

регово-Беганском, Дубриничском и Вышковском районах, Раховской и Чивчинской подзонах, а также на отдельных перспективных участках Выгорлат-Гутинской подзоны.

Важной задачей является внедрение в практику лабораторных и поисковых гидрогеохимических исследований современных аналитических методов, в частности метода концентрирования на принципе адсорбционно-комплексобразовательной хроматографии, разработанного во ВСЕГИНГЕО. Этот метод сравнительно прост и позволяет с достаточно высокой чувствительностью определять в водах многие элементы (висмут, кадмий, кобальт, медь, цинк, никель, ниобий, свинец, серебро, вольфрам), профилирующие в рассматриваемой гидрогеохимической провинции, с приемлемой воспроизводимостью.

Изучение термодинамических и геохимических особенностей подземных вод Советских Карпат в сочетании с применением современных методов инструментального анализа (атомно-абсорбционного и нейтронно-активационного) может повысить эффективность поисков месторождений многих полезных ископаемых в исследуемом регионе.

Ин-т геол. наук АН УССР, Киев

Статья поступила  
25.07.83

## SUMMARY

Studies in thermodynamic and geochemical peculiarities of the underground waters in the Carpathians have confirmed that anomalous values of pH and mineralization, specific composition of basic ions and dissolved gases, high concentrations of ore elements may serve as prospecting characters of mineral deposits in the region. It is established that a complex compound of mercuric iodine and elementary quasi-gaseous mercury are prevalent forms of hydrochemical mercury migration under conditions of the Vyshkovian ore locus. Formation of mercury spread haloes in gravitational and void waters is shown to be possible. Statistical analysis of trace element distribution in the underground waters has revealed areas promising for the deposit prospecting.

УДК 554.4

## ОПЫТ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В СТЕПНОМ КРЫМУ

*Э. Т. Палиенко, В. В. Стецюк*

В последние годы в сфере рационального природопользования и охраны окружающей среды среди причин ее антропогенного изменения значительное место занимают водохозяйственные мероприятия: строительство крупных каналов, сооружение гидротехнических объектов, осушительные и обводнительные мелиорации, водозаборы подземных вод и т. д. В частности, в Степном Крыму наблюдается изменение гидрогеологической обстановки вследствие интенсивного водоотбора из основного водоносного горизонта. Для контроля и управления гидрогеологическими процессами в последнее время используются так называемые постоянно действующие математические модели (ПДММ).

При проведении работ по созданию постоянно действующей модели Степного Крыма и юга Херсонской области (первый этап) целесообразным оказалось использование косвенных признаков для построения специальных гидрогеологических карт, геоморфологической интерпретации изменчивости фильтрационных параметров пород водоносных комплексов [4]. В частности, интерес представляли данные о наличии водо-

проницаемых и водоупорных литологических разностей в отложениях среднего и позднего плиоцена, о выдержанности водопроницаемых отложений в плане и по профилю, о отдельных слоях в водоносных комплексах, об ослабленных зонах.

Киевским университетом и Институтом геологических наук АН УССР\* проведены специальные исследования и разработан инженерно-геоморфологический подход к изучению закономерностей строения водоносных комплексов. Последний заключался в интерпретации известных и установленных данных об истории развития рельефа, его строения, обусловленности тектонической структурой с точки зрения пригодности для практического использования при схематизации гидрогеологических условий. Проведены также специальные палеогеоморфологические исследования.

Работы осуществлялись по двум основным направлениям: палеогеоморфологическому и структурно-геоморфологическому.

Палеогеоморфологическое направление предусматривает уточнение фильтрационных свойств горных пород с применением палеогеоморфологического метода, прежде всего анализа ярности погребенного рельефа, соответствующей смене условий седиментации и рельефообразования в процессе развития рельефа Степного Крыма. Для этого учитывалось наличие трех разновозрастных поверхностей (ярусов) погребенного рельефа: 1) раннеплиоценовой (позднепонтической), фиксирующейся по размытой кровле понтических известняков; 2) среднеплиоценовой — по размытой кровле среднеплиоценовых глин; 3) позднеплиоцен-раннеантропогеновой — по эрозионному срезу песчано-галечниковой толщи. Наиболее молодым является современный ярус рельефа, сложенный антропогеновыми отложениями, в основном лессовидными суглинками. Изменение гидрогеологических условий во многом зависит от соотношения ярусов рельефа между собой как по площади, так и вертикали.

В среднем и позднем плиоцене при накоплении красноцветной формации образовалась в основном погребенная полигенетическая поверхность (в Предгорном Крыму и в осевой части Тарханкута она выходит на дневную поверхность), которая представлена структурно-денудационными и элювиально-делювиальными участками на древних водоразделах и флювиальными — в пределах древних долин. Роль флювиальных участков особенно важна для интерпретации фильтрационных свойств пород водоносных комплексов. Например, кратковременные поднятия Горного Крыма в киммерийское время сопровождались развитием флювиальных процессов, вследствие чего образовалась широкая полоса аллювиальных и аллювиально-пролювиальных равнин Предгорного Крыма (тавльская свита, по М. В. Муратову). Трансгрессии и регрессии киммерийского и кюальницкого бассейнов в среднем и позднем плиоцене привели к формированию нескольких закономерно сменяющихся в плане фациальных зон: аллювиальных и аллювиально-пролювиальных отложений (Предгорный Крым); элювиально-делювиальных и аллювиально-пролювиальных глинистых образований (Степной Крым); песчано-глинистых осадков (морские равнины Сивашской и Индольской впадин). Как показал пространственный анализ геологических разрезов, последовательная смена фациальных зон значительно осложняется при детальном рассмотрении. Например, имеются выдержанные в плане шлейфы терригенного материала с закономерной сменой состава отложений типа галечники—гравийно-галечниковые—песчанные—песчано-глинистые, ориентированные от источников сноса (поднятия Горного Крыма) к зонам аккумуляции (Сивашская, Каркинитская, Индольская, Альминская впадины). В профиле строение таких шлейфов многоярусное, осложнено фациальными переходами и следами раз-

\* Авторы глубоко признательны сотрудникам Института геологических наук АН УССР С. А. Гавловскому и Н. С. Огнянику за консультирование по специальным вопросам и помощь в работе.

мыва. Учитывая то, что в комплексе отложений, составляющих часть разреза от кровли известнякового комплекса до подошвы антропогенных образований, распространен средне-верхнеплиоценовый водоносный горизонт, логично составление специальной палеогеоморфологической карты по условному срезу, максимально обнажающему основные литологические, преимущественно водопроницаемые, разности. Установлено, что шлейфы водопроницаемых отложений находятся в пределах погребенных долин, а древние междуречья представляют собой преимущественно комплексы водоупорных отложений. Кроме того, погребенные долины в некоторых местах «промыывают» мергелисто-глинистые образования босфорского подъяруса и указывают на существование участков гидравлической связи между водоносными горизонтами в средне-позднеплиоценовых отложениях и основным водоносным комплексом Степного Крыма. Выявление и картографирование литолого-фациальных разностей как водопроницаемых отложений, так и водоупоров способствовало схематизации гидрогеологических условий для постоянно действующей модели (для выделения контуров водоносных горизонтов и обоснования их граничных условий).

Легенда «Палеогеоморфологической карты Степного Крыма по основному литологическому срезу» включает следующие группы условных обозначений.

1. Элементы палеорельефа: участки устойчивых междуречий; погребенные долины, ложбины стока; участки эпиконтинентальной лиманно-морской аккумуляции; участки развития погребенных палеодельт; отчетливо выраженные в погребенном рельефе палеодолины; абразионно-тектонический уступ в погребенном рельефе известнякового комплекса, являющийся зоной контакта преимущественно морских отложений и отложений в основном континентальной и субаквальной аккумуляции.

2. Литологическую характеристику элементов палеорельефа: пески мелкозернистые; гравийно-галечные отложения; гравийно-галечно-песчаные отложения; глины с включением гальки и гравия; глины однородные; глины песчаные; глины с частыми маломощными прослоями песков и песчаников; известняки.

3. Прочие обозначения. Изопахиты водопроницаемых отложений: преимущественно гравийно-галечно-песчаных отложений, слагающих верхнюю часть сводного раздела средне-позднеплиоценовых образований; преимущественно песчаных, фиксируемых в наиболее низких частях профиля, они приурочены к замкнутым или полуоткрытым понижениям рельефа погребенного известнякового комплекса; песчаных, гравийных, галечных отложений, залегающих в отчетливо выраженных палеодолинах; песчаных и песчаниковых, занимающих пониженные части свободного разреза средне-позднеплиоценовых отложений и приуроченных к районам преимущественного распространения морских разностей.

Границы распространения первых двух групп водопроницаемых комплексов показаны на карте цветными контурами, а представления об их размерах дает цифровая характеристика.

На основании характеристики вещественного состава, форм погребенного рельефа, их выдержанности в плане и профиле карта дает возможность обобщить данные о водопроницаемости пород водоносного комплекса в средне-позднеплиоценовых отложениях.

Структурно-геоморфологическое направление работ заключалось в картографировании рельефа погребенных известняковых отложений и интерпретации его морфологических особенностей. Опыт работ в этом направлении показал необходимость сопоставления геологической структуры и рельефа, которое состоит в следующем.

Погребенная поверхность размыта известнякового комплекса Степного Крыма образовалась в результате резкой активизации эрозионно-денудационных процессов в предкиммерийское время. Интенсивность и глубина денудационного среза этого комплекса в различных регионах

Степного Крыма была неодинаковой (п-ов Тарханкут, Присивашье, центральная часть, Альминская впадина), что подтверждается возрастом известняков (понт, меотис, сармат). Однако в морфогенетическом плане указанная поверхность претерпела не только срезание комплексной денудацией на субгоризонтальных междуречных поверхностях и глубинное эрозионное расчленение на склонах и в понижениях, но и деформацию под влиянием неотектонических движений (поднятия и опускания). На неровный, в основном блоковый, характер поверхности погребенного известнякового комплекса указывают многие исследователи [2, 3, 6]. С целью обобщения сведений о деформациях этой поверхности, влияющих на изменчивость фильтрационных параметров основного водоносного комплекса Степного Крыма создана «Карта деформаций поверхности погребенного известнякового комплекса». Кроме того, построена карта ее гипсометрии с сечением горизонталей через 5 м. Составленные карты интерпретированы со структурно-геоморфологических позиций. Получены следующие результаты.

1. Выделены основные каркасные линии погребенной поверхности известнякового комплекса, отражающие, как полагают авторы, границы основных структурных элементов Степного Крыма (флексурные перегибы, уступы), которые разделяют поверхность на гипсометрические ярусы: верхний — Тарханкутское, Новоселовское и Центральное поднятия и территория, прилегающая к предгорьям, и нижний — Присивашье, Индольская и Альминская впадины.

2. При более детальном анализе в пределах основных морфологических элементов погребенной известняковой поверхности выделены локальные выступы поверхности известнякового комплекса; локальные впадины поверхности; линейно ориентированные формы, выделяемые с различной степенью достоверности и требующие специальных, более детальных исследований.

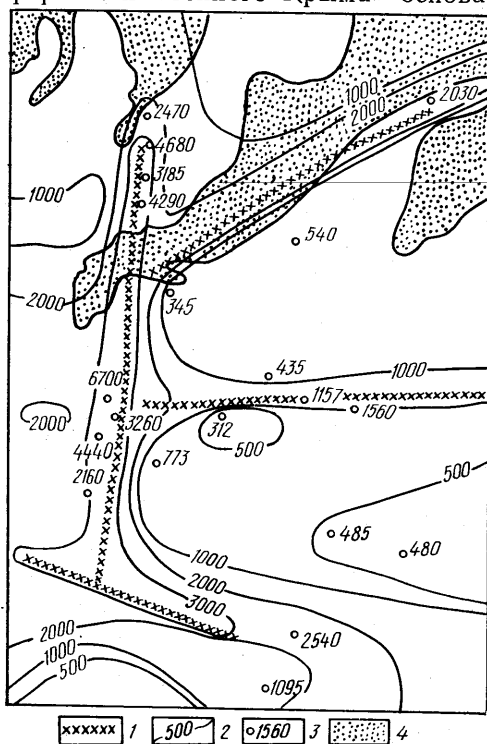
Линейно ориентированные формы погребенной известняковой поверхности с позиций геологической истории Степного Крыма, истории развития рельефа, тектонической структуры, литолого-фациальных особенностей могут быть объяснены на данном этапе исследований следующим образом: а) как границы блоков, отражающих глубинное строение осадочного чехла территории, выраженных в рельефе погребенной известняковой поверхности; б) как зоны возможного контакта (замещения) различных известняковых фаций, имеющих различную сопротивляемость к разрушению; в) как участки интенсивного эрозионного размыва в послепонтическое время (древние эрозионные понижения), они выражены в рельефе погребенной известняковой поверхности как древняя гидросеть, заложенная по ослабленным зонам; г) как отпрепарированные гребни моноклиналей разновозрастных известняков; д) как зоны мелких флексурных перегибов, обязанных разнонаправленным блоковым неотектоническим движениям, которые не привели к нарушению сплошности известнякового комплекса, но создали ослабленные зоны с точки зрения водопроницаемости.

Позднеплиоцен-раннеантропогеновая поверхность выравнивания фиксирована региональным эрозионным размывом, приуроченным к границе верхнего плиоцена и нижнего антропогена. В палеогеографической обстановке — это конец эпохи формирования пород так называемой «красноцветной формации». В изучении погребенного рельефа этой поверхности выравнивания было принято принципиальное положение об унаследованности развития современного рельефа от древнего позднеплиоценового рельефа. В связи с этим возникла необходимость дать морфоструктурную оценку рельефа позднеплиоцен-раннеантропогеновой поверхности выравнивания, необходимую для проведения работ по созданию постоянно действующей модели, а именно: 1) установить структурные черты погребенного рельефа эпохи окончания формирования пород красноцветной формации и дополнить морфоструктурную интерпретацию рельефа поверхности погребенного известнякового комплекса; 2) выделить на специальной карте элементы рельефа данного

возраста, что необходимо для поиска, объяснения причин, а также условий инфильтрации поверхностного стока при проведении, например, мероприятий по восполнению запасов подземных вод в Степном Крыму. При этом данные о погребенном рельефе, наличии ослабленных зон в толще пород красноцветов позволяют прогнозировать участки более интенсивной инфильтрации поверхностного стока и выявлять пути возможного загрязнения водоносных горизонтов.

«Карта деформаций погребенной поверхности пород красноцветной формации Степного Крыма» основана на анализе рисунка изогипс погребенной поверхности, проведенных через 5 м. При выполнении интерполяции изогипс учтены морфологические и морфоструктурные черты современной поверхности и данные об особенностях развития рельефа Степного Крыма в период с конца понта по начало антропогена. Проведена морфологическая и морфоструктурная интерпретация погребенной поверхности, в результате чего установлено следующее:

1. Погребенная поверхность пород красноцветной формации состоит из двух ярусов: а) нижний — абсолютные отметки от



Фрагмент карты коэффициентов водопроницаемости основного водоносного комплекса Степного Крыма

1 — линейменты погребенной известняковой поверхности; 2 — изогипсы значений коэффициентов водопроницаемости, м<sup>2</sup>/сут; 3 — значения коэффициентов водопроницаемости по скважинам, м<sup>2</sup>/сут; 4 — акватория Сиваша

40—30 м и до отметки 0...—10 м с аномалией (—70...—80) м в районе Индольской впадины; б) верхний — полого поднимающаяся поверхность с отметками от 30—40 до 80—100 м. В пределах верхнего яруса в районе расточья рек Чатырлык, Салгир, балок Скворцовской, Кизилъярской отмечена сравнительно выравненная поверхность (отм. 70—80 м), приуроченная в геоструктурном отношении к району отчленения Симферопольского и Новоселовского поднятий, Альминской и Индольской впадин.

2. Рельеф погребенной поверхности пород красноцветной формации в пределах выделенных ярусов осложнен локальными выступами, впадинами, ложбинами возможного древнего стока. Верхний ярус характеризуется сравнительно однообразным уклоном от центров основных положительных структур к зонам неотектонических опусканий. В пределах нижнего — значительное количество выступов, впадин и линейных понижений.

Проведенные работы по составлению специальных карт деформаций погребенных поверхностей выравнивания и карты, отражающей основные литологические особенности водопроницаемых и водоупорных отложений средне-позднеплиоценового возраста, позволили сопоставить погребенный рельеф, его структурные особенности с фильтрационными свойствами пород водоносных комплексов.

На данном этапе установлены определенные связи (см. рисунок) фильтрационных свойств пород понт-меотис-сарматского водоносного комплекса Степного Крыма с основными чертами морфоструктуры

погребенной поверхности известняков неогена. При составлении карты коэффициентов водопроводимости основного водоносного комплекса с картой деформаций погребенной известняковой поверхности выявляются следующие закономерности.

1. Повышенные значения водопроводимости локализируются в северной части Степного Крыма в районах, прилегающих к Присивашью, в пределах нижнего яруса погребенной известняковой поверхности. Изолинии коэффициентов водопроводимости, проведенные способом линейной интерполяции, вытянуты в широтном направлении, что обусловлено аналогичным простиранием основных тектонических структур данного участка (Каркинитской и Сивашской впадин, шовных зон, соответствующих смене интенсивности и направленности тектонических движений в неотектонический этап). Поскольку здесь сочленяются различные геоструктурные области, формирование понт-меотис-сарматских известняков происходило в обстановке тектонической активности, что проявилось, видимо, в литологических особенностях водовмещающих пород. В настоящее время повышенные значения коэффициентов водопроводимости являются, очевидно, следствием влияния тектонической обстановки на формирование структуры известнякового комплекса, возможной его раздробленности на отдельные блоки. Рисунок изолиний коэффициентов водопроводимости здесь резко отличается от рисунка изолиний на сопредельных участках, и локализация повышенных значений коэффициентов водопроводимости в пределах нижнего яруса погребенной известняковой поверхности может служить одним из критериев гидрогеологического районирования.

2. Максимальные значения коэффициентов водопроводимости (от 10 000 до 22 000 м<sup>2</sup>/сут), очевидно, не случайно приурочены к субширотной линии, совпадающей в плане с выделенной на «Карте деформаций поверхности погребенного известнякового комплекса Степного Крыма» подошвой уступа, разделяющего высокий и низкий ярусы известняковой поверхности. Подошва уступа отражает, видимо, известную зону разломов, отделяющую Тарханкутское поднятие от Каркинитской и Сивашской впадин, т. е. границу более глубоких блоков, выраженных в поверхности погребенного известнякового комплекса флексурным перегибом с возможными ослабленными зонами.

3. Наблюдается отчетливая приуроченность значений коэффициентов водопроводимости одного порядка (5234, 3018, 2589, 5460, 1432, 2740, 3520, 2260 м<sup>2</sup>/сут) к бровке уступа сложной плановой конфигурации, разделяющего гипсометрические ярусы погребенной известняковой поверхности. Конфигурация уступа осложнена эрозионными размывами балок, впадающих в Каркинитский залив. В прикаркинитской части Степного Крыма известны высокие значения коэффициентов водопроводимости в районах балок, наши же выводы позволяют связать высокие значения коэффициентов водопроводимости с морфологией погребенной известняковой поверхности, отражающей деформации толщ водовмещающих пород.

4. Однопорядковые значения коэффициентов водопроводимости установлены также вдоль зон выделенных линейно ориентированных форм погребенной поверхности известняков. Закономерным представляется размещение фильтрационных зон вдоль возможных тектонических нарушений понт-меотис-сарматского известнякового комплекса, выделенных на карте деформаций погребенной известняковой поверхности (коэффициенты водопроводимости 2470, 2240, 3185, 4680, 4220, 6700, 3268, 4440, 2160 м<sup>2</sup>/сут и др.), что наблюдается к востоку от Джанкоя.

5. К западу от Джанкоя, также по линейно ориентированным формам погребенной известняковой поверхности, наблюдаются значения коэффициентов водопроводимости одного порядка — 6500, 4500, 11 900, 11 200, 14 200, 8850 м<sup>2</sup>/сут. В данном случае они приурочены с большой долей вероятности к границам локального выступа треугольной конфигурации (неотектонического блока), ограниченного разломами в понт-меотис-сарматских известняках. Примечательно, что внутри этого

блока значения коэффициентов водопроницаемости на порядок ниже — 744, 662, 680 м<sup>2</sup>/сут.

6. В пределах зоны разломов запад-северо-западного простирания установлены значения коэффициентов водопроницаемости порядка 5460, 5200, 1950 м<sup>2</sup>/сут, а значения 1703, 3540, 936, 1816, 1940 м<sup>2</sup>/сут локализованы по линии меридионального направления через район Новопокровского водозабора.

Таким образом, при сопоставлении данных о коэффициентах водопроницаемости понт-меотис-сарматского водоносного комплекса с картой деформаций погребенной известняковой поверхности Степного Крыма выявляется закономерное расположение однопорядковых значений коэффициентов в пределах элементов деформаций известняковой поверхности. Учитывая установившиеся взгляды на блоковую структуру основного водоносного комплекса, детальную интерпретацию морфологии известняковой погребенной поверхности, приведенные выше факты приуроченности однопорядковых значений коэффициентов водопроницаемости к линейным элементам различного происхождения, можно рекомендовать использование полученных результатов при составлении специальных гидрогеологических карт (коэффициентов водопроницаемости водоносных комплексов, параметров отдельных слоев и т. д.).

## SUMMARY

Applied geomorphological researches are carried out to create a continually operating mathematical model of the Steppe Crimea and the south of the Kherson region. Results of the researches are presented.

1. Геология СССР. Т. 8. Крым.— М.: Недра, 1969.—576 с.
2. Кац Я. Г., Макарова Н. В., Козлов В. В., Трофимов О. М. Структурно-геоморфологический анализ Крыма по дешифрированию космоснимков.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1981, № 3, с. 8—20.
3. Львова Е. В. Равнинный Крым.— Киев: Наук. думка, 1978.—188 с.
4. Огняник Н. С. Постоянно действующие математические модели гидрогеологических процессов.— Киев: Наук. думка, 1980.—167 с.
5. Палиенко Э. Т. Корреляция и степень преобразования поверхностей выравнивания Горного и Степного Крыма.— Поверхности выравнивания, 1970, вып. 2, с. 80—81.
6. Тимофеев В. М., Палиенко Э. Т., Тарбес И. В., Чмыхал В. Н. Неотектоническая структура Равнинного Крыма.— Физ. география и геоморфология, 1975, № 13, с. 112—127.

Киев. ун-т, Киев

Статья поступила  
24.05.84

УДК 551.343(477.9)

## ОПОЛЗНИ РАЙОНА г. ФЕОДОСИЯ

Н. Н. Новик, Л. С. Борисенко, В. И. Гук, Ю. Б. Люльев,  
Е. П. Сидоренко

Оползневые смещения на склонах Крымских гор довольно широко развиты и представляют собой серьезную опасность, которая все более возрастает в связи с интенсивно расширяющимся освоением новых площадей под курортное и жилищное строительство. Крымские оползни различаются, прежде всего, по геологическим и морфоструктурным условиям образования, определяющим их динамические типы, а также степень влияния различных факторов, (абразии, эрозии, грунтовых вод, крутизны склонов) на их формирование и повторные подвижки. Различие геологических и морфоструктурных условий образования

П-463  
1985  
Г. 45  
~ 4

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Научный журнал  
основан в 1934 г.  
Выходит один раз  
в два месяца

Том 45 № 4 · 1985

КИЕВ  
НАУКОВА ДУМКА

## РУДЫ

УДК 550.822:553.31

### НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ГЛУБИННОМ СТРОЕНИИ РАЙОНА ЗАЛОЖЕНИЯ КРИВОРОЖСКОЙ СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЫ

*Н. Р. Бурьян, Ю. Н. Лазаренко, В. В. Решетняк, Н. Г. Ефименко*

Криворожский бассейн — крупнейший железорудный регион мира — является основной минерально-сырьевой базой черной металлургии СССР. В 1982 г. добыча железной руды в нем составила 43 % общесоюзной и 84 % республиканской. Эксплуатация богатых железных руд и железистых кварцитов в настоящее время происходит на глубинах 800—1100 м. Поисково-разведочными работами доказано распространение богатых железных руд до глубин порядка 2200—2700 м. Выяснение перспектив и характера железоруднения в Саксаганской рудоносной структуре на больших глубинах имеет важное экономическое и социальное значение для промышленного комплекса бассейна. Для уточнения этих вопросов Межведомственным научным советом ГКНТ СССР было принято решение о бурении у с. Новоивановка в районе рудника им. Ленина скважины глубиной 12 км.

Научное обоснование целей и задач указанной скважины, а также района ее заложения приведено в работах Я. Н. Белевцева и др. [1, 2], Н. П. Семененко [6]. В обосновании точки заложения, наряду с другими организациями, принимали участие Днепропетровское отделение ИМР и Криворожская геологоразведочная экспедиция ПГО «Южургеология». В 1982 г. завершено построение по новейшим физико-геологическим данным объемной геолого-геофизической модели северной части Саксаганской рудоносной структуры. В процессе работ возникли и оформились некоторые новые понятия о структуре бассейна, его тектонике и истории геологического развития.

Для получения общих представлений о глубинном строении Криворожского бассейна были использованы результаты крупномасштабных гравиметрической и магнитной съемок, данные сейсморазведки, многочисленные определения физических свойств горных пород и геологические материалы.