

АНОМАЛИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ГРАДИЕНТА СИЛЫ ТЯЖЕСТИ  
ЛОСЕВСКОЙ ШОВНОЙ ЗОНЫ

Ю. В. Антонов, К. Ю. Силкин, К. С. Черников

*Воронежский государственный университет*

В статье анализируются результаты измерений вертикального градиента силы тяжести в Лосевской шовной зоне. Делаются выводы о том, что зоны отрицательных аномалий вертикального градиента силы тяжести перспективны на предмет обнаружения редкометального и сульфидно-никелевого оруденения.

В настоящее время силами кафедры геофизики Воронежского университета большая часть Воронежского кристаллического массива покрыта съемкой вертикального градиента силы тяжести масштаба 1:1 000 000. Как показали предварительные результаты интерпретации измерений вертикального градиента [1—6], геологическая эффективность гравirazведки при комплексном использовании аномалий силы тяжести и ее вертикального градиента резко повышается. В частности, удается провести выявление скомпенсированных плотностных неоднородностей в земной коре, когда плотностные неоднородности разного знака расположены друг над другом, взаимно компенсируют притяжение друга и не проявляются в аномалиях силы тяжести. А выявление скомпенсированных плотностных неоднородностей дает возможность с большей однозначностью изучать глубинное строение земной коры. Более подробно этот вопрос изложен в [2].

В дальнейшем вдоль р. Дон (в так называемой Лосевской шовной зоне) были выполнены работы в масштабе 1:500 000 (на некоторых участках даже крупнее) с целью подтверждения достоверности выделенных отдельных локальных аномалий и их детализации. Лосевская шовная зона представляет собой некоторую деструктивную структуру, являющаяся границей между Курским и Хоперским мегаблоками. Границы шовной зоны определены недостаточно четко. Границы геофизических съемок конкретно не приурочены к границам Лосевской шовной зоны, а как бы включают в себя основную площадь этой шовной зоны. И поскольку содержание статьи преследует изучение природы отдельных локальных аномалий вертикального

градиента силы тяжести на исследуемой площади, то авторами статьи не преследуется цель изучения конкретно Лосевской шовной зоны и уточнения ее границ. Кристаллический фундамент представлен базальтами, дацитами эффузивной и субвулканической фаций, метаалевритами и сланцами пестрого состава, андезитами, вулканогенно-осадочными породами и т.д., а также мафитовыми интрузиями рождественского комплекса и дайками разнообразного состава. Кристаллический фундамент перекрывают осадочные породы мезо-кайнозоя.

Магнитное поле в Лосевской шовной зоне можно охарактеризовать как знакопеременное, по амплитуде небольшой интенсивности. Общая ориентировка изолиний — северо-западное.

Гравитационное поле в Лосевской шовной зоне можно охарактеризовать следующим образом. Общая ориентировка изолиний — северо-западное, как на соседнем Курском мегаблоке. Полосовые аномалии шириной 50—70 км как бы продолжают чередование положительных и отрицательных аномалий КМА интенсивностью около 20 мГал. Но в северо-восточной части площади, начиная от г. Воронежа, полосовые аномалии начинают менять свое простирание, и между г. Воронежем и Липецком направление изолиний уже становится северным. Полосовые аномалии осложнены множеством локальных разнообразной формы аномалий, имеющих преимущественно меридиональное простирание. Интенсивность локальных аномалий не превышает 5—10 мГал. Локальные аномалии обуславливаются пестротой вещественного состава кристаллических пород фундамента и проявляются они при съемках масштаба 1:50 000 (практически вся площадь покрыта съемкой этого масштаба) и крупнее. Количество этих

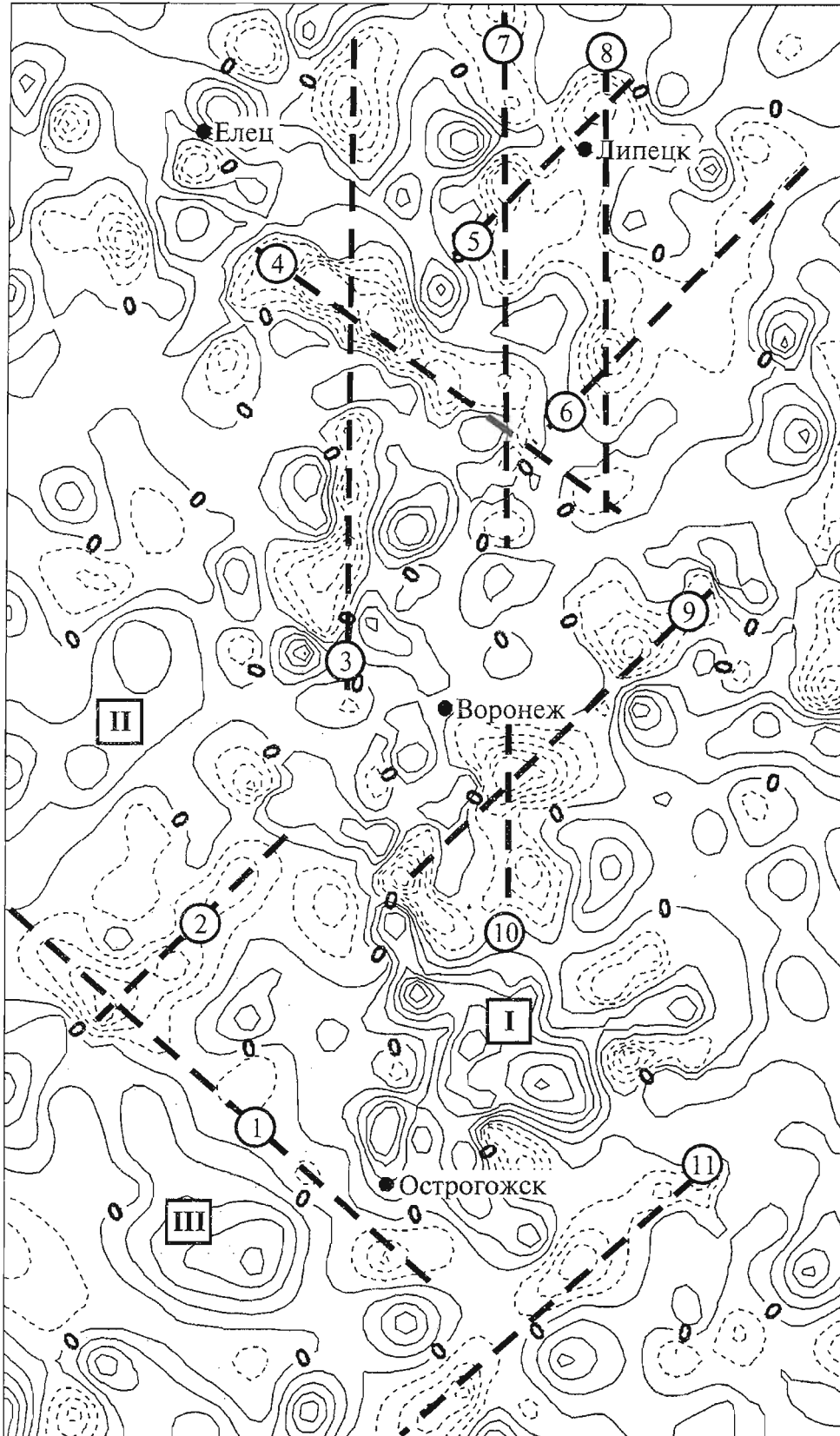


Рис. 1. Карта вертикального градиента силы тяжести (сечение изолиний через 50 этвеш). Положительные аномалии: I — Лискинская; II — Касторненская; III — Камызинская; зоны линейных отрицательных аномалий: 1 — Острогжско-Роговатская; 2 — Роговатско-Хохольская; 3 — Латно-Донская; 4 — Задонск-Усманская; 5 — Боринско-Липецкая; 6 — Куликово-Песковатская; 7 — Рамонь-Сырская; 8 — Усмань-Липецкая; 9 — Никольско-Колодежанская; 10 — Нововоронеж-Верхнехавская; 11 — Юрасово-Колыбельская

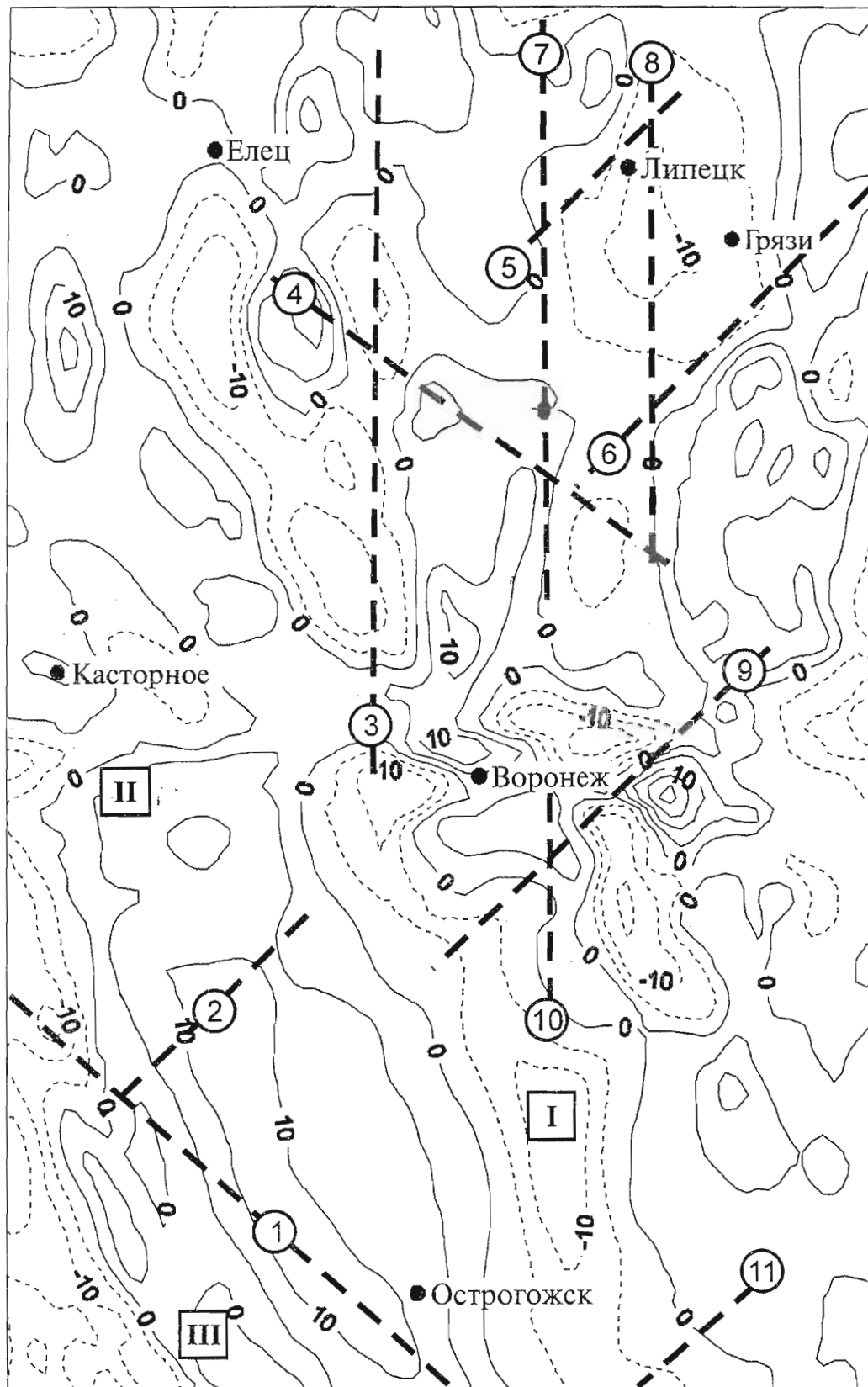


Рис. 2. Карта локальных аномалий силы тяжести (сечение изолиний через 5 миллигал). Обозначения те же, что и на рис. 1

аномалий зависит от мощности осадочного чехла, а с увеличением глубины до фундамента количество их резко падает.

Карта вертикального градиента силы тяжести по морфологии существенно отличается от карты силы тяжести, что, в общем-то, нас не должно удивлять. Как показано в [1], измеренные и вычисленные значения производных существенно отличаются. Прежде всего, отсутствует доминирующее северо-западное простирание изолиний аномалий. На карте вертикального градиента в первую очередь выделяются положительные аномалии изометричной формы. Меньшую часть по площади занимают отрицательные аномалии, и к тому же они имеют четко выраженное линейное простирание.

Среди линейных аномалий выделяются три простирания: северо-западное, северо-восточное и меридиональное. Намечается и широтное простирание, но оно слабо выражено. Учитывая историю геологического формирования Воронежского массива, можно с большой долей вероятности считать, что северо-восточное направление связано с архейским временем развития региона, северо-западное направление — с протерозойским временем, а меридиональное — с эпохой девонского магматизма.

Минимумы  $V_z$ , по нашему мнению, характеризуют область структурно-вещественного разуплотнения более глубоких уровней кристаллической коры, что хорошо согласуется с результатами моделирования [2]. Учитывая, что подвижные пояса закладывались вдоль глубинных региональных разломов, можно предположить, что это разуплотнение обусловлено интенсивными магматическими процессами вдоль этих зон. В свою очередь магматические процессы ведут к рудообразованию в этих зонах, так что отрицательные аномалии могут быть индикаторами на перспективность поисков рудных месторождений.

Дадим описание некоторых положительных и отрицательных аномалий вертикального градиента силы тяжести, которые на наш взгляд имеют существенное значение для изучения глубинного строения изучаемой площади.

**Лискинская аномалия (I).** Указанная аномалия была выделена ранее [4]. Лискинской положительной аномалии градиента соответствует отрицательная локальная аномалия силы тяжести. В срезе кристаллического фундамента на месте аномалии находится Лискинский гранитный массив, который и вызывает отрицательную

аномалию силы тяжести. Интенсивность аномалии силы тяжести невелика (менее десяти миллигал), хотя мощность массива составляет 6–8 км. Аномалия градиента положительна. Следовательно, под гранитами необходимо расположить массы повышенной плотности. Так как гранитный массив имеет плащеобразный характер залегания (размеры по горизонтали намного превышают размеры по вертикали), то он (массив) создает аномалию градиента, практически равную нулю. В итоге измеренные значения градиента отражают плотные массы, расположенные ниже гранитов. Природа этой аномалии остается неясной. Это может быть глубинный интрузив основного или ультраосновного состава. Не исключено, что это может быть рестит, как предполагалось в [5]. Реально реститы могут обладать повышенной плотностью.

К настоящему времени на территории этой аномалии проведены дополнительные измерения вертикального градиента, которые позволяют в значительной степени уточнить морфологию данной аномалии и высказать более обоснованные взгляды на ее возраст. Аномалия после детализации как бы распалась на две самостоятельные аномалии, которые имеют четкое северо-западное простирание, т.е. указанная часть территории является неотъемлемой частью тех геологических процессов, которые протекали здесь в протерозое. Так что можно с большой уверенностью считать, что Лискинский рестит (?) имеет протерозойский возраст.

**Касторненская аномалия (II)** в отличие от Лискинской имеет большие размеры, северо-восточное простирание и по морфологии более спокойное гравиметрическое поле. Источники, которые обуславливают Касторненскую аномалию, находятся глубже источников, вызывающих Лискинскую аномалию градиента. Скорее всего, Касторненский рестит (?) имеет более древний возраст (раннеархейский?), чем Лискинский.

**Камызинская аномалия (III)** территориально совпадает с положительной аномалией силы тяжести и в геологическом плане попадает в Орловско-Россошанский раннепротерозойский подвижный пояс.

Из положительных аномалий по мнению авторов статьи наиболее перспективной и интересной на наличие рудных и нерудных месторождений является Касторненская аномалия. Аномалия в отличие от других имеет северо-восточное простирание, и указанная часть тер-

ритории даже в протерозойское время подверглось минимальной структурной перестройке.

Из отрицательных линейных аномалий хотелось бы особо отметить Роговатско-Хохольскую, Задонск-Усманскую и Боринско-Липецкую линейные аномалии.

**Роговатско-Хохольская аномалия.** Территориально расположена на границе Воронежской области с Курской и Белгородской областями. Аномалия имеет северо-восточное простирание. С юго-востока к ней примыкает линейная Юрасово-Колыбельская отрицательная зона северо-западного простирания. Как правило, к узлам пересечения приурочены рудные месторождения. Учитывая металлогеническую специфику региона, можно предположить, что в данной зоне возможно обнаружение благородных, редких и редкоземельных металлов и минералов.

**Задонско-Усманская аномалия.** Основная часть аномалии приурочена к излучине р. Дон возле города Задонска. В геологическом отношении этот участок Воронежского кристаллического массива (ВКМ) перекрыт осадочными породами кайно-мезо-палеозойского возраста общей мощностью более 100 м. Осадочные породы залегают горизонтально и в гравитационном поле практически не проявляются. В тектоническом плане все геологические структуры имеют северо-западное простирание, характерное для протерозойской складчатости всего ВКМ. Вещественный состав фундамента весьма разнообразен: присутствуют горные породы от кислого до основного и ультраосновного состава. В гравитационном поле излучина как структура в целом практически не отражается. Аномальное поле силы тяжести в редукции Буге по данным детальных съемок состоит преимущественно из изометричных локальных аномалий небольшой интенсивности положительного и отрицательного знака (от  $-12$  до  $+14$  мГал). Сама излучина расположена как в положительной, так и в отрицательной аномалиях.

В поле вертикального градиента излучина отмечается четкой отрицательной аномалией до  $-450$  этвеш с размерами  $40 \times 20$  км (по изолинии 3100 этвеш) северо-западного простирания. Вокруг отрицательных значений наблюдается узкая кольцевая аномалия градиента до  $+150$  этвеш.

Магнитное аномальное поле достаточно мозаично и характеризуется мелкими аномалиями с амплитудой не более 2000 нТл. Имеется общая ориентировка северо-западного направления, присущая нижнепротерозойским линей-

ным структурам Курской магнитной аномалии. Такая же ориентировка у аномалии вертикального градиента, а это обстоятельство в общем-то дает основание сделать предположение о раннепротерозойском возрасте вулканической структуры на месте Задонской аномалии.

Если согласится с существованием на месте Задонской структуры области выноса вещества (вулканической структуры) с земных глубин на поверхность, то мы должны предположить разуплотнение на достаточно больших глубинах и переуплотнение в верхней части земной коры.

**Боринско-Липецкая кольцевая аномалия** расположена территориально с г. Липецком. Эта аномалия по форме ближе к изометричной и имеет своеобразную кольцеобразную форму. Амплитуда аномалии составляет порядка 150 этвеш. Вокруг отрицательного поля отмечается серия локальных положительных аномалий. Липецкая структура во многом схожа с известной кольцевой структурой Ольховская, расположенной рядом в юго-восточном направлении. Авторы статьи считают, что территория, на которой расположена Липецкая аномалия, может стать объектом пристального изучения геологами.

В заключение можно отметить, что Лосевская шовная зона может быть весьма перспективной зоной на предмет редкометального и сульфидно-никелевого оруденения. Дальнейшая детализация геофизических работ позволит выделить более конкретные участки для постановки геологических и буровых работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов Ю.В. Измеренные и вычисленные значения силы тяжести и ее производных // Изв. вузов. Геол. и разведка. — 2005. — № 3, — С. 53—57.
2. Антонов Ю.В. Плотностные неоднородности земной коры // Геофизика, 2005, № 1, С. 20—26.
3. Антонов Ю.В., Жаворонкин В.И., Слюсарев С.В. Изостатическое равновесие в верхней части земной коры // Геофизика, 2003, № 6, С. 23—28.
4. Антонов Ю.В., Жаворонкин В.И., Слюсарев С.В. Лискинская аномалия вертикального градиента силы тяжести // Вестник Воронежского государственного университета. Геология. Воронеж, 2001, № 11, С. 204—209.
5. Антонов Ю.В., Слюсарев С.В. Геологическое истолкование вертикального градиента силы тяжести над горными сооружениями Средней Азии // Изв. вузов. Геол. и разведка. — 1994. — № 5. — С. 129—133.
6. Антонов Ю.В., Зубченко Е.А., Слюсарев С.В. Природа аномалий вертикального градиента силы тяжести над горными сооружениями Южного Тянь Шаня // Изв. вузов Сер. Геология и разведка. — 1990. — № 7, С. 102—106.