ и менее соответствуют Магнитогорскому прогибу, на Среднем Урале в эту область входит Тагильский прогиб и его ближайшее обрамление. Самые большие тепловые потоки наблюдаются на восточном склоне Урала, здесь же фиксируются повышенные температуры, чему способствуют низкотеплопроводные покровные образования, причем температура на глубине является линейной функцией их мощности. Установ-

лено, что коэффициент теплопроводности мезозойско-кайнозойских пород составляет 0,56 от его значения для пород палеозойского фундамента (Глубинное ... , 1991). Малые значения теплового потока для Урала не совпадают с имевшимися представлениями о тепловом состоянии герцинид, где тепловой поток обычно составляет 57±6 мВт/м$^2$ (Дучков, Соколова, 1985). Наиболее вероятной причиной, вызывающей малые тепловые потоки, является низкое содержание урана, тория и калия в земной коре Урала (Булашевич, Щапов, 1987). С повышением основности теплогенерация уменьшается, а плотность пород растет. Поэтому между величиной теплового потока и аномалиями силы тяжести должна быть тенденция к обратной зависимости. При этом нужно учитывать, что тепловой поток создается корой и мантией, а гравитационные аномалии во многих случаях могут быть объяснены влиянием приповерхностных образований до глубины 10–15 км (Глубинное ... , 1991).

*Аномальное магнитное поле Урала.* Магнитное поле Урала отличается резкой дифференцированностью. Это связано с тем, что локальные аномалии созданы породами, слагающими самые верхние части коры до глубин 6–7 км, реже 10–15 км (Глубинное ... , 1991). Для изучения распределения магнитных масс в литосфере Урала применялась разновысотная магнитная съемка по семи широтным геотраверсам и двум субмеридиональным увязочным профилям вдоль восточного и западного склонов Урала, выполненная в 1981–1984 гг. А.В. Чурсиным (Уралгеология). Все измерения с помощью интеграла Пуассона пересчитаны на высоту 20 км. В процессе измерений вдоль геотраверсов выставлялось до 20 магнитовариационных станций. Главное поле Земли учитывалось с использованием данных спутника MAGSAD, с помощью которого производились наблюдения приближенные во времени проведения работ по аэрогеотраверсам (Чурсин и др., 1985). Крупной особенностью аномального магнитного поля Урала является протяженная отрицательная аномалия, которая протягивается вдоль всей Уральской структуры в виде пояса шириной 100–300 км и характеризуется напряженностью поля –150…–250 нТл (Федорова и др., 1986). Очевидно, что данная аномалия отражает низкую намагниченность пород, слагающих основные уральские структуры, в сравнении с намагниченностью пород сопредельных территорий Восточно-Европейской платформы и Западно-Сибирской плиты (Глубинное ... , 1991). Отрицательная аномалия почти точно совпадает с центральной и западной частями регионального уральского погружения границы Мохо.

*Амплитуды неоген-четвертичных вертикальных движений.* В неогене и антропогене (четвертичный период) Урал претерпел существенную перестройку рельефа под влиянием преимущественно тектонических факторов. Общей тенденцией тектонического развития Урала и его обрамления во второй половине кайнозойской эры являются поднятия. Они начались еще в олигоцене, обусловив регрессию палеогеновых морей, но более отчетливо проявились в неогене. Поднятия имели колебательно-волновой характер и сменялись эпохами региональных или локальных опусканий (Новейшая ... , 1975).

По данным Института горного дела прямыми измерениями в горных выработках установлено, что Уральская структура испытывает в настоящее время субширотные сжимающие напряжения. Это предположение подтверждено сейсмометрическими данными Уралгеологии. В Институте геофизики УрО РАН А.Л. Алейниковым и О.В. Беллавиным была разработана концепция геотензометров, согласно которой блоки земной коры, ограниченные сходящимися книзу разломами, при сжимающих условиях воздымаются, а при растягивающих – опускаются (Рыжий и др., 1998).

За последние 30–35 млн лет дневная поверхность в пределах Уральских гор претерпела воздымание на сто и более метров. Они особенно значительны в Североуральской и Полярноуральской частях. На широтах севернее 59º с. ш. отмечаются вы-

сокоградиентные воздымания шириной около 50 км и интенсивностью до трехсот и более метров. На юге Урала ширина области поднятий доходит до 150 км по изолинии с максимумом амплитуды более 150 м. В средней части Урала, на широте Перми, воздымания минимальны и не превышают 50 м (Новейшая ... , 1975).

*Мощности осадков.* Во ВСЕГЕИ группой Т.Н. Спижарского были построены и изданы карты амплитуд осадконакопления масштаба 1 : 5 000 000 по 16 временным периодам со среднего рифея по триас (Палеотектонические ... , 1977). При построении карт была принята довольно сложная легенда геодинамических режимов, основанная преимущественно на геосинклинальной теории развития земной коры. Кроме того, возможно, некоторые фаунистические определения возраста устарели. Однако это единственное обобщение такого рода. Методика составления сводных разрезов состояла в целевой обработке палеотектонических карт с Юрматинского времени по триас без привязки их к геодинамическим режимам. Амплитуды осадконакопления были нанесены на разрезы вдоль профилей 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68º с. ш. от 42 до 72º в. д. по 16 геологическим периодам (Колтышева, 2001; 2006).

В протерозое с Юрматинского по Валдайское-Юдомское время на всей территории Урала и Предуралья отмечается, в основном, осадкообразование большой мощности. В нижнем кембрии (Амгинский век) в северном секторе с 68 по 60º с. ш. осадки отсутствуют, наблюдается общее воздымание дневной поверхности. Южнее они появляются вначале в Зауралье на 58 и 56º, распространяясь до Тагило-Магнитогорского прогиба на 54º с. ш. и Предуральского краевого прогиба на 52º с. ш. В верхнем кембрии (Майский век) они охватывают уже Предуральский краевой прогиб на 68–64º с. ш., Центрально-Уральское поднятие на 62 и 60º с. ш., Западно-Уральскую внешнюю зону складчатости на 62º с. ш. На 58–54º с. ш., они ограничиваются преимущественно Тагило-Магнитогорским прогибом, а на 52º достигают Предуральского краевого прогиба. С нижнего ордовика по нижний девон область осадконакопления соответствует в основном Уральским структурам за исключением северного сектора, где на 62º с. ш. она достигает Предуральского краевого прогиба, а севернее – Печорской синеклизы. Необходимо отметить общее уменьшение ареала осадконакопления в нижнем ордовике и распространение его на Печорскую синеклизу на 68 и 66º с. ш. в силуре.

Наиболее резкая перестройка тектонического режима территории начинается со среднего-верхнего девона, когда осадконакопление захватывает обширные территории Восточно-Европейской платформы с наибольшей мощностью в пределах Предуральского краевого прогиба, а Уральские структуры начинают воздыматься. Полное прекращение осадконакопления в пределах Урала наступает в нижней перми. В нижнем девоне небольшие бассейны осадконакопления в пределах современного Предуральского краевого прогиба существуют на разрезах, соответствующих 68, 66, 64º с. ш.

В пределах Предуральского краевого прогиба осадконакопление отмечается по средний триас на 68, 66, 64º с.ш., по верхнюю пермь на 62, 60, 58 и 54º, нижнюю пермь – 56º и верхний триас – 52º с. ш. Необходимо отметить отсутствие осадконакопления в пределах Тиманской гряды на 66 и 64 профилях в верхней перми-нижнем триасе.

Таким образом, в Уральском регионе отчетливо выделяются две основные области с разной динамикой осадконакопления: западная и восточная (Колтышева, 2012). В зоне сочленения восточной окраины Восточно-Европейской платформы с Уральской складчатой системой отмечается закономерное чередование мощностей осадконакопления за рассматриваемый геологический период. Главной особенностью является начало формирования Предуральского краевого прогиба с одновременным опусканием восточной окраины Восточно-Европейской платформы и началом воздымания структур Урала в среднем

девоне. В это же время начинается или резко усиливается осадконакопление в бассейнах Верхоянско-Чукотской складчатой области, Вилюйской синеклизы, Обь-Тазовской синеклизы и Днепровско-Донецкого авлакогена (Палеотектонические ... , 1977).

Рассмотрение аналогичных материалов по геотраверсам «Гранит», «Рубин-1», «Рубин-2» свидетельствует о том, что на всем их протяжении нет ни одного случая, кроме границы между Европейской платформой и Уралом, когда два крупных сегмента земной коры испытывают противоположные вертикальные движения друг относительно друга столь продолжительное время. Логично предположить, что эти движения обусловлены, начиная со среднего девона, взаимодействием двух крупных литосферных плит (Рыжий и др., 2000).

### *Методика составления двумерной модели*

Двумерная модель Урала составлена на основании обобщения геофизических материалов по профилям, совпадающим с 52, 56, 60, 64º с. ш. По каждому профилю нанесены кривые современной высоты рельефа дневной поверхности, неоген-четвертичных движений, поведения Мохо, поведения магнитного поля, пересчитанного на высоту 20 км, мощности теплового потока, основности земной коры, вынесены основные тектонические элементы (рис. 2).

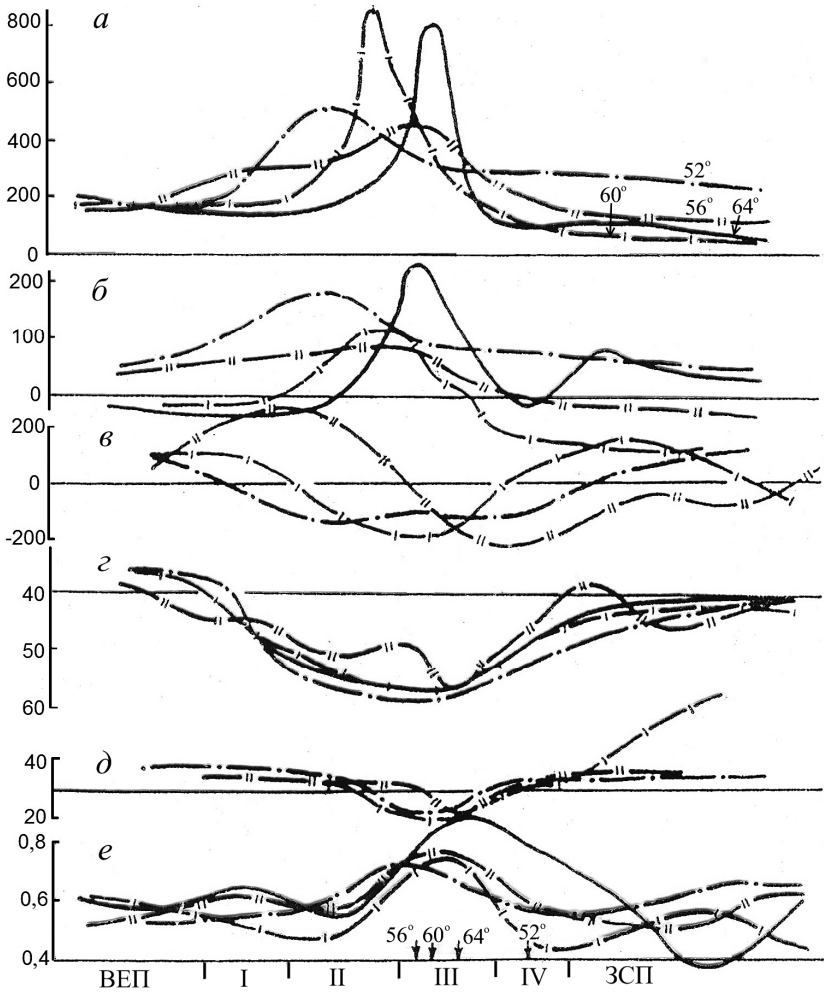


**Рис. 2.** Кривые геополей по широтным профилям:
*а* – современный рельеф (м); *б* – амплитуды неоген-четвертичных движений (м); *в* – магнитное поле (мТл); *г* – поверхность Мохо (км); *д* – тепловые потоки (мВт/м$^2$); *е* – основность земной коры (отн. ед.).
I – Предуральский краевой прогиб, II – Западно-Уральская внешняя зона складчатости и Центрально-Уральское поднятие, III – Тагило-Магнитогорский прогиб, IV – Восточно-Уральское поднятие

Затем каждое геополе было осреднено, были построены среднеарифметические кривые геополей (рис. 3). В северном секторе Урала вблизи профиля 64° с. ш. нет аэромагнитного траверса и достаточно представительных исходных материалов по магнитному полю и тепловым потокам, поэтому кривые этих параметров построены только по трем профилям. При этом оказалось, что ширина трога поверхности М на всех разрезах примерно одинакова. На профилях 52, 60, 64° с. ш. поведение М плавное, а на профиле 56° с. ш. наблюдается плановый волнообразный изгиб (ундуляция) прогиба М.

Завершают модель кривые мощности

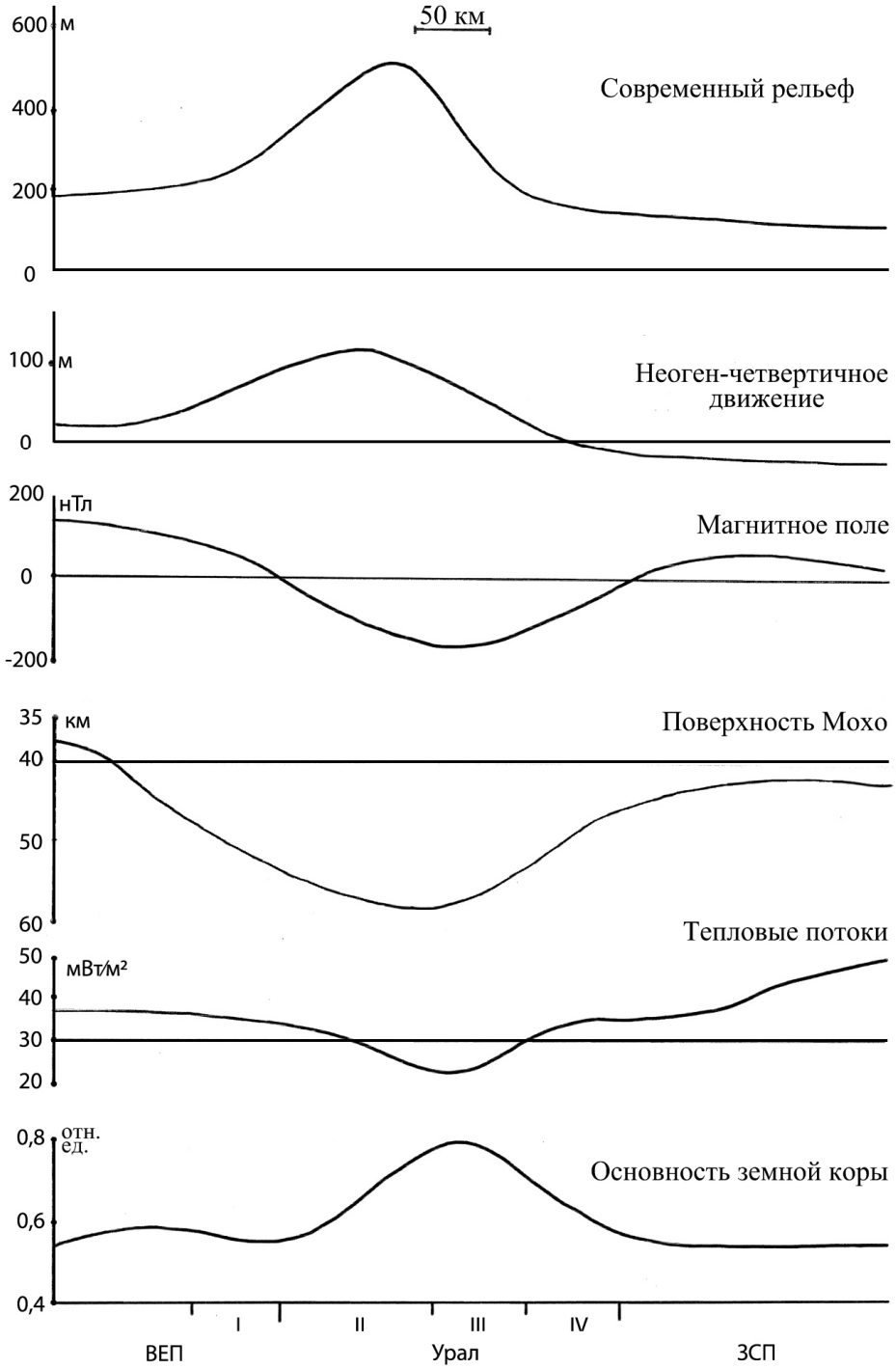


**Рис. 3.** Двумерная модель Урала: осредненные геополя:
Условные обозначения см. рис 2

осадконакопления по тем же профилям (рис. 4). Разрезы по разным профилям были совмещены по наилучшему совпадению поверхности М, и построен сводный разрез осадконакопления, представляющий собой среднеарифметические значения мощностей осадков по всем профилям (52, 56, 60, 64º с. ш.) по геологическим периодам, без

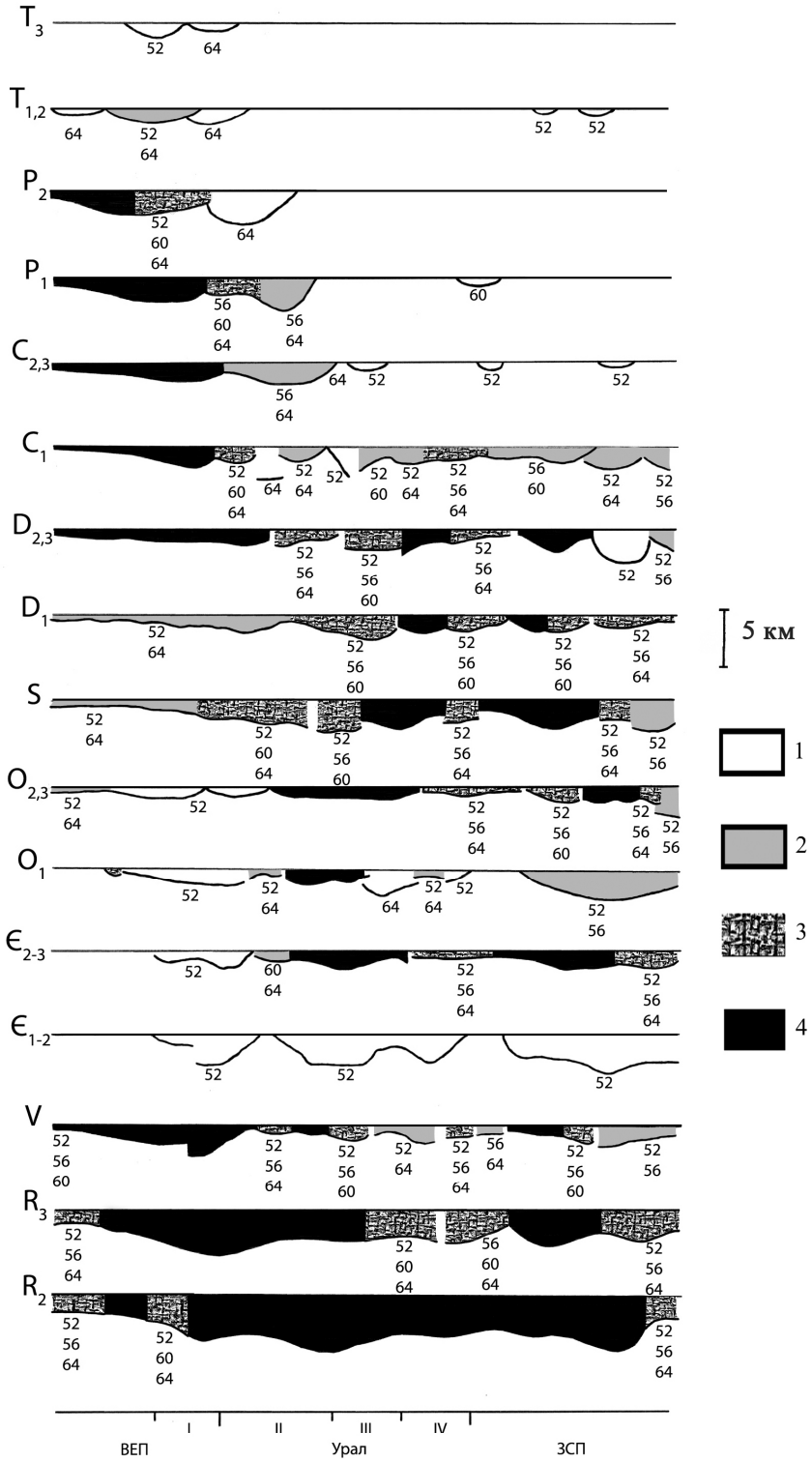


**Рис. 4.** Двумерная модель Урала: мощности осадков:
совпадение мощности осадков на 1 – одном, 2 – двух, 3 – трех, 4 – четырех профилях;
52, 56, 60, 64 – широта профилей. Остальные обозначения см. рис. 2

привязки к геодинамическим режимам. Сводный разрез представлен в следующем виде: при наличии осадков на всех четырех профилях интервалы отмечены сплошной заливкой, на трех и менее профилях – интервалы отмечены соответствующей штриховкой и указаны номера этих профилей. Таким образом получена геолого-геофизическая модель земной коры Уральской структуры и прилегающих территорий, составными частями которой являются основные геополя и обобщенные мощности осадконакопления.

***Анализ полученных материалов***

При сопоставлении кривых геополей обращает на себя внимание то обстоятельство, что все основные особенности геополей находятся, как правило, в пределах трога поверхности М по изолинии 50 км. При этом области распространения наиболее плотных участков земной коры и пониженных тепловых потоков располагаются в восточном борту трога, а районы воздымания современной дневной поверхности и максимальных неоген-четвертичных поднятий – в центральной и западной частях погружения поверхности М.

На протяжении Уральской структуры основные особенности геополей распределены в определенной зависимости от глубины и поведения поверхности Мохоровичича. В то же время обращают на себя внимание два обстоятельства: наличие на широте 59º с. ш. смещения максимальной глубины трога М по диагональной зоне, что может быть связано с клин-тектоникой (Рыжий и др., 1998), а также довольно резкая ундуляция трога на восток с максимумом на 56º с. ш. Зона этой ундуляции отличается наиболее «кислой» корой, минимальными неоген-четвертичными движениями, минимальной высотой современного рельефа и максимальной сейсмичностью (Рыжий, 2001).

Кривые основности земной коры хорошо коррелируют с кривыми тепловых потоков, причем максимуму основности (коэффициент основности 0,8) соответствует минимум теплового потока (менее 30 мВт/м$^2$). В поведении же кривых магнитного поля, неоген-четвертичных движений и современного рельефа не наблюдается соответствия. По мнению Б.П. Рыжего, это может свидетельствовать о том, что более глубокие части земной коры по своему строению хорошо соответствуют поведению поверхности М, а неоген-четвертичные движения и связанный с ними современный рельеф в значительной мере зависят от относительно непродолжительного в геологическом времени периода – последние 23 млн лет (Новейшая ... , 1975) и от геодинамических условий, существовавших в различных по простиранию структурах и блоках за этот период (Рыжий, 2001).

Взаимоотношения обобщенных кривых геополей следующие:

– Тепловые потоки и основность земной коры хорошо коррелируют между собой: повышению основности соответствуют пониженные тепловые потоки. Эта особенность поведения тепловых потоков и основности находится в восточной части трога поверхности М.

– Понижение магнитного поля (до -150…-200 нТл) соответствует восточной и центральной части прогиба поверхности М.

– Максимум неоген-четвертичных воздыманий находится западнее максимальной высоты современного рельефа, что позволяет согласиться с представлениями Д.В. Наливкина, что и сейчас Уральские горы не только воздымаются, но и медленно передвигаются на запад (Наливкин, 1962). Поскольку такое явление отмечается в единичных сочетаниях на всех изучаемых профилях, его можно считать достоверным.

Установлено согласованное поведение мощностей осадконакопления. В нижнем кембрии, кроме профиля 52º с. ш., осадконакопления нет. С верхнего кембрия по средний девон в пределах Урала и Зауралья повсеместно или в отдельных районах имеются осадки на всех профилях, на 52º с. ш. или 52 и 64º с. ш. они имеются и в Предуралье. В среднем-верхнем девоне повсеместно формируется Предуральский краевой прогиб, а с нижнего девона

начинается воздымание Уральской структуры с востока на запад. Процесс поднятия поверхности Предуральского краевого прогиба так же, как и связанное с ним сокращение площади осадконакопления, развивался во времени постепенно и завершился полным поднятием страны в конце татарского века (верхний триас) (Ронов, 1949). Необходимо отметить, что особенно согласованно ведет себя осадконакопление на самом южном (52º с. ш.) и самом северном (64º с. ш.) профилях.

Иными словами, нет ни одного случая, кроме границы между Европейской платформой и Уралом, когда два крупных сегмента земной коры испытывают противоположные вертикальные движения друг относительно друга столь продолжительное время. Логично предположить, что эти движения обусловлены, начиная со среднего девона, взаимодействием двух крупных литосферных плит (Рыжий и др., 2000).

***Заключение***

- Уральская структура выделяется на всех профилях, с 52 до 64º с. ш., повышенной мощностью земной коры и плотностью пород, пониженными тепловыми потоками и магнитными характеристиками.
- Напряженность магнитного поля, вычисленная для высоты 20 км, хорошо коррелирует с поведением поверхности М, полученной по данным ГСЗ, в центральной и восточной частях прогиба.
- Зона повышенной основности земной коры совпадает с восточной частью прогиба поверхности М.
- Область минимальных тепловых потоков совпадает с зоной повышенной основности, что хорошо согласуется с представлениями Ю.П. Булашевича о большом вкладе радиогенного тепла в общий тепловой поток (Булашевич, 1983).
- Максимальные отметки современного дневного рельефа находятся несколько западнее максимальной глубины «трога» поверхности М. Западная часть погружения М не скомпенсирована ни повышенной плотностью пород, ни высотой гор. Вероятно, это является одной из причин ее повышенной сейсмичности (Рыжий, 2001).
- Максимум неоген-четвертичных поднятий, а за этот период образовалась почти треть высоты гор, находится западнее основного водораздела. Можно предположить, что Уральские горы не только воздымаются, но и медленно передвигаются на запад, что совпадает с представлениями Д.В. Наливкина (Наливкин, 1962).
- Осадконакопление в палеозое на Восточно-Европейской платформе начинается со среднего девона, а на территории Урала прекращается в среднем карбоне. Вероятно, что в этот период происходило наиболее активное тектоническое взаимодействие двух литосферных плит.
- При совмещении профилей геологической и геофизической информации по положению «трога» поверхности М появляется согласованность мощностей осадконакопления на всех профилях, начиная, по крайней мере, с ордовика. Исходя из этого Б.П. Рыжий заключил, что, по крайней мере с ордовика, уральский «трог» поверхности М или причины, приведшие к его формированию, уже существовали.

*Статья написана с использованием архивных материалов доктора геол.-мин. наук, профессора Бориса Петровича Рыжего – основного автора идеи двумерной модели Урала.*

***Литература***

*Булашевич Ю.П.* Информативность геотермии при изучении Уральской эвгеосинклинали // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1983. № 8. С. 76–83.

*Булашевич Ю.П., Щапов В.А.* Об аномально низком тепловом потоке в Тагильском синклинории // Ядерно-геофизические и геотермические исследования. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. С. 4–12.

*Глубинное* строение Урала по геофизическим данным / Автонеев С.В., Ананьева Е.М., Башта К.Г. и др. // Глубинное строение территории СССР. М.: Наука, 1991. С. 55–71.

*Дружинин В.С., Каретин Ю.С., Автонеев С.В., Гаврилова Н.Г., Тиунова А.М.* Глав-

ные структуры коры и верхней мантии Уральского региона // ДАН. 1998. Т. 360. № 3. С. 397–401.

*Дучков А.Д., Соколова Л.С.* Температура литосферы Сибири по геотермическим данным // Геология и геофизика. 1985. № 12. С. 60–71.

*Колтышева Е.С.* Унаследованность тектонического развития как показатель эволюции земной коры Урала // Уральский геофизический вестник. 2001. № 2. С. 37–41.

*Колтышева Е.С.* Сводные геолого-геофизические разрезы и некоторые особенности тектонической унаследованности Уральского региона // Материалы 7-го Уральского литологического совещания. Екатеринбург, 2006. С. 122–123.

*Колтышева Е.С.* Особенности геодинамического развития восточной части Восточно-Европейской платформы и Урала по геофизическим и палеотектоническим данным // Уральский геофизический вестник. 2012. № 1. С. 25–29.

*Наливкин Д.В.* Геология СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 814 с.

*Новейшая* тектоника Урала / Под ред. А.П. Сигова, В.А. Сигова. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1975. 106 с.

*Палеотектонические* карты СССР. Масштаб 1:5000000 (объяснительная записка) / Науч. ред. Т.Н. Спижарский. Л.: ВСЕГЕИ, 1977. 136 с.

*Ронов А.Б.* История осадконакопления и колебательных движений европейской части СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1949. 390 с.

*Рыжий Б.П.* Комплексные геофизические исследования земной коры Урала и его двумерная геолого-геофизическая модель // ГЕОФИЗИКА 21 века. Екатеринбург, 2001. С. 41–48.

*Рыжий Б.П., Беллавин О.В., Начапкин Н.И., Колтышева Е.С.* Палеогеодинамические исследования на основе седиментологического анализа с использованием геотензометров. Ин-т геофизики УрО РАН. Екатеринбург, 1998. 19 с. – Рукопись деп. в ВИНИТИ. № 1482-1398.

*Рыжий Б.П., Дружинин В.С., Колтышева Е.С., Рыжий Б.Б.* Двумерная геолого-геофизическая модель Урала // Вторые геофизические чтения им. В.В. Федынского: Материалы международной научной конференции. М., 2000. С. 37–38.

*Семенов Б.Г.* Зависимость плотность-скорость и учет термодинамических условий при построении плотностной модели земной коры и верхней мантии // Геология и геофизика. 1983. № 6. С. 90–98.

*Федорова Н.В., Шапиро В.А., Тюрмина Л.О.* Использование результатов аэромагнитных съемок и спутниковых данных для выделения длинноволновых магнитных аномалий: Препринт № 38 (652). М.: ИЗМИРАН СССР, 1986. 21 с.

*Юдахин Ф.Н., Щукин Ю.К., Макаров В.И.* Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 299 с.

*Чурсин А.В., Шапиро В.А., Карымов М.Г. и др.* К вопросу о геомагнитной модели Урала // Региональная металлогения Урала и связь оруденения с глубинным строением. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. С. 209–211.

*К статье: Колтышева Е.С.* – «Двумерная геолого-геофизическая модель Урала»

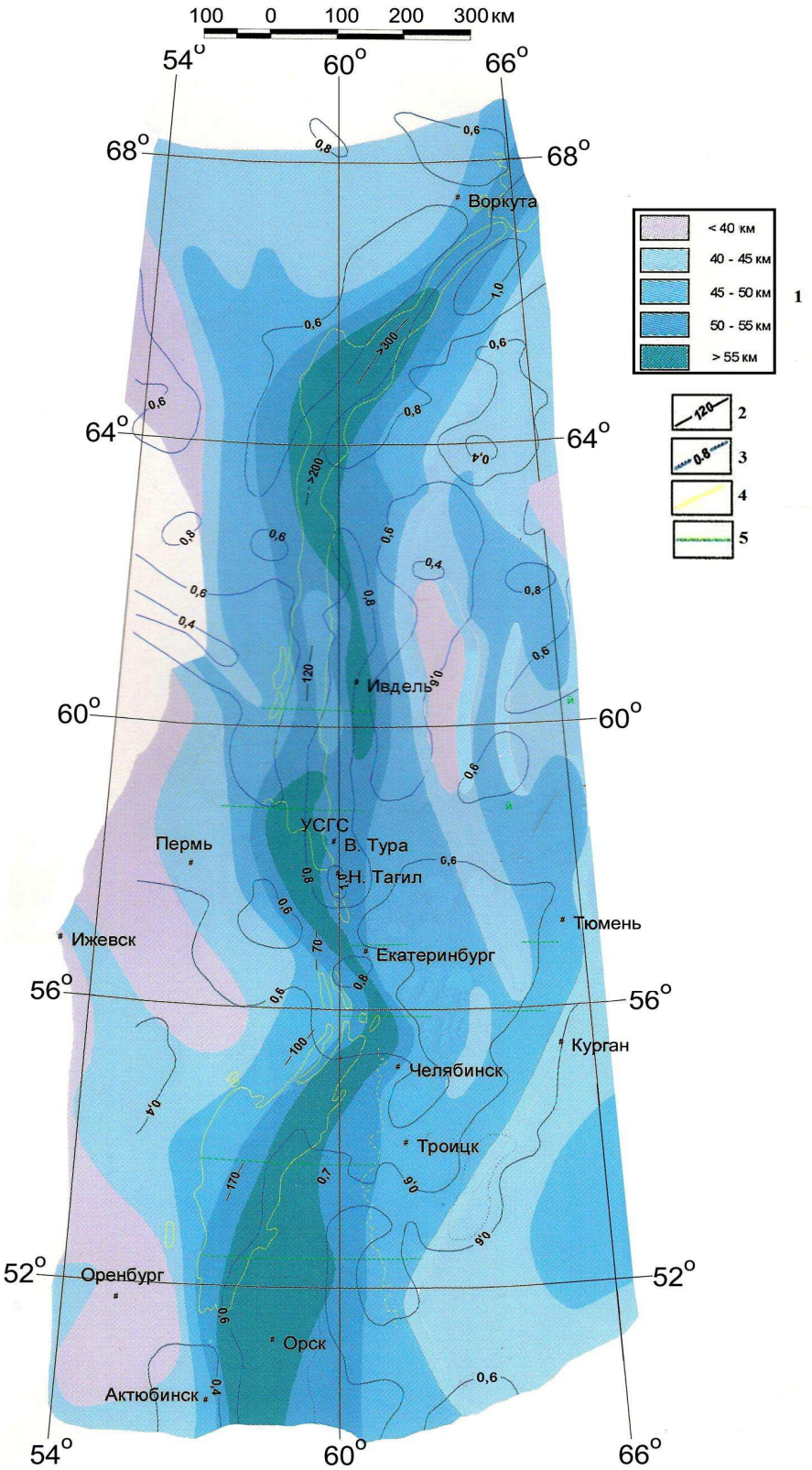


**Рис. 1.** Геофизические поля Урала:
1 – глубина поверхности Мохо; 2 – амплитуды неоген-четвертичных поднятий;
3 – основность земной коры; 4 – высота гор по изолинии 500 м;
5 – понижение магнитного поля на основании аэрогеотраверсов