

**ТРЕХМЕРНАЯ ПЛОТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ КОРШЕВСКОГО  
ГРАНИТНОГО МАССИВА В СВЯЗИ С ЕГО МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ  
СПЕЦИАЛИЗАЦИЕЙ****Т. А. Воронова, В. Н. Глазнев***Воронежский государственный университет**Поступила в редакцию 10 сентября 2012 г.*

**Аннотация.** *Рассматриваются вопросы построения трехмерной плотностной модели Коршевского гранитного массива по гравиметрическим данным. Результативная модель показывает основные особенности объемного строения массива, простирающегося до глубины 3 км.*

**Ключевые слова:** *гравитационное поле, плотностное моделирование, строение массива.*

**Abstract.** *The problems of the construction for 3-D density model of the Korshevskoy granite massif with using the gravity field data have been discussed. The resulting model shown the main features of the volumetric construction of the massif which elongated down to the depth about 3 km.*

**Key words:** *gravity field, density modeling, massif structure*

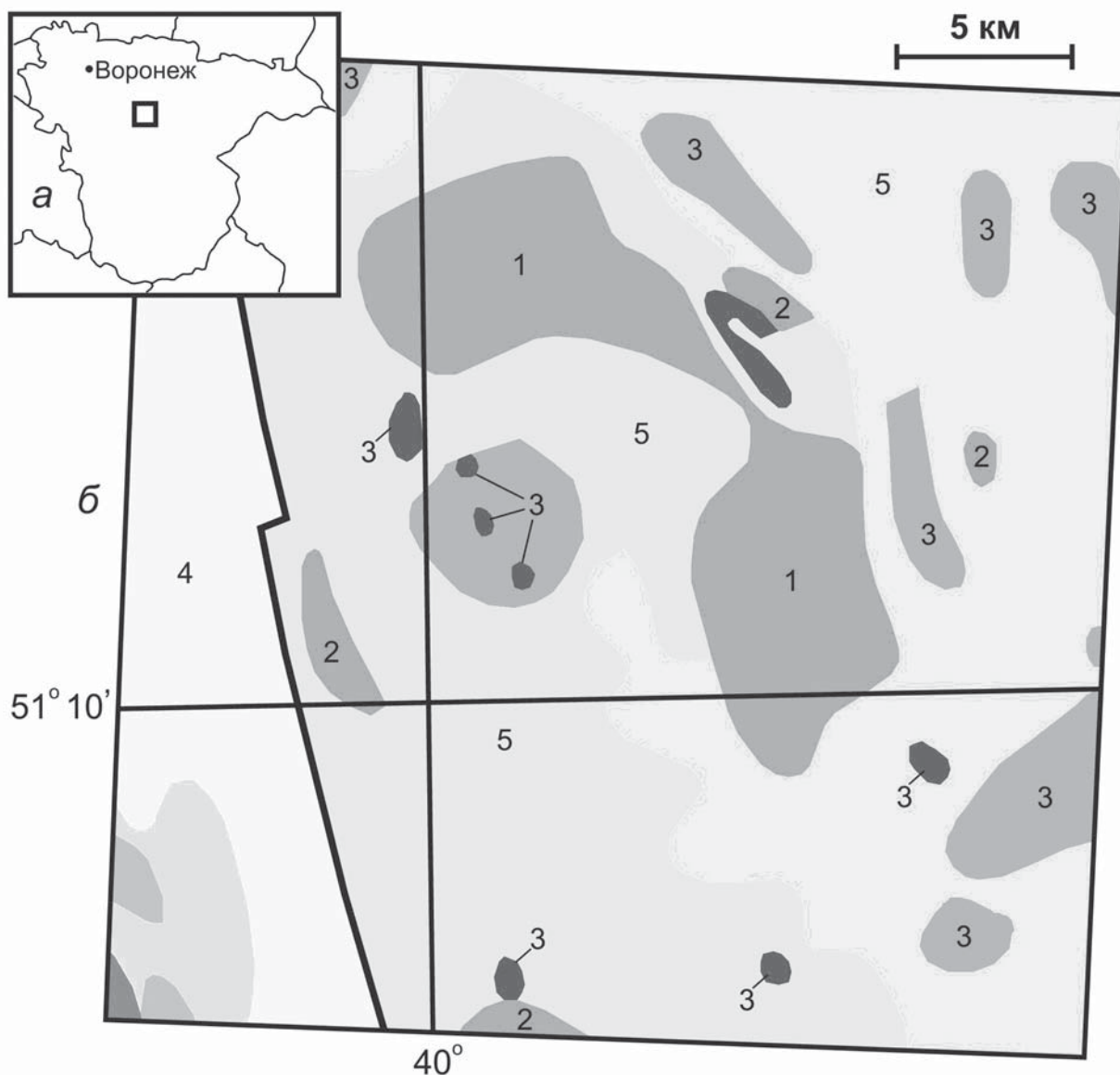
Одной из важнейших задач интерпретации геофизических данных является построение пространственных моделей тел, которые создают соответствующие аномалии геофизических полей. Обычно интерпретация объёмных тел выполняется с использованием некоторой совокупности тел простой формы, которая собственно и создаёт аномальное поле близкое к исходному наблюдаемому полю. Построенная в результате интерпретации модель аномалиеобразующего объекта должна отражать основные особенности формы и пространственного положения изучаемого геологического тела. В итоге интерпретации совокупность полученных данных может опосредованно отражать специфические особенности формирования изучаемых геологических тел.

Гравитационное поле является одним из основных источников информации при изучении верхних горизонтов земной коры. Территория Воронежского региона покрыта планомерными средне- и крупномасштабными гравиметрическими съёмками, которые используются при районировании территории и построения двухмерных плотностных моделей по отдельным интерпретационным профилям. В предлагаемой заметке рассматриваются вопросы трёхмерного плотностного моделирования геологических объектов верхней части земной коры по гравиметрическим данным. Объектом такого моделирования был вы-

бран Коршевской гранитный массив, расположенный в центральной части Воронежской области (рис. 1-а).

Объект нашего исследования относится к гранитоидам бобровского комплекса ( $PR_b$ ), которые широко распространены на территории юго-восточной части Воронежского кристаллического массива (Хоперский мегаблок) [3], [4] (рис. 1-б). Гранитоиды слагают интрузивные массивы размером от 1 до 50 км<sup>2</sup>. В составе комплекса преобладают нормальные биотитовые и двуслюдяные граниты, плагиограниты, адамеллиты [Бердников и др., 1977]. Возраст гранитов Коршевского массива оценивается в  $2022 \pm 3$  млн лет [2]. Гранитные интрузии являются секущими к образованиям воронцовской серии нижнего протерозоя ( $PR_{vc}$ ), которая представлена метаграувакково-сланцевым комплексом, отличающимся однородным вещественным составом. Мощность отложений воронцовской серии по сейсмическим данным изменяется от 2–3 км в юго-западной части до 6–8 км в районе Новохоперского глубинного разлома. Контакты интрузий с вмещающими породами резкие.

Граниты бобровского комплекса имеют низкую магнитную восприимчивость и очень выдержанную плотность – 2,63 г/см<sup>3</sup> [1]. В геофизических полях гранитные объекты или системы более мелких сближенных тел комплекса в силу своих петрофизических показателей отражаются хорошо выраженными минимумами поля силы тя-



**Рис. 1.** Обзорная схема района работ (а) и геологическая схема участка моделирования (б). Условные обозначения: 1 – Коршевской массив; 2 – бобровский гранитовый комплекс (PR<sub>1b</sub>); 3 – мамонский интрузивный комплекс (PR<sub>1m</sub>); 4 – воронежская свита (PR<sub>1vr</sub>); 5 – воронцовская серия (PR<sub>1vc</sub>).

жести. По результатам интерпретации локальных гравитационных аномалий в докембрийском фундаменте выделено более ста объектов пониженной ( $\leq 2,70$  г/см<sup>3</sup>) плотности, отождествляемых преимущественно с гранитоидами бобровского комплекса. При этом не все объекты входят в срез докембрия, многие перекрыты образованиями вмещающей толщи.

Плотность гранитов Коршевского массива по данным бурения составляет 2,62–2,64 г/см<sup>3</sup> (скв. 543с, 7514), мощность осадочного чехла не превышает 160 метров (по данным И.С. Вассермана и др., 1985). При этом плотность вмещающих пород

воронцовской серии значительно выше и равна в среднем 2,75 г/см<sup>3</sup> (скв. 542с, 0163, 0162). В виду такого различия, данный массив хорошо проявляется в гравитационном поле по пониженным значениям от 5 мГал над центром массива до 18 мГал за его пределами (рис. 2).

Моделирование трёхмерного строения массива выполнялось в среде Mathcad. Интрузивный массив был представлен набором параллелепипедов, горизонтальные размеры которого составляли 2000 × 2000 метров, длина ребра по вертикали – 500 метров. Количество параллелепипедов в плане выбиралось в зависимости от размеров

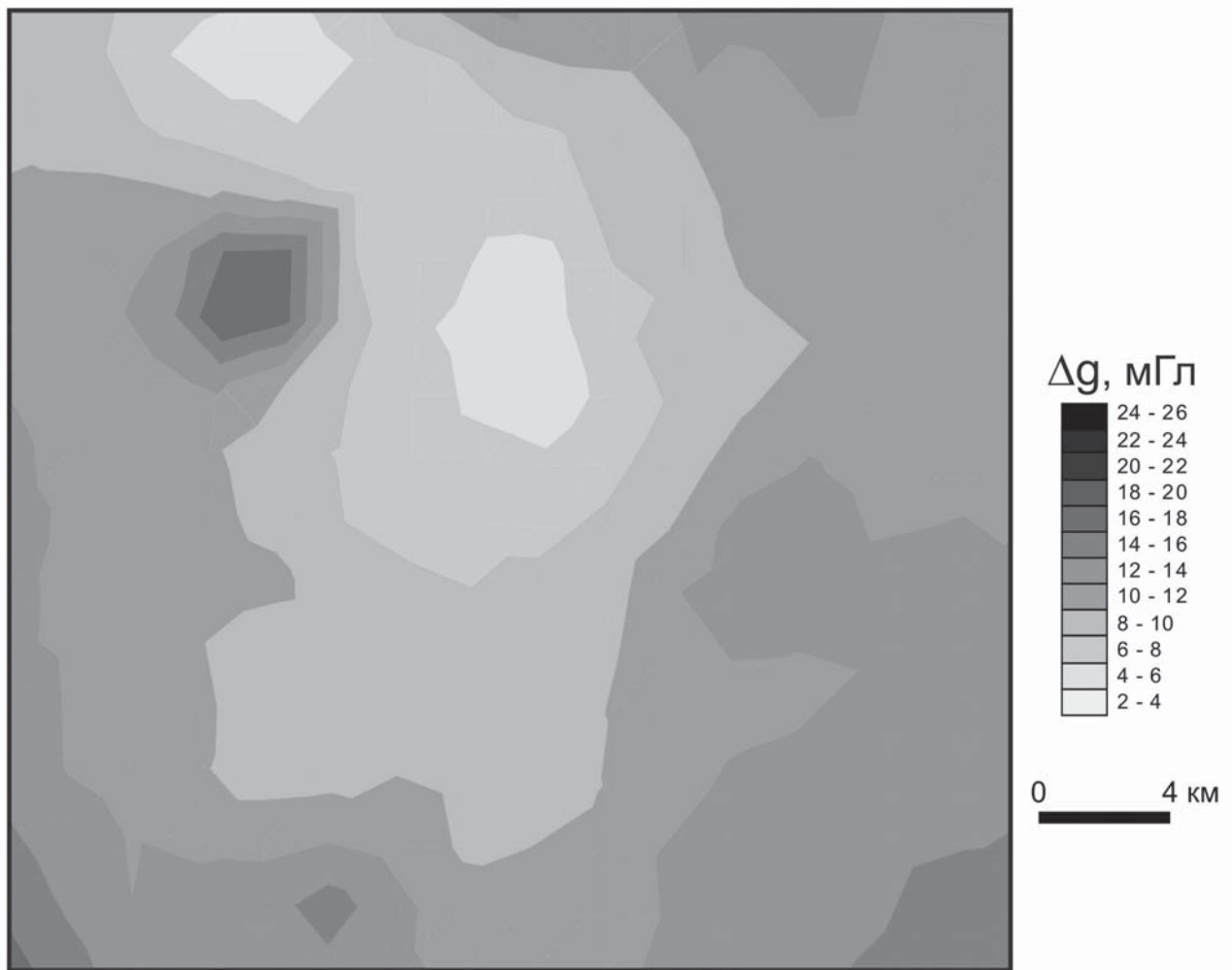


Рис. 2. Схема локальных аномалий гравитационного поля

и формы массива, положение верхних элементов задавалось в соответствии с данными полученными по скважинам, а их количество по вертикали подбиралось в процессе моделирования. Избыточная плотность моделируемого объекта составляла  $0,13 \text{ г/см}^3$ .

В качестве дискретного элемента трёхмерной среды был выбран прямоугольный параллелепипед, гравитационное поле которого с некоторой точностью можно аппроксимировать полем тонкой горизонтальной пластинки, расположенной посередине исходного элемента (рис. 3). В таком представлении масса параллелепипеда предполагается сконцентрированной на дискретный элемент — пластинку. Очевидно, что увеличивая количество разбиений исходного параллелепипеда на большее число элементарных пластинок, можно получить сколь угодно точное значение поля от исходного элемента — параллелепипеда. В такой постановке решение прямой задачи гравиметрии

выполнялось при помощи программы, которая основана на использовании внутренней рекурсии, что позволяет осуществить дополнительное разбиение исходного элементарного параллелепипеда на более тонкие параллелепипеды. Используя рекурсивный алгоритм можно обеспечить достаточную точность вычисления поля, в тех точках, где это необходимо по смыслу вычислительной прямой задачи, не создавая дополнительных элементов разбиения во всей области определения модели среды.

На основе реализованного алгоритма решения прямой задачи гравиметрии, выполнялось решение обратной задачи методом неоптимизированного (интуитивного) подбора. На первой стадии была создана простейшая модель изучаемого объекта, опирающаяся на данные по геологическому строению фундамента (И.С. Вассермана и др., 1985). Начальная модель гранитного массива располагалась только в верхнем слое мощностью

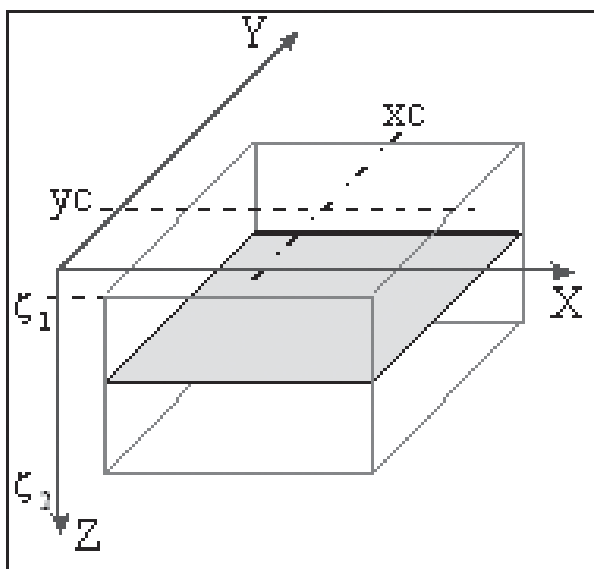


Рис. 3. Аппроксимационный элемент среды

500 м, а в плане дискретная модель занимала положение, примерно совпадающее с границами массива. Для этой модели было выполнено решение прямой задачи гравиметрии, при значении избыточной плотности соответствующей плотности наших гранитов, и рассчитаны значения невязок поля модели по сравнению с наблюдаемым гравитационным полем. На следующей стадии, опираясь на плановое положение амплитуд невязок

полей, выполнялась корректировка модели путём добавления нового слоя, лежащего на большей глубине. При этом коррекция вводилась преимущественно только в те элементы модели, которые располагались под соответствующей точкой с известной невязкой поля, т.е. был реализован принцип «локальной коррекции» невязки. По результатам каждого из таких изменений модели рассчитывалось гравитационное поле нового приближения, которое сравнивалось с наблюдаемым полем. Всего было сделано 6 итераций такого плотностного моделирования (подбора), причём поправки вносились только в модель собственно гранитного массива и в меньшей степени затрагивали соседние аномальные объекты.

В результате была получена плотностная модель среды, состоящая из шести слоёв (рис. 4), достигающих глубины 3160 метров. Мощность каждого из слоёв, как отмечалось выше, равна 500 метров. Анализируя полученную модель, можно сделать предварительный вывод о форме и положении нижней границы массива. Как явствует из результатов моделирования, показанных на рис. 4, размеры массива уменьшаются в плане с глубиной и корневая часть тела гранитоидов располагается юго-восточном окончании массива. Характерной особенностью строения модели массива является его компактная форма, которая только на самом нижнем уровне (2660–3160 м), вероятно, может разделяться на два близкорасположенных тела. В

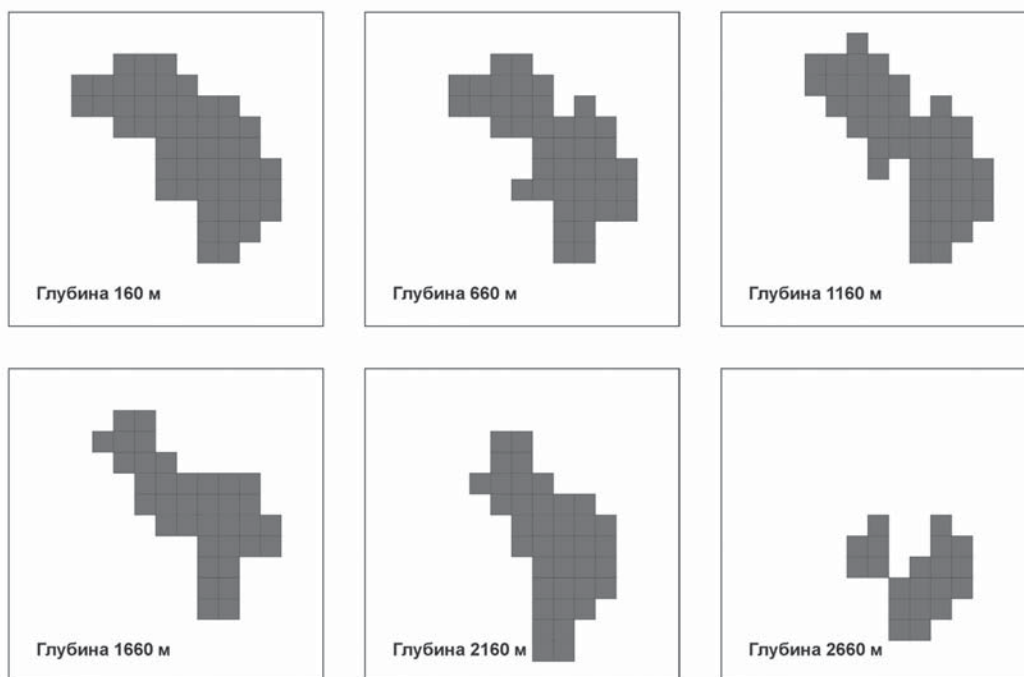


Рис. 4. Дискретная плотностная модель строения Коршевского массива

целом тело гранитоидов Коршевского массива имеет относительно плоскую грибовидную форму.

*Работа выполнена в рамках исследований по гранту РФФИ 11-05-00110-а*

ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьев Н. С.* Петрофизика гранитоидов Воронежского кристаллического массива (ВКМ) / Н. С. Афанасьев // Физика земли. – 1997. – № 11. – С. 58–68.

2. *Бибикова Е. В.* Зона сочленения Сарматии и Волго-Уралии: изотопно-геохронологическая характеристика

супракрустальных пород и гранитоидов / Е. В. Бибикова, С. В. Богданова, А. В. Постников [и др.] // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2009. – № 6. – С. 3–16.

3. *Чернышов Н. М.* Геодинамическая модель формирования ВКМ / Н. М. Чернышов [и др.] // Геотектоника. – 1997. – № 3. – С. 21–31.

4. Литосфера Воронежского кристаллического массива по геофизическим и петрофизическим данным / гл. ред. член.-корр. РАН Н. М. Чернышов. – Воронеж : Научная книга, 2012. – 330 с.

*Воронежский государственный университет*

*Т. А. Воронова, доцент кафедры геофизики геологического факультета, кандидат геолого-минералогических наук*

*Тел. 8-908-142-35-66*

*voronova28@yandex.ru*

*Voronezh State University*

*T. A. Voronova, docent of the Geophysical department of the Geological faculty, Candidate of Geology and Mineralogical Sciences*

*Tel. 8-908-142-35-66*

*voronova28@yandex.ru*

*В. Н. Глазнев, заведующий кафедрой геофизики геологического факультета, доктор физико-математических наук*

*Тел. 8 (473) 220-83-85*

*glaznev@geol.vsu.ru*

*V. N. Glaznev, chief of the Geophysical department of the Geological faculty, Doctor of Physical and Mathematical Sciences*

*Tel. 8 (473) 220-83-85*

*glaznev@geol.vsu.ru*