

УДК 550.83:622.011

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНАХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ АКТИВИЗАЦИИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

**Анциферов А. В., Майборода А. А., Савченко А. В.,
Туманов В. В.**

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Наведено обґрунтування необхідності застосування геофізичних методів прогнозу і вивчення негативних факторів, обумовлених активізацією геодинамічних процесів у техногенно-геологічних системах вуглевидобувних регіонів.

Argumentation of the need for employing geophysical methods to predict and study negative impacts caused by activation of geodynamic processes in technogenic-geological systems in coal-mining regions is given.

В результате 200-летнего освоения угольных ресурсов Донбасса, сопровождаемого проведением широкомасштабных горных работ, в его регионах образовалась сложная техногенно-геологическая система, достигающая глубин более 1000 м и характеризующаяся специфическими инженерно-геологическими, гидрогеологическими, геофизическими и геохимическими особенностями.

При отработке угольных месторождений активизируются и развиваются геодинамические процессы, в результате которых происходит нарушение геостатических и гидростатических природных условий, что крайне негативно сказывается на региональных и локальных изменениях геологической среды.

Геодинамическими факторами, негативно влияющими на земную поверхность, являются:

- процессы сдвижения горных пород и развитие деформаций земной поверхности и, в первую очередь, сосредоточенных деформаций в зонах влияния тектонических нарушений, выходящих под покровные отложения;

- изменение гидрогеологических условий, приводящее к подтоплению обширных территорий;

- провалоопасность в районах распространения старых горных выработок на малых глубинах.

Особенностью реструктуризации угледобывающей отрасли является закрытие нерентабельных и выработавших свои запасы шахт. Такая реструктуризация при отсутствии действенной природоохранной политики способствует резкому нарушению и без того нестойкого равновесия техногенно-геологической системы с другими природными системами, еще более усугубляется экологическая и социальная ситуации. Основными негативными последствиями при этом являются следующие:

- подтопление значительных территорий и расширение зон притоков высокоминерализированных шахтных вод, загрязняющих воды подземных и поверхностных источников питьевой воды, рек и водоемов;

- расширение зон просадок грунтов, что приводит к разрушению наземных сооружений;

- формирование новых путей миграции метана с образованием взрывоопасных ситуаций в случае его проникновения в здания и сооружения.

Донецкий угольный бассейн занимает ведущее место в стране по плотности населения, развитию промышленности, застроенным территориям. Более 40 % промышленных запасов углей находится в пределах застроенных или застраиваемых площадей, добыча угля под которыми для отдельных шахт составляет 80-100 %. Это подчеркивает актуальность решения проблем, касающихся обеспечения экологической и социальной безопасности угледобывающих регионов, в следующих направлениях:

- обеспечение сохранности наземных зданий и сооружений на подрабатываемых территориях и обоснование конструктивных мер защиты объектов нового строительства;

- снижение экологического риска и экономических убытков при эксплуатации и закрытии шахт.

В целом проблемы угледобывающих регионов известны. Отдельные производственные и научно-исследовательские организации, в том числе УкрНИМИ НАН Украины, занимаются их решением. Однако, темпы проведения работ, а главное надежность и достоверность прогнозных геологических данных, являющихся основой всех дальнейших расчетов, недостаточны. Необходимо использовать новые подходы и критерии для комплексного решения этих проблем с обязательным использованием геофизических методов, возможности которых еще далеко не исчерпаны, а имеющиеся разработки практически не реализуются. Поэтому постановка и проведение специальных фундаментальных и прикладных исследований в этой области – весьма актуальны и своевременны.

Возможность применения геофизических методов для решения задач прогноза изменений свойств и состояния геологической среды, происходящих под влиянием природных и техногенных факторов, предопределяется их способностью оперативного измерения количественных характеристик горных пород, достаточно «чувствительных» к происходящим в массиве изменениям без какого-либо нарушения существующего состояния и свойств этих массивов. При строго стандартизированной методике полевых геофизических работ и применении современной аппаратуры может быть обеспечена такая точность определения геофизических параметров, при которой погрешности измерения на 1-1,5 порядка меньше вариаций, обусловленных влиянием природных и техногенных факторов [1, 2].

В статье рассмотрены физические предпосылки применения геофизических методов для изучения и прогноза перечисленных выше основных факторов.

1. Прогноз выходов дизъюнктивных нарушений под наносы.

Весьма актуальной задачей в техногенно-геологической системе Донбасса является прогноз выходов тектонических нарушений под наносы. Этот прогноз необходим для выявления участков проявления сосредоточенных деформаций на земной поверхности, связанных с процессами сдвижения массива горных пород при подработке разрывных нарушений очистными работами.

Своевременно выявленное положение участков сосредоточенных деформаций и оценка их границ не только позволят избежать осложнений при возведении строений, но и сократить размеры целиков, оставляемых в угольных пластах на участках, прилегающих к разрывным нарушениям, и тем самым сократить потери в недрах.

По данным геологической разведки невозможно достоверно определить зону влияния выходящих под наносы дизъюнктивов. Это обосновывает необходимость привлечения при изучении и картировании выходов разрывных нарушений под наносы более точных геофизических методов.

Основными предпосылками для постановки геофизических методов с целью выявления и картирования тектонических разрывных нарушений, выходящих под наносы, являются петрофизические особенности углевмещающих пород и их изменения в зонах влияния этих нарушений. Для Донбасса характерна связь между протяженностью разрывов, амплитудой смещения, мощностью зоны измененных (дробленых) пород и интенсивностью изменения физических свойств горных пород в зоне нарушения.

В период образования разрывного нарушения тектонические напряжения вызывают сильный изгиб породных слоев, которые подвергаются и испытывают деформации растяжения и сжатия. Наличие этих деформаций создает благоприятные условия для образования ослабленных зон, прочностные свойства которых снижаются в 1,2 - 2,0 раза, а в случае обводненных поверхностей сместителя – в 2,0 - 3,5 раза, достигая своего минимального значения за счет развитой сети трещин [3].

В зоне сбросов разуплотнение горных пород наблюдается как в лежащем, так и в висячем крыльях, что приводит к увеличению пористости за счет дробления материала до 30 % и снижает электрические и гравиметрические характеристики пород на 30-70 % по отношению к фоновым величинам. Для надвигов изменение физических свойств носит менее выраженный и асимметричный характер – в лежащем крыле породы разрушены, а в висячем – уплотнены. Разуплотнение пород в лежащих крыльях надвигов и их уплотнение в висячих обуславливают резкие изменения физических свойств, что влечет 30-50 % повышение кон-

трастности аномальных эффектов от надвиговой тектоники, для которой характерны аномалии типа «градиент».

Интенсивная трещиноватость в зоне нарушения приводит к росту анизотропии по удельному сопротивлению. При этом общей особенностью является возрастание анизотропии горных пород в зоне нарушения до 2,5 - 5,0 при фоновых значениях 1,2 - 3,0. Следовательно, коэффициент анизотропии по удельному сопротивлению (λ) является объективным критерием для оценки степени нарушенности подрабатываемого массива.

Таким образом, физической основой применения геофизических методов, включающих электротрию с искусственным возбуждением электрических цепей, является 30-50 % повышение контрастности аномальных эффектов от разрывов, трещиноватости, расслоения и разуплотнения горных пород в процессе концентрации деформаций при условии непрерывного накопления упругой энергии в ослабленных зонах.

Одним из наиболее перспективных геофизических методов для решения задач структурно-тектонического картирования угольных месторождений является сейсмическая разведка. По результатам сейсморазведочных исследований тектонических нарушений [4, 5, 6] установлены следующие геолого-геофизические закономерности:

– для пород разрывных нарушений характерна следующая зональность сейсмоакустических свойств:

$$\text{для надвига } V_{\text{пз}}^{\text{БК}} > V_{\text{нп}} > V_{\text{пз}}^{\text{ЛК}} > V_{\text{тс}},$$

$$\text{для сброса } V_{\text{нп}} > V_{\text{пз}} > V_{\text{тс}},$$

где $V_{\text{нп}}$ – скорость распространения упругих колебаний в ненарушенных породах,

$V_{\text{пз}}^{\text{БК}}$ – для пород приразрывной зоны висячего крыла,

$V_{\text{пз}}^{\text{ЛК}}$ – то же для лежачего крыла,

$V_{\text{тс}}$ – то же для трещины смещения;

– в лежачем крыле надвигов наблюдается разуплотнение пород приразрывной зоны и их уплотнение в висячем крыле. У сбросов разуплотнение пород происходит в обоих крыльях;

– ширина зоны измененных физических свойств пород в лежачих крыльях надвигов больше, чем в висячих;

– интенсивность и ширина зоны изменений физических свойств пород в крыльях сбросов так же, как и у надвигов, увеличивается с возрастанием амплитуды сбросов и затухания тем быстрее, чем больше степень катагенеза;

– обобщенные сейсмогеологические модели сбросов симметричны, а надвигов – асимметричны.

К настоящему времени в УкрНИМИ накоплен значительный опыт сейсмического прогноза и картирования дизъюнктивных нарушений угленосных толщ. Тем не менее, специальным и целенаправленным сейсморазведочным исследованиям, направленным именно на выявление и картирование выходов тектонических разрывных нарушений для решения задач, связанных со сдвижением горных пород и развитием деформаций земной поверхности, на наш взгляд, уделялось недостаточно внимания, что необходимо учесть при постановке комплексных геофизических работ. В целом, УкрНИМИ НАНУ опробовал широкий комплекс геофизических методов, включающий методы электроразведки, гравиразведки, магниторазведки, газовую и эманиционную съемку. В результате разработан и предлагается [7] следующий комплекс геофизических методов для картирования выходов тектонических нарушений под наносы и определения зоны их влияния:

– основные – вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ), симметричное электропрофилеирование (СЭП) установкой с двумя разносами питающих заземлений, высокоточная гравиметрическая съемка (ВГС);

– вспомогательные – дипольное электропрофилеирование (ДЭП), электропрофилеирование по схеме срединного градиента (СГ), круговые (азимутальные) вертикальные электрические зондирования (КВЭЗ), круговое электропрофилеирование (КЭП).

Основными методами выполнялся полный объем полевых геофизических наблюдений для получения максимума информации при оптимальных затратах средств и времени.

Вспомогательные методы применялись при необходимости получения дополнительной информации для устранения неточности и неоднозначности решения задачи.

Отсутствие в предложенном комплексе геофизических методов сейсморазведки с её высокоразрешающей способностью, появление новой геофизической аппаратуры и новых методик ав-

томатизированной обработки геофизической информации требуют «ревизии» и усовершенствования методики геофизического прогноза выходов тектонических разрывных нарушений под наносы, что обосновывает необходимость проведения соответствующих исследований.

2. Прогноз подтопления (затопления) подработанных территорий.

Подтопления приводят к потере установившегося геомеханического равновесия горного массива и к активизации геодинамических процессов сдвижения горных пород, снижению их прочностных свойств. Для обеспечения безопасности эксплуатации зданий и сооружений, расположенных в зонах их проявления, и своевременной разработки защитных мероприятий необходимо проводить мониторинг характера развития деформаций земной поверхности при затоплении горных выработок [8] и уровня грунтовых вод.

Вне зависимости от причин подтопления территорий (или в результате их подработки, или из-за закрытия шахт) необходимость постоянного контроля уровня грунтовых вод и прогноза возможных подтоплений – более чем очевидны. Решение этой проблемы возможно путем постановки комплексных геологоразведочных (гидрогеологических) и геофизических исследований.

В качестве основных геофизических методов, используемых для решения задач, связанных с подтоплением территорий, рассматриваются электроразведочные и сейсморазведочные методы.

Теоретическими предпосылками постановки электроразведочных методов могут послужить положения, касающиеся степени важности массива горных пород и проходящих в нем процессов сдвижения, которые в краткой форме сводятся к следующим [1]:

– в случае низкой влажности (ниже 1 %) электропроводимость осуществляется через контакты между зернами или отдельностями породы, разделенными трещинами. При увеличении контактных поверхностей между зернами и отдельностями проводимость горной породы увеличивается;

– у горных пород с большей влажностью в подавляющем большинстве случаев минерализованная влага, содержащаяся в породе, имеет электропроводимость в несколько раз большую,

чем части твердого скелета. Под действием сжимающих деформаций скелета влага вытесняется из пор и трещин или же все более оказывается запертой в изолированных объемах пор, вследствие чего с ростом давления общая проводимость породы уменьшается;

– вне зависимости от стадии эпигенеза и литологической принадлежности в обводненных участках горного массива, в зонах развития водопроводящей трещиноватости значения удельного электрического сопротивления уменьшаются в 1,5-3 раза по сравнению с фоновыми [9]. В то же время в зонах «сухой» трещиноватости эти значения по сравнению с фоновыми возрастают в 3-5 и более раз.

Следовательно, при электроразведочных исследованиях аномалиеобразующими являются такие факторы, как обводненность и трещиноватость горного массива.

Надежными и информативными методами решения поставленных задач являются методы полевой сейсморазведки, позволяющие: определять и проследивать уровень грунтовых вод в рыхлых отложениях; изучать строение и производить литологическое расчленение массива горных пород; изучать свойства и состояние горных пород, и техногенные их изменения.

В соответствии с [10, 11] «основной физической предпосылкой, определяющей возможность выделения уровня грунтовых вод в рыхлых отложениях сейсмическим методом, является наличие скоростной дифференциации между влажными, но неводонасыщенными грунтами, и полностью водонасыщенными грунтами. Наличие такой дифференциации подтверждено теоретическими расчетами, лабораторными исследованиями и полевыми сейсмическими наблюдениями».

Рассматриваемый вопрос освещен в работе [10], основные положения сводятся к следующим:

– в рыхлых несвязанных и обломочных грунтах различие скоростей распространения продольных волн в зоне аэрации и ниже уровня грунтовых вод весьма весомо, причем изменение скорости происходит скачком, что является причиной образования на этой границе интенсивной преломленной волны, обладающей четко выраженными кинематическими и динамическими

особенностями, позволяющими уверенно отличить её от других волн с близкими скоростями;

– важная особенность преломленной волны – возможность прослеживания её как по первым, так и по последующим вступлениям, что позволяет получить достаточно протяженные её гидрографы. Затухание волны тем больше, чем ближе к поверхности расположено зеркало грунтовых вод;

– интенсивность волны и условия её прослеживания зависят от типа водоносных отложений: чем более глиниста порода, тем слабее и менее четко выражена волна. В грунтах с малой примесью глинистых частиц зеркало грунтовых вод всегда является сильной преломляющей границей и соответствующая ему преломленная волна выделяется надежно.

УкрНИМИ НАН Украины имеет достаточный опыт в определении уровня грунтовых вод геофизическими методами, достоинством которых по сравнению с традиционным разведочным бурением, используемым при гидрогеологических исследованиях, является возможность непрерывного прослеживания их зеркала на всем протяжении разведочного профиля. Однако целенаправленных исследований с целью разработки геофизической (или комплексной геолого-геофизической) методики изучения и прогноза подтопления подработанных территорий не проводилось. Последнее обосновывает необходимость решения этой задачи, как одного из направлений предлагаемых к постановке геофизических исследований.

3. Прогноз загрязнения гидросферы при подработке водных и экологически опасных объектов.

Формирование техногенно-геологических систем в угледобывающих регионах обусловил необходимость решения важных с экологической и социальной точек зрения проблем, связанных с защитой от загрязнения подземной гидросферы и охраной подрабатываемых водных объектов.

По своему происхождению источники загрязнения делятся на техногенные и естественные. Они могут располагаться на земной поверхности (шламохранилища, гидростволы, загрязненные природные водоемы и водостоки, отвалы, отстойники и т.д.) и непосредственно в водоносном комплексе – под уровнем подземных вод (естественные бассейны некондиционных вод).

При решении задач отработки углей под водными и экологически опасными объектами обычно рассматриваются два вопроса:

- предотвращение опасных поступлений воды и токсических веществ в горные выработки;
- обеспечение сохранности и нормальной эксплуатации подрабатываемых водных объектов и гидротехнических сооружений.

В сложных горно-геологических условиях (тектонические нарушения, трещиноватость и т.п.) традиционные методы решения не позволяют с достаточной степенью надежности и достоверности выявлять и прослеживать ослабленные зоны, отрицательно влияющие на состояние гидрогеологической среды при ведении подземных горных работ и являющихся путями миграции подземных вод и загрязнения гидросферы.

Поэтому гидрогеологические исследования необходимо дополнять специальными геофизическими и, в случае необходимости, маркшейдерскими исследованиями. В целом, физические предпосылки решения этой задачи весьма близки (если не аналогичны) предпосылкам изучения и картирования геофизическими методами зон влияния тектонических нарушений и повышенной трещиноватости массива горных пород, поскольку с этими факторами, прежде всего, и связаны зоны ослабленных горных пород.

Для изучения гидрогеологических условий применяется комплекс геофизических различных методов наземной и подземной геофизики, а также каротажа скважин. Расчленение массива горных пород по степени его обводненности производится по результатам электрометрии (электропрофилирования, вертикального электрического зондирования, электрокаротажа скважин) и сейсмопрофилирования [1]. Физические основы электроразведки и сейсморазведки изучения гидрогеологических условий приведены выше.

К настоящему времени имеется определенный опыт комплексных геолого-геофизических изысканий с целью определения физического состояния и картирования путей фильтрации шламовых вод на подрабатываемых территориях из экологически опасных объектов.

Комплексними геофизическими исследованиями показано, что именно в местах развития активных геодинамических зон установлены участки сосредоточенной фильтрации шламовых вод и максимального загрязнения подземных вод и грунтов промышленными стоками. Положение усугубляется тем, что в результате проведения горных работ даже на сравнительно большом удалении от гидротехнических сооружений происходит активизация геодинамических процессов, провоцирующих возникновение чрезвычайной экологической ситуации. Сказанное относится не только к шламонакопителям, расположенным на подрабатываемых территориях, но и ко всем гидротехническим сооружениям балочного типа.

Геофизические исследования в рамках решения рассматриваемой проблемы проводились УкрНИИМИ НАНУ. В результате для картирования ослабленных зон в подрабатываемом массиве горных пород был опробован и предложен [12] комплекс геофизических методов, включающий:

– основные – вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ), симметричное электропрофилеирование (СЭП) установкой с двумя разносами питающих заземлений, высокоточную гравиметрическую съемку (ВГС);

– вспомогательные – дополнительное электропрофилеирование (ДЭП), круговые (азимутальные) вертикальные электрические зондирования (КВЭЗ), круговое электропрофилеирование (КЭП).

Недостаток используемого ранее комплекса, на наш взгляд, заключается в отсутствии в нем сейсморазведочных методов, хотя последние рекомендуются к постановке совместно с электро-разведочными при исследованиях гидротехнических сооружений [1]. Кроме того, за прошедшее время разработана новая геофизическая аппаратура, внедряются более совершенные, автоматизированные методы обработки геофизической информации и т.д. Все это обуславливает необходимость усовершенствования методики геофизического прогноза при решении задач, связанных с такой важной проблемой, как загрязнение гидросферы в процессе эксплуатации угольных месторождений.

4. Старые горные выработки на малых глубинах.

Одним из наиболее существенных и характерных для угледобывающих регионов осложнений являются старые горные выработки на малых (до 80 м) глубинах, состояние которых не известно, и наличие старых шурфов, стволов, местоположение (координаты) устьев которых не сохранились и способы ликвидации – не известны.

В результате сохранения пустот в выработанном пространстве старых шахт сохраняется опасность образования провалов и повышенных деформаций на земной поверхности. Вероятность проявления активизации негативных геодинамических процессов ещё более усиливается при ведении горных работ на нижележащих горизонтах, при спуске воды с вышележащих горизонтов, при вибрации оснований сооружений, при работе механизмов, при систематических авариях водопроводных сетей и канализации и т.д.

В то же время из-за дефицита площадей в эксплуатацию все чаще вовлекаются так называемые «нарушенные» земли, то есть территории, освоение которых связано с риском значительных повреждений земной поверхности и сооружений вследствие влияния горных выработок, сохранившихся на верхних горизонтах шахт. Последнее подчеркивает актуальность проведения исследований по выявлению старых горных выработок с оценкой их состояния и возможности образования провалов на земной поверхности

Геофизические исследования по картированию и выяснению состояния старых горных выработок проводились УкрНИМИ НАНУ в начале 90-х годов прошлого столетия в комплексе с геологическими (включая буровые) и маркшейдерскими работами. В результате был разработан документ, определяющий порядок, методику и методы комплексных геофизических, геологоразведочных и маркшейдерских работ по поиску и разведке состояния старых горных выработок на малых (до 80 м) глубинах. Рекомендации по комплексному выполнению работ по исследованиям старых горных выработок, выходящих (первое направление) и не выходящих (второе направление) на земную поверхность в соответствии с этим документом [13] следующие.

Первое направление – исследование горных выработок, выходящих на земную поверхность, включает комплексные геофи-

зические исследования, в том числе электро-, магнито- и гравитационную, в результате которых устанавливаются аномальные зоны геофизических полей, интерпретируемые, как обусловленные наличием старых горных выработок;

Второе направление – исследование старых горных выработок на малых (до 80 м) глубинах, не выходящих на земную поверхность, включает геофизическое исследование скважин (каротаж) и комплексную интерпретацию геолого-геофизических данных.

Исследования УкрНИИ НАНУ по приведенной методике показали перспективность использования геодинамических методов. Однако до настоящего времени нет достаточного обоснования геофизической методологии, не осуществлялось моделирование особенностей генерации физических полей на участках распространения старых горных выработок на малых глубинах.

Значительными недостатками методологии является отсутствие в рекомендуемом комплексе геофизических исследований методов сейсморазведки. Кроме того, геофизические работы в соответствии с документом [13] сосредоточены на изучении горных выработок, выходящих на земную поверхность (шурфы, стволы). При исследовании выработок (подготовительных, очистных), не выходящих на земную поверхность, геофизические работы включают только методы каротажа скважин. Выяснение вопроса возможности использования наземных геофизических методов для прослеживания распространения этих выработок в углепородном массиве, их положения и состояния практически остается открытым и требует постановки специальных теоретических и экспериментальных исследований.

5. Техногенная трещиноватость при посадке кровли.

Геодинамические процессы, развивающиеся в углепородном массиве в результате горных работ приводят к развитию техногенной трещиноватости пород угленосной толщи в зоне влияния отработанных угольных пластов.

Такие зоны характеризуются или значительной обводненностью или (прежде всего на глубинах свыше 1000 м) высокой метаноносностью, т.е. они являются дополнительными техногенными коллекторами воды и газа. В последнем случае такие зоны являются существенными очагами скопления метана и имеют

практическое значение при его добыче. В любом случае, (будь ли такие зоны обводнены или газоносны) их исследование и картирование необходимы и для повышения безопасности ведения горных работ. Для решения этой задачи необходимы комплексные геофизические исследования методами сейсморазведки и электроразведки. Физическим обоснованиям применения этих методов для картирования зон повышенной трещиноватости (в данном случае техногенной) достаточно уделено внимания выше. Основная проблема – это ограниченная возможность эффективного применения наземных геофизических методов на больших (более 1000 м) глубинах исследований.

В завершение обоснования применения геофизических методов при решении рассматриваемых проблем, связанных с техногенным воздействием на геологическую среду, следует отметить перспективность их использования при проведении периодических наблюдений за состоянием техногенно-геологической системы (инженерно-геологический мониторинг или литомониторинг). Геофизические наблюдения не воздействуют на геологическую среду и могут многократно повторяться. Большинство же иных приемов требует каждый раз нового механического контакта с горными породами, что приводит к изменению их свойств и состояния. Геофизические работы дешевле, чем большинство других, и могут быть выполнены за более короткие сроки. Благодаря всестороннему анализу изучаемой системы и массовому характеру измерений геофизическая информация наиболее полно обеспечивает возможность моделирования, являющегося завершающим элементом литомониторинга, в конечном итоге, может дать надежные данные прогноза изменения геологической среды в результате техногенного воздействия.

В целом, эффективность применения геофизики при решении рассматриваемых проблем непосредственно зависит от совершенства методов обработки геофизической информации, достоверности геологической интерпретации геофизических данных, оптимального моделирования формирования и изменения физических полей в условиях техногенно-геологических систем и соответствующей разработки и применения для этих целей необходимых средств и методологии прогнозов в целом.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Комплексные инженерно-геофизические исследования при строительстве гидротехнических сооружений [Текст] / А. И. Савич, Б. Д. Куюнджич, В. И. Коптев и др. – М.: Недра, 1990. – 449 с.
2. Огильви А. А. Основы инженерной геофизики [Текст]. – М.: Недра, 1990. – 552 с.
3. Оценка возможности прогнозирования геолого-геофизическими методами выходов тектонических нарушений [Текст]: отчет о НИР (заключит.) / Укр. филиал ВНИМИ; рук. Н. Я. Азаров. – № ГР 01890017030. – Донецк, 1990. – 105 с.
4. Козельский И. Т., Матвеев А. К., Фоменко Н. Е. Сейсмогеологическая характеристика нарушений типа надвиг и сброс [Текст] // Методы изучения тектоники угольных месторождений в процессе разведки и эксплуатации. – М.: Недра, 1981. – С. 118 – 120.
5. Провести экспериментальные исследования и разработать методику комплексного геофизического метода трехмерной интерпретации геофизических полей горного массива для решения задач геодинамического и структурно-тектонического картирования угольных месторождений [Текст]: отчет о НИР (промежуточ.) / Укр. филиал ВНИМИ; рук. Азаров Н. Я., Анциферов А. В. – № ГР 0190038659. – Донецк, 1991. – 55 с.
6. Многоволновые сейсмические исследования угольных месторождений Донбасса [Текст] / Хохлов М. Т., Харитонов О. М., Трифонов П. Г., Козельский И. Т., Байсарович М. Н. – К.: Наук. думка, 1990. – 132 с.
7. Разработка предложений по комплексному геолого-геофизическому и маркшейдерскому прогнозу величин деформаций земной поверхности для защиты подрабатываемых зданий и сооружений в «ВТУ по охране сооружений» [Текст]: отчет о НИР (заключ., тема 0219201090) / Укр. филиал ВНИМИ; рук. Азаров Н. Я., арх. № 1814. – Донецк, 1995. – 53 с.
8. Основные направления комплексных исследований для оценки экологического состояния окружающей среды при закрытии шахт [Текст] / Анциферов А. В., Тиркель М. Г., Шне-

- ер В. Р., Майборода А. А., Шиптенко А. В. // Уголь Украины. – 2004. – № 9. – С. 7 – 9.
9. Методические указания по выявлению геофизическими методами мест возможных прорывов подземных вод на шахтах Донбасса [Текст]. – Утв. ВГО «Союзуглегеология» 27.11.85. – Л.: ВНИМИ, 1987. – 34 с.
 10. Левшин А. Л. Определение уровня грунтовых вод сейсмическими методами [Текст]. – М.: Изд-во. АН СССР, сер. геофиз. – № 9. – 1961.
 11. Мироненко В. А., Мольский Е. В., Румынин В. Г. Изучение загрязнения подземных вод в горнодобывающих районах [Текст]. – Л.: Недра, 1988. – 275 с.
 12. Разработка и внедрение «Временных методических указаний по применению комплекса геолого-геофизических и маркшейдерских методов для оценки влияния шахтных подработок на состояние водных и экологически опасных объектов с целью обеспечения экологической безопасности геологической среды и безопасного ведения горных работ под водными и экологически опасными объектами» [Текст]: отчет о НИР (заключ., тема 0219201100) / УкрНИМИ; рук. Киселев Н. Н. – № ГР ИА01002800Р, арх. № 1896. – Донецк, 1995. – 27 с.
 13. Временные методические указания по комплексным геолого-геофизическим, геологоразведочным и маркшейдерским исследованиям старых горных выработок на малых глубинах на застраиваемых территориях Донбасса [Текст] / РД. – Донецк, 1992. – 75 с.