

К ВОПРОСУ О СТРОЕНИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ ГОРНОГО КРЫМА И ВПАДИНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

Т. С. Лебедев, К. А. Болубах

Вопросы строения глубинных зон земной коры Горного Крыма и прилегающей к нему акватории Черного моря привлекли особое внимание исследователей после работ А. Д. Архангельского [2, 3]. Исследования М. В. Муратова [7,8], В. Ф. Пчелинцева [10], С. В. Альбова [1] и многих других в дальнейшем внесли определенный вклад в изучение особенностей структуры земной коры Крымских гор и Черноморского бассейна в целом. Однако решающее значение для познания глубинного строения земной коры в этих регионах принадлежит геофизическим исследованиям [6, 9, 10—12].

На акватории Черного моря к настоящему времени выполнены сейсмические исследования (ГСЗ) по ряду профилей, которые позволяют судить об особенностях строения земной коры в этом районе. Эти исследования выполнялись Институтом океанологии АН СССР в течение 1957—1962 гг. под руководством Ю. П. Непрочнова. В пределах степной части Крымского полуострова глубинные сейсмические зондирования в 1961—1962 гг. проводились Институтом геофизики АН УССР (В. Б. Соллогуб, А. В. Чекунов, Н. И. Павленкова и др.). Гравиметрические исследования на акватории Черного моря выполнялись Институтом физики Земли АН СССР под руководством Ю. Д. Буланже. Территория Степного Крыма также охвачена гравиметрическими исследованиями, которые проводил трест «Краснодарнефтегеофизика». В Горном Крыму гравиметрические исследования выполнены Институтом геофизики АН УССР по системе профилей, а также на Салгирской площади к юго-западу от Симферополя [6].

Территория Горного Крыма и прилегающие к ней с юга и юго-запада участки Черного моря характеризуются общим постепенным увеличением интенсивности аномального поля силы тяжести (редукция Буге) в южном направлении. Плавное изменение аномальных значений гравитационного поля в пределах Горного Крыма осложнено рядом локальных положительных аномалий силы тяжести различных размеров и интенсивности. Со стороны Черного моря к этим аномалиям примыкает область относительно пониженных значений силы тяжести, в пределах которой к югу от Ялты и Алушты и к юго-западу и западу от Севастополя оконтурено два крупных относительных гравитационных минимума и один максимум.

Для освещения особенностей глубинного строения земной коры Горного Крыма и прилегающей к нему с юга и юго-запада акватории Черного моря нами на основании обобщения указанных выше данных гравиметрических исследований и использования материалов глубин-

ных сейсмических зондирований были выполнены соответствующие расчеты и составлены схемы строения земной коры по трем профилям (рис. 1).

Профиль *I—I* (рис. 2) пересекает Горный Крым в субмеридиальном направлении. Он проходит через гравитационный минимум, расположенный к югу от Ялты и Алушты, положительную аномалию силы тяжести Крымской горной гряды и выходит в аномальное поле Степного Крыма. Два других градиентных профиля (*II—II* и *III—III*) (рис. 3 и 4) на акватории Черного моря к юго-западу от Севастополя

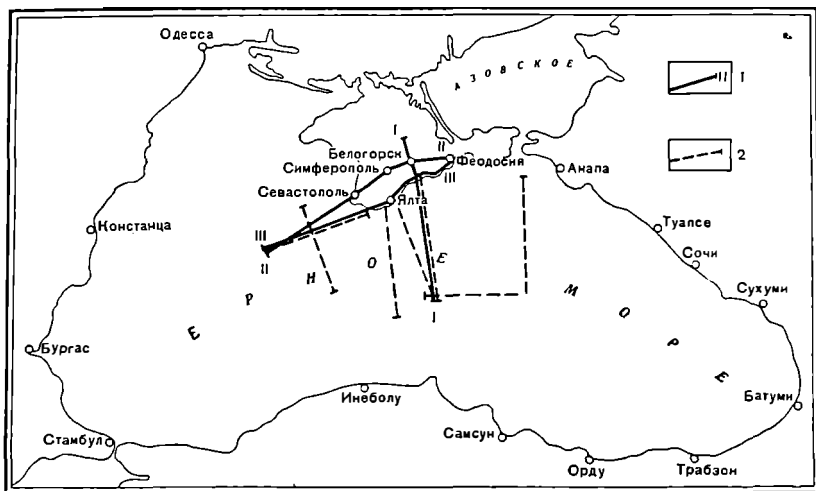


Рис. 1. Схематическая карта расположения профилей:

1 — комплексные расчетные профили авторов; 2 — некоторые профили глубинного сейсмического зондирования Института океанологии АН СССР (Непрочнов, 1957—1962 гг.).

пересекают гравитационный минимум и максимум, а на территории Крымского полуострова профиль *III—III* проходит вдоль южного берега Крыма, профиль *II—II* — по северным склонам Крымских гор.

Анализ графиков Δg по профилям позволил установить, что аномальное гравитационное поле акватории Черного моря носит региональный характер и отражает главным образом особенности глубинного строения земной коры. Аномалии силы тяжести, наблюдаемые в Горном Крыму, обусловлены суммарным гравитационным эффектом глубинных региональных и локальных, близких к поверхности масс. В связи с этим проведено разделение аномального поля силы тяжести на его составляющие графическим способом. На интерпретационных профилях представлены кривые региональных гравитационных аномалий (редукция Буге).

Количественные расчеты по профилям выполнены с применением палетки К. Ф. Тяпкина [13] для тел бесконечного простираения (случай двухмерной задачи). Гравитационный эффект подсчитывался по формуле, предложенной Б. К. Балавадзе [4].

При выборе приближенных оптимальных средних значений плотности основных слоев земной коры широко использованы известные литературные источники, материалы глубинного сейсмического зондирования, а также данные определений физических параметров пород Горного Крыма, выполненных Институтом геофизики АН УССР.

Принимая во внимание мощность слоев земной коры, установленную по профилям ГСЗ на акватории Черного моря, нами подбирались такие значения величин плотности этих слоев, суммарный гравитационный эффект от которых соответствовал бы наблюдаемому распределению регионального гравитационного поля.

Нами было принято следующее распределение плотностей: субстрат — $3,3 \text{ г/см}^3$, «базальтовый» слой — $2,9 \text{ г/см}^3$, «гранитный» слой — $2,65 \text{ г/см}^3$. Эти значения плотностей были приняты постоянными для всей рассматриваемой территории. Плотность слоя морской воды составляет $1,03 \text{ г/см}^3$. Для морских осадков нами было установлено

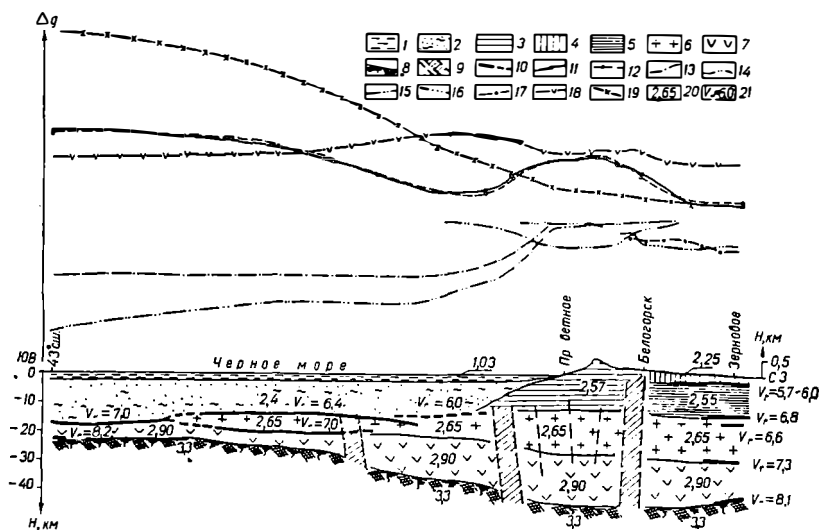


Рис. 2. Схема строения земной коры по профилю I—I:

1 — слой воды; 2 — осадочные отложения Черного моря; 3 — мезопалеозойские образования Горного Крыма; 4 — мезокайнозойские отложения Степного Крыма; 5 — палеозойский комплекс Степного Крыма; 6 — «гранитный» слой; 7 — «базальтовый» слой; 8 — поверхность Мохоровичича; 9 — предполагаемые зоны глубинных разломов; 10 — основные границы разделов в земной коре по данным сейсмических исследований (ГСЗ); 11 — наблюдаемая региональная аномалия силы тяжести; 12 — теоретически рассчитанная региональная аномалия силы тяжести; 13 — гравитационный эффект слоя воды; 14 — гравитационный эффект осадочных осложений Черного моря; 15 — гравитационный эффект мезокайнозойских и, возможно, палеозойских образований Горного Крыма; 16 — гравитационный эффект мезокайнозойских отложений Степного Крыма; 17 — гравитационный эффект палеозойских отложений Степного Крыма; 18 — гравитационный эффект слоя «базальтов» (границы Конрада); 19 — гравитационный эффект границы Мохоровичича; 20 — значения плотности (г/см^3); 21 — значения граничной скорости (км/сек) по сейсмическим данным.

дифференцированное распределение плотности. На участках материковой отмели и в прилегающей к ней зоне плотность морских осадков равна $2,2$ — $2,3 \text{ г/см}^3$. В глубоководной впадине она увеличивается до $2,4 \text{ г/см}^3$. Следует подчеркнуть, что на разрезах земной коры, полученных на основании глубинного сейсмического зондирования в центральных районах Черного моря, в осадочной толще появляется слой с граничной скоростью $3,0 \text{ км/сек}$, предположительно отнесенный к известнякам (Ю. П. Непрочнов). Этим, вероятно, и следует объяснить увеличение плотности морских осадков.

В Горном Крыму плотность мезозойских и, возможно, палеозойских образований, по данным наших определений, составляет: по профилю I—I — $2,57 \text{ г/см}^3$, по профилю II—II — $2,56 \text{ г/см}^3$ и по профилю III—III — $2,58 \text{ г/см}^3$. Плотность мезокайнозойских отложений Степного Крыма принята равной $2,25 \text{ г/см}^3$, палеозоя — $2,55 \text{ г/см}^3$ (профиль I—I).

По установленным приближенным средним значениям плотности слоев земной коры путем соответствующих расчетов определялись формы границ разделов, мощности отдельных слоев и земной коры в целом (рис. 2, 3, 4).

Закономерное увеличение интенсивности аномального гравитационного поля в направлении с севера на юг можно объяснить изменением мощности земной коры и приближением к поверхности моря плотных пород «базальтового» слоя. По данным ГСЗ [9], мощность земной коры в центральных районах Черного моря уменьшается до 25 км, поверхность «базальтового» слоя в глубоководной впадине находится на глубине 10—17 км, а «гранитного» слоя вовсе нет. При

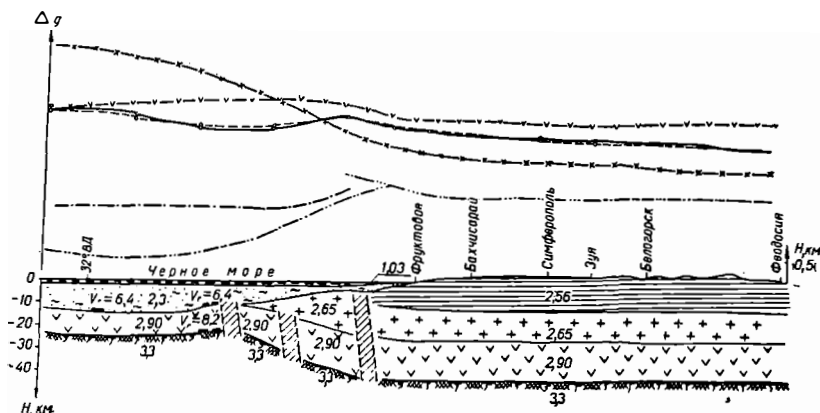


Рис. 3. Схема строения земной коры по профилю II—II. Условные обозначения те же, что и к рис. 2.

переходе к области материкового склона и шельфа наблюдается резкое погружение поверхности «базальтового» слоя и границы Мохоревича, появляется «гранитный» слой, а также уменьшается мощность морских осадков.

Анализ аномального гравитационного поля, наблюдаемого к югу от Ялты и юго-западу от Севастополя, а также общие геофизические и геологические предпосылки позволяют предположить, что эта область является тектонически активной. Тем более, что сейсмичность ее довольно большая. К ней приурочивается, по-видимому, несколько крупных зон глубинных разломов, схематическое положение которых показано на рис. 2, 3 и 4. Последнее указывает также на возможность блокового строения земной коры. Зона глубинного разлома в области сочленения Скифской платформы с альпийским сооружением Горного Крыма (рис. 2) была установлена нами ранее [6]. Предполагаемые зоны глубинных разломов, несомненно, заслуживают особого внимания и тщательного исследования их геофизическими методами.

Для Горного Крыма разрез земной коры составлен наиболее схематично, так как непосредственно в этой зоне глубинное сейсмическое зондирование и глубокое бурение не проводились.

Принимая рассмотренное выше распределение плотности слоев земной коры, на основании выполненных нами расчетов региональную положительную гравитационную аномалию Горного Крыма можно объяснить следующими соотношениями глубин основных горизонтов земной коры. До поверхности «гранитного» слоя около 11,5 км. «Базальтовый» слой, по-видимому, расположен в интервале глубин

26—44 км. Таким образом, глубина до поверхности Мохоровичича, т. е. мощность земной коры в Горном Крыму, ориентировочно составляет 44 км. С юга и с севера Горный Крым ограничиваются зонами глубинных разломов, пересекающих всю толщу земной коры. Кроме того, в области Крымских гор земная кора осложнена целой системой более мелких глубинных и полуглубинных разломов, по которым происходило внедрение в верхние горизонты коры пород интрузивного комплекса. Последнее, возможно, и обуславливает положительные локальные аномалии силы тяжести Горного Крыма.

Как известно, распространение пород мезокайнозойского и, возможно, палеозойского комплексов, которыми в основном сложены

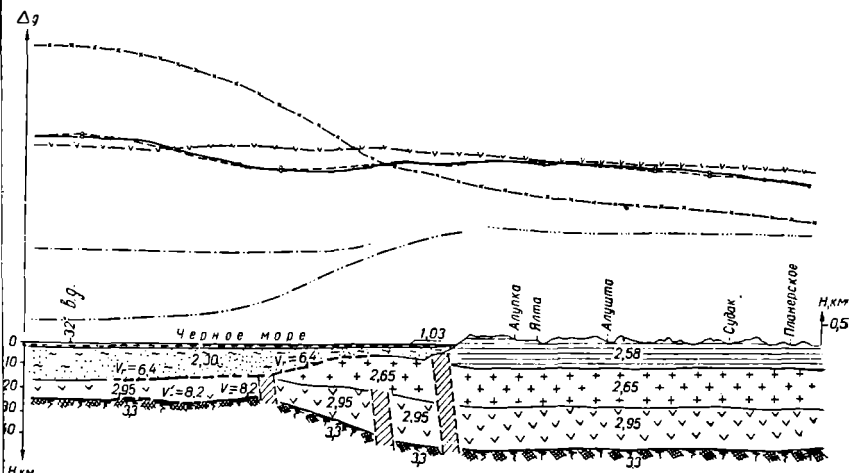


Рис. 4. Схема строения земной коры по профилю III—III. Условные обозначения те же, что и к рис. 2.

Крымские горы, не ограничивается береговой линией. Погружаясь под уровень Черного моря, они, очевидно, продолжают к югу от берега на расстоянии около 30 км (профиль I—I), а к юго-западу на расстоянии порядка 5 км (профили II—II и III—III). Таким образом, подтверждается предположение о том, что часть горных сооружений Крыма погребена в южном и юго-западном направлении под водами Черного моря.

Если средние значения плотности слоев земной коры, принятые нами при интерпретации гравиметрических материалов акватории Черного моря и Горного Крыма, распространить в область степной части Крымского полуострова, то непосредственно у северного склона Крымской горной гряды можно предполагать следующее положение слоев земной коры. Под мезокайнозойскими отложениями на глубине 2—3 км залегают метаморфизованные породы палеозойского комплекса. «Гранитный» слой находится на глубине порядка 12 км, поверхность «базальтового» слоя — на глубине порядка 30 км, поверхность Мохоровичича — на глубине 40—45 км (рис. 2). Однако эти данные несколько расходятся с результатами сейсмических исследований Института геофизики АН УССР, которыми установлена глубина поверхности «гранитного» слоя 2—3 км, поверхности «базальтов» — порядка 16 км и поверхности Мохоровичича — 40 км. Такое несоответствие, по-видимому, можно объяснить тем, что плотность пород земной коры степной части Крыма резко отличается от принятой нами

плотности основных слоев коры акватории Черного моря и Горного Крыма.

Следует обратиться также к работам некоторых исследователей [5, 9, 14], изучавших интенсивные положительные аномалии силы тяжести горных областей (Крым, Западный Кавказ, о-в Кипр). Они связывают наличие положительных аномалий силы тяжести горных районов либо с подъемом поверхности «базальтового» слоя [5, 9], либо с внедрением в верхние горизонты земной коры мощного интрузивного комплекса основных и ультраосновных пород [14].

Рассмотрим варианты интерпретации этих авторов применительно к региональной положительной аномалии силы тяжести Горного Крыма.

Предположим, что внедрившиеся в верхние горизонты земной коры Горного Крыма интрузивные породы увеличат общую среднюю плотность мезокайнозойских и, возможно, палеозойских образований от 2,57 до 2,65 г/см³, т. е. до величины плотности «гранитного» слоя. Тогда при сохранении принятых нами значений плотности пород «базальтового» слоя и подкоркового субстрата расчетная глубина залегания верхней кромки «базальтов» составит около 26 км, а поверхность Мохоровичича окажется несколько опущенной (до 50 км) и соответственно глубина ее может увеличиться, если плотность толщ пород мезокайнозоя и, возможно, палеозоя окажется большей.

Если же считать, что поверхность «базальтового» слоя не испытывает погружения в области перехода от впадины Черного моря к Горному Крыму, а сохраняет глубину порядка 18 км (рис. 2) и под Крымскими горами, то в этом случае при плотности пород, перекрывающих «базальтовый» слой около 2,65 г/см³, и сохранении плотности «базальтов» (2,90 г/см³) и подкоркового субстрата (3,3 г/см³) расчетная глубина залегания поверхности Мохоровичича увеличится до 55 км.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альбов С. В., К вопросу о происхождении трех гряд Крымских гор, ДАН СССР, т. LXII, № 4, 1948.
2. Архангельский А. Д., Причины Крымских землетрясений и геологическое будущее Крыма, БМОИП, отд. геолог., т. 7, вып. 1—2, 1929.
3. Архангельский А. Д. и Страхов Н. М., Геологическое строение и история развития Черного моря, Изд-во АН СССР, 1938.
4. Балавадзе Б. К., Гравитационное поле и строение земной коры в Грузии, Изд-во АН ГрузССР, 1957.
5. Брюсов Б. А., Некоторые результаты геофизических исследований территории Западного Кавказа, «Прикладная геофизика», вып. 36, Гостоптехиздат, 1963.
6. Лебедев Т. С., Собакарь Г. Т., Оровецкий Ю. П., Болбах К. А., Тектоника центральной части северного склона Крымских гор, Изд-во АН УССР, 1963.
7. Муратов М. В., Тектоника и развитие Альпийской геосинклинальной области Юга Европейской части СССР и сопредельных стран, «Тектоника СССР» т. II, Изд-во АН СССР, М.—Л., 1949.
8. Муратов М. В., Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова, Госгеолтехиздат, М., 1960.
9. Непрочнов Ю. П., Результаты глубинного сейсмического зондирования на Черном море, Сб. «Глубинное сейсмическое зондирование земной коры в СССР» Гостоптехиздат, Л., 1962.
10. Пчелинцев В. Ф., Образование Крымских гор, Изд-во АН СССР, М.—Л., 1962.
11. Соллогуб В. Б., Чекунов А. В., Павленкова Н. И., Хилицкий Л. А., Гаркаленко И. А. и др., Глубинное строение равнинного Крыма Присивашья по геофизическим данным, Геофизический сборник Института геофизики АН УССР, вып. 6 (8), Изд-во АН УССР, 1963.
12. Субботин С. И., О причинах вертикальных движений земной коры, Новые сообщения Института геологии и географии АН ЛитССР (Труды IV конференции), т. V, Геофизика, Климатология, Вильнюс, 1957.

13. Тяпкии К. Ф., Интерпретация гравитационных аномалий, обусловленных конечными по простиранию геологическими объектами, часть I, Госгеолтехиздат, М., 1961.

14. Bullard E. C., A comparison of oceans and continents, Proc. Roy. Soc., ser. A., 222, № 1150, 1954.

15. Crust of the Earth (A Symposium), Geol. Soc. Am., Spec. Paper. 62, Baltimore, Maryland, 1955.

16. Jeffreys H., The Earth its origin, hystory and physical constitution, Cambridge, University Press, 1959.

17. Gutenberg B., Physics of the earth's interior. Academic Press. New York and London, 1959.

18. Harrison I. C., An interpretation of gravity anomalies in the eastern Mediterranean, Philosoph. trans., A-248, No. 947, 1955.

Институт геофизики
АН УССР

Поступила в редакцию
12 мая 1963 г.