Записки Санкт-Петербургского горного института им. Г.В.Плеханова.
1992. Т.135

УДК 550.3.551.24

О.М.ХАРИТОНОВ, В.Д.ОМЕЛЬЧЕНКО, Н.Е.ГРИНЬ

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИТОСФЕРЫ ЧЕРЕЗ КРИВОРОЖСКУЮ И ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКУЮ СВЕРХГЛУБОКИЕ СКВАЖИНЫ

Сверхглубокое бурение открывает новый этап в познании строения земных недр, о чем свидетельствуют исследования Кольской СГС-3 на Балтийском щите [2, 3]. Важная роль в комплексной многолетней программе, принятой Междуведомственным научным советом по проблеме "Изучение недр Земли и сверхглубокое бурение", отведено геофизическим методам, которые призваны решать следующие актуальные задачи:

1) построение объемных моделей литосферы районов сверхглубокого бурения;

2) изучение закономерностей глубинного строения земной коры и определение условий экстраполяции данных сверхглубокого бурения на сопредельные площади и регионы;

3) исследование физических свойств горных пород в естественном залегании и на образцах керна, прогнозирование изменений этих свойств при высоких давлениях и температурах, присущих литосфере;

4) петрофизическая интерпретация геофизических данных на основании экспериментально установленных связей вещественного состава горных пород с геофизическими полями.

В целях объемной экстраполяции результатов сверхглубокого бурения и выяснения региональных зависимостей геофизических параметров от геологического строения составлена каркасная сеть геотраверсов, проходящих через глубокие скважины, расположенные в различных регионах [2]. К их числу относится региональный профиль Путивль - Кривой Рог, соединяющий Криворожскую и Днепровско-Донецкую сверхглубокие скважины и пересекающий Днепровско-Донецкий палеорифт и Приднепровский блок Украинского щита (рис.1).

С точки зрения геологического строения и перспектив поисков полезных ископаемых особого внимания заслуживают площади, выбранные для изучения строения сверхглубокими скважинами [6]. Криворожский бассейн объединяет группу железорудных месторождений раннепротерозойского возраста и является одним из крупнейших в мире. Это чрезвычайно интересный район для исследования процессов рудообразования. Днепровско-Донецкий палеорифт в теле Восточно-Европейской платформы - главная нефтегазоносная провинция юго-запада Европейской части СССР. Изучение его глубинного строения имеет важное значение для поисков повышенных концентраций углеводородов в низах осадочного чехла. Таким образом, сверхглубокое бурение на рассмотренных площадях внесет существенный вклад в познание закономерностей генезиса нефтегазоносных

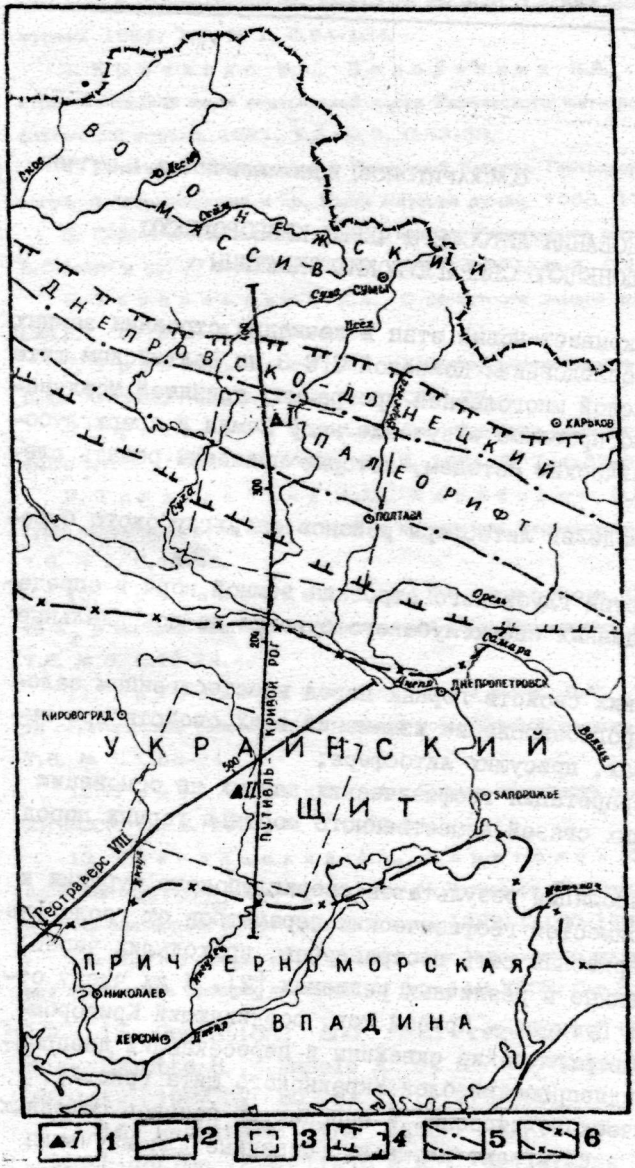


Рис.1. Схема профиля Путивль - Кривой Рог
1 - Днепровско-Донецкая (I) и Криворожская (II) сверхглубокие скважины; 2 - профили ГСЗ; 3 - пространственные сейсмические зондирования; 4 - Днепровско-Донецкий палеорифт; 5 - Днепровский грабен; 6 - Украинский щит

и рудных месторождений полезных ископаемых.

Сейсмические исследования по профилю Путивль - Кривой Рог ставили целью изучение глубинного строения земной коры и верхней мантии по линии, соединяющей районы сверхглубокого бурения. Вдоль профиля протяженностью около 500 км наблюдения выполнялись по методике непрерывного профилирования ГСЗ-КМПВ, а на участках сверхглубокого бурения - по системе пространственных зондирований. В процессе исследований использовались различные способы возбуждения сейсмических волн: групповые взрывы в скважинах и короткозамедленные взрывы (КЗВ) в карьерах и шахтах Кривого Рога. Рассмотрены возможности прослеживания крутопадающих границ в консолидированной коре методом ОГТ.

Регистрация преломленно-рефрагированных продольных и обменных волн, волн, отраженных от внутрикоровых границ и верхней мантии и преломленных от подошвы и кровли консолидированной коры, позволила построить скоростной и сейсмический разрезы литосферы вдоль геотраверса до глубин 60 км.

Важнейшими сейсмическими границами на профиле являются кровля и подошва консолидированной коры и горизонт K_2 в низах „гранитного" слоя (рис.2).

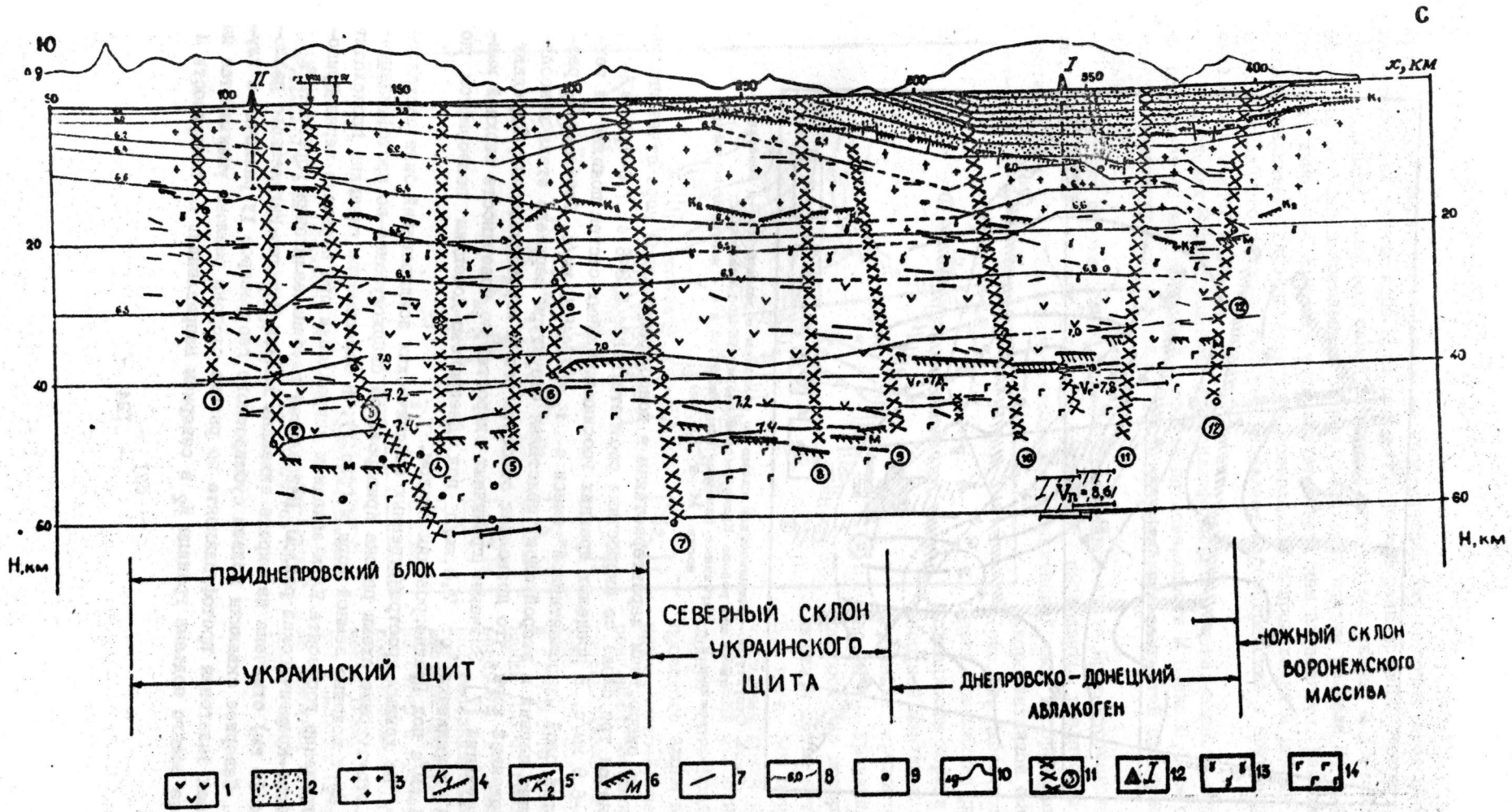


Рис.2. Сейсмический разрез вдоль профиля Путивль – Кривой Рог

1 и 3 – слои с преобладающим основным и кислотным соответственно составом пород; 2 – осадочный чехол; 4 – поверхность кристаллического фундамента; 5 и 6 – разделы K_2 и M; 7 – отражающие площадки; 8 – скорости сейсмических волн; 9 – точки дифракции; 10 – кривая Δg; 11 – глубинные разломы и их номера; 12 – Днепровско-Донецкая (I) и Криворожская (II) сверхглубокие скважины; 13 – промежуточный (гранодиоритовый слой); 14 – верхняя мантия

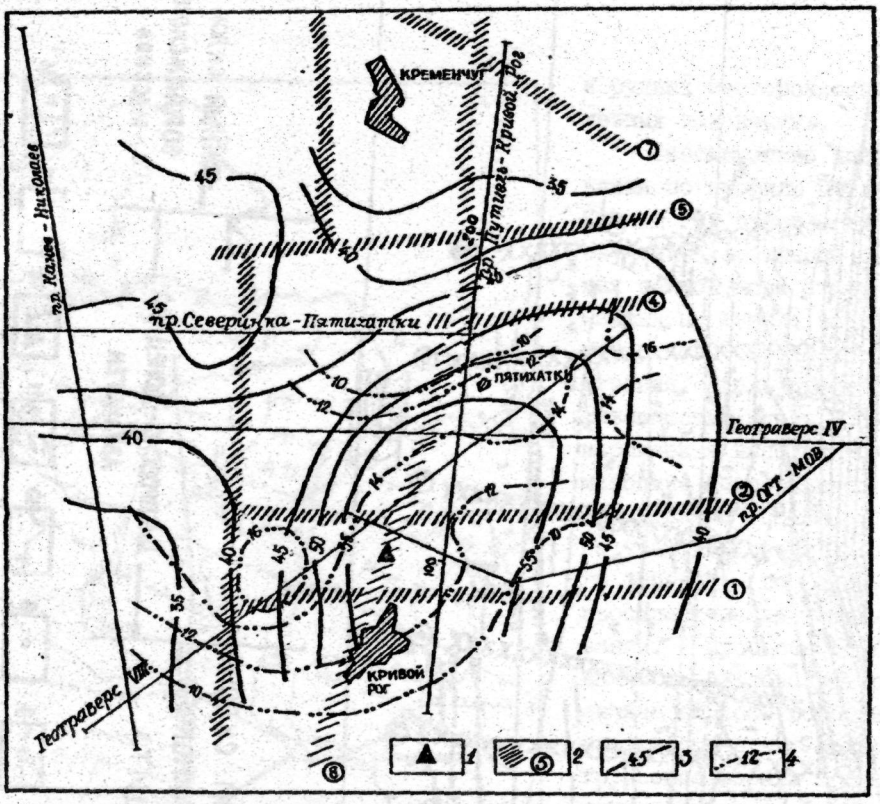


Рис.3. Структурно-тектоническая схема по разделам в земной коре и поверхности М для района Криворожской сверхглубокой скважины
1 - скважина; 2 - глубинные разломы (см. рис.2); 3 и 4 - изогипсы по поверхности М и K_2, км

По скоростным характеристикам в консолидированной коре отчетливо выделяется три слоя: со скоростями соответственно 5,8-6,4; 7,0-7,2 и 6,5-6,9 км/с. В пределах древних геосинклинальных систем появляется четвертый слой „коромантийной" смеси с v_p = 7,4÷8,0 км/с. Горизонт K_2 разделяет первый и второй слои, подстилая структуры верхнего этажа консолидированной коры, что позволяет относить его к „протофундаменту" древних сооружений [7]. Значение граничных скоростей по поверхности верхней мантии изменяется от 7,8 км/с под Днепровско-Донецким палеорифтом до 8,4 км/с под Приднепровским блоком.

По данным пространственных сейсмических зондирований были составлены структурные схемы района Криворожской сверхглубокой по протофундаменту K_2 и подошве земной коры М (рис.3). В окрестности скважины происходит погружение горизонта K_2 в западном направлении при переходе через Криворожско-Кременчугский разлом. Наибольшая глубина залегания горизонта K_2 (до 16 км) отмечена на широте скважины вблизи Западно-Ингулецкого разлома. Севернее скважины вблизи субширотного геотраверса IУ различия в глубинах залегания протофундамента по разные стороны разлома уменьшаются на фоне общего подъема границы K_2 в северном направлении. По поверхности М

Криворожско-Кременчугский разлом не проявляется. Ему соответствует наиболее утолщенная земная кора Криворожско-Крупецкой раннепротерозойской протогеосинклинали. Если под самой скважиной глубина погружения М достигает 58 км, то во всех направлениях от нее происходит подъем раздела М, причем по широте изменения мощности коры значительней, чем по долготе. Наиболее резкое увеличение глубины залегания поверхности М происходит в районе Западно-Ингулецкого разлома, который разделяет Кировоградский и Приднепровский блоки земной коры.

В пределах Кировоградского протоплатформенного блока мощность коры не превышает 40 км, граничная скорость по поверхности М равна 8,I км/с, глубина залегания горизонта K_2 - I0-I4 км. Изолинии скоростей субгоризонтальны [5].

К востоку от указанного разлома, в западной части Приднепровского блока, где проходит профиль Путивль - Кривой Рог, наблюдается увеличение мощности коры до 55-58 км за счет утолщения "гранитного" слоя и образования "коромантийной смеси" (рис.4). Здесь отмечены повышенная расслоенность коры и верхней мантии и погружение горизонта K_2 до 20 км. Граничная скорость по поверхности М достигает 8,4 км/с. Все перечисленные признаки позволяют отнести западную часть Приднепровского блока к Криворожско-Крупецкой раннепротерозойской геосинклинальной системе, что подтверждают и результаты исследований ГСЗ по геотраверсу УШ [I]. Указанная геосинклинальная система простирается на север в пределы консолидированного фундамента Днепровско-Донецкой впадины, существенно усложняя его структуру.

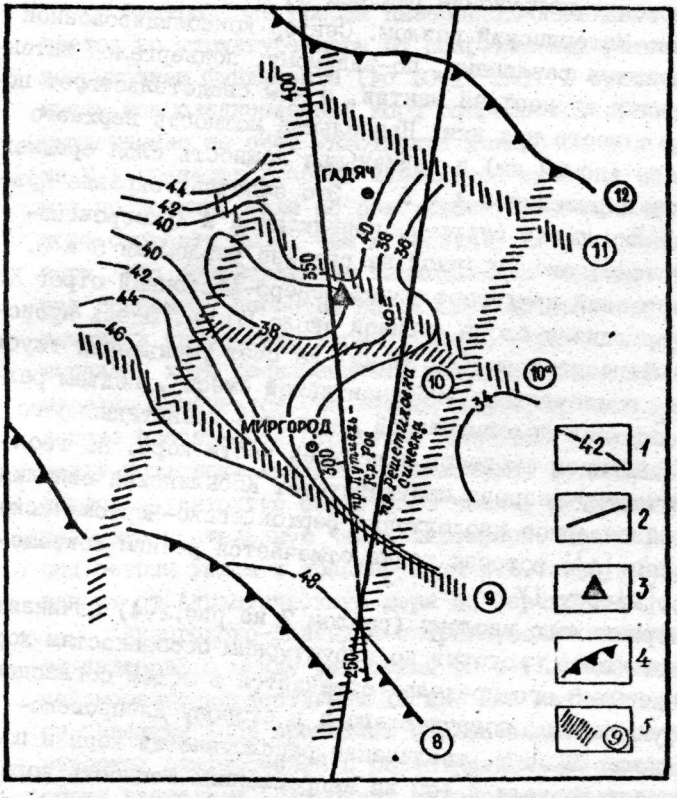


Рис.4. Структурно-тектоническая схема по разделу М для района Днепровско-Донецкой сверхглубокой скважины
1 - изогипсы по поверхности М, км; 2 - профили ГСЗ; 3 - скважина; 4 - разломы, ограничивающие Днепровско-Донецкий авлакоген; 5 - глубинные разломы по данным ГСЗ (см. рис.2)

Литосфера Криворожско-Крупецкой протогеосинклинали нарушена рядом глубинных разломов (см. рис.2), к числу которых относится Бобринецкий (I), Девладовский (2), Субботско-Машоринский (4). Разломы выделяются по точкам дифракции, разрывам основных сейсмических разделов литосферы, изгибам изолиний скоростей и изменению характера расслоенности. Упомянутые нарушения прослеживаются от дневной поверхности на всю мощность коры. Значительное погружение подошвы коры (до 55 км) между Девладовским и Субботско-Машоринским разломами подтверждается в точках пересечения с геотраверсами IУ и УШ. Вопрос о природе разлома 3 заслуживает особого рассмотрения. Это наклонная нарушенная зона, отделяющая северный высокоскоростной блок Криворожско-Крупецкой зоны от разуплотненного центрального. Согласно структурной схеме раздела М [7], указанный разлом $Д^I$ мантийного заложения простирается на юго-запад через сейсмоактивную область Бранча и ограничивает с юго-востока крупный астеносегмент Европы с повышенной мощностью литосферы. К северу от него происходит погружение раздела $К_2$ на 4-5 км, а в низах коры ответвляется Субботско-Машоринский разлом. Сектор консолидированной коры, расположенный между двумя разломами, по-видимому, подвергался интенсивной переработке расплавами из верхней мантии, о чем свидетельствует положительная аномалия силы тяжести над ним. Наибольшая мощность верхнего слоя консолидированной коры (до 20 км) и наименьшая мощность слоя среднего характерны для блока между нарушениями 4 и 5 . Это западная окраина Криворожско-Крупецкой геосинклинальной системы, примыкающая к Криворожско-Кременчугской нарушенной зоне, оконтуренной на разрезе разломами 5 и 6.

С севера к зоне нарушений прилегает узкий северо-восточный отрог Кировоградского протоплатформенного блока шириной около 20 км. Здесь происходит резкое сокращение мощности коры (до 37 км) за счет уменьшения глубины залегания горизонта $К_2$ и отсутствия „коромантийной смеси". Подъем раздела М сопровождается небольшой положительной аномалией гравитационного поля, а горизонт $К_2$ – повышением скорости в верхней части коры. По геологическим данным, этому участку разреза соответствует Кобылякский синклинорий, представляющий собой северное продолжение Верховцевско-Чертомлыкской структурно-фациальной зоны [4], которая также отмечается резким сокращением земной коры по геотраверсу IУ.

Севернее Днепродзержинского разлома (разлом 7 на рис.2-4) начинается северный склон Украинского щита, который по структурным особенностям коры продолжается до нарушения 9. В его пределах отмечается в общем согласное залегание поверхности фундамента, погружающегося в сторону Днепровско-Донецкой впадины, и разделов $К_2$ и М, увеличение расслоенности коры и плавное уменьшение гравитационного поля в том же направлении. Мощность коры между разломами 7 и 9 повышена, а раздел М грабенообразно погружен по этим нарушениям на 10-12 км, причем структура верхней мантии сложна и многослойна. Разлом 8 отчетливо проявляется в разрезе по нарушениям в фундаменте, границам $К_2$ и М, изменению расслоенности консолидированной коры и верхов мантии.

Таким образом, в результате проведенных сейсмических исследований установлены особенности глубинного строения земной коры в районах бурения Криворожской и Днепровско-Донецкой сверхглубоких скважин, а также вдоль соединяющего эти районы траверса Путивль - Кривой Рог. Представляется перспективной дальнейшая комплексная геолого-геофизическая интерпретация материалов вдоль этого траверса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геодинамическая модель центральной части Украинского щита и Криворожская сверхглубокая скважина / А.В.Чекунов, В.Б.Соллогуб, Л.С.Галецкий, Н.С.Курлов // Геофизический журнал. 1989. № 4. С.3-13.

2. Козловский Е.А. Комплексная программа глубинного изучения земных недр // Сов. геология. 1982. № 9. С.3-12.

3. Кольская сверхглубокая. М.: Недра, 1984. 490 с.

4. Крутиховская З.А. Глубинное строение и прогнозная оценка Украинской железорудной провинции. Киев: Наукова думка, 1971. 205 с.

5. Литосфера Центральной и Восточной Европы. Геотраверсы IУ, УI, УIII. Киев: Наукова думка, 1988. 171 с.

6. Программа создания объемной геолого-геофизической модели литосферы района Криворожской и Днепровско-Донецкой сверхглубоких скважин / А.В.Чекунов, В.Б.Соллогуб, Б.С.Кривченков и др. // Вестник АН УССР. 1986. № 6. С.15-22.

7. Соллогуб В.Б. Литосфера Украины. Киев: Наукова думка, 1986. 184 с.