

УДК 624.131:551.345

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Волкова Т. П., Шилова М. С.

*(Национальный технический университет,
г. Донецк, Украина)*

Визначені головні фактори розвитку небезпечних геодинамічних процесів у породах Донецької області. Зроблено ранжирування ділянок за небезпекою.

Primary factors of development of dangerous geodynamic processes in territory of Donets area are defined. Ranging of sites on danger is executed.

Инженерно-геологическое картирование направлено на выявление участков возможного развития опасных геологических процессов. В Украине существует система государственного мониторинга экзогенных геологических процессов, но из-за недостаточного финансирования ведутся они в неполном объеме. Изучение этих процессов, их причин и последствий проводится в целях прогноза и разработки своевременных мероприятий по их предотвращению. В связи с этим, инженерно-геологическое картирование на территориях отдельных областей проводить целесообразно и актуально.

На территории Донецкой области установлены следующие опасные геологические процессы:

- склоновая эрозия (овражно-балочная);
- русловая эрозия;
- морская абразия;
- оползание и оползни;
- карст.

Развитию опасных геологических процессов способствуют как природные, так и техногенные факторы. К главнейшим природным факторам, влияющим на современные геологические процессы в регионах, относятся [1]:

- геологическое строение (особенности тектоники, литологии, стратиграфии);
- состав и свойства грунтов;
- геоморфологические характеристики (рельеф, крутизна склонов);
- гидрогеологическое строение (глубина залегания водоносных горизонтов);
- гидрологические особенности (уровень, скорость и расход воды в реках).

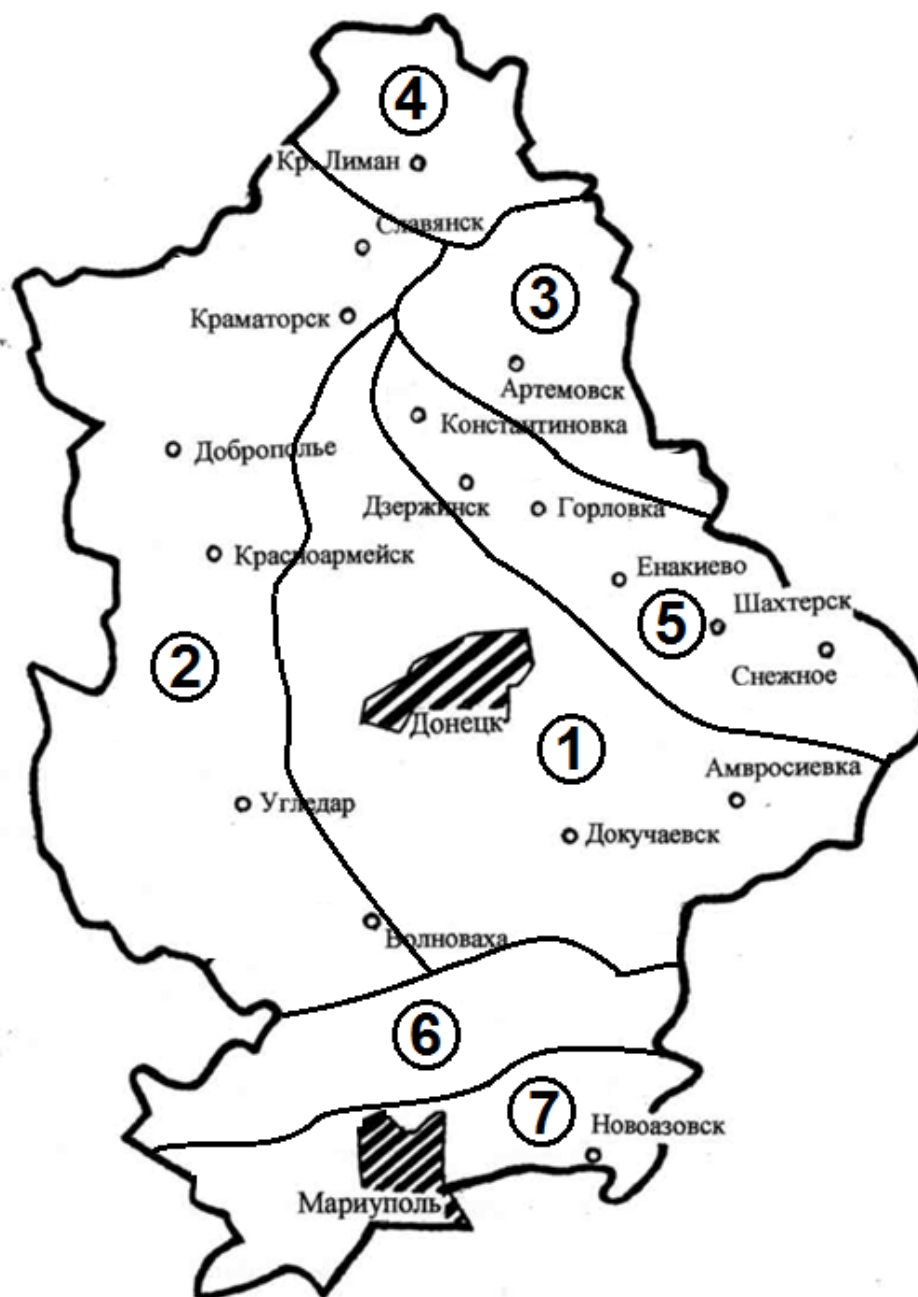
Интенсивность и вероятность возникновения опасных геодинамических процессов неуклонно возрастает вместе с освоением и застройкой территорий. Нарушение естественного залегания пород в результате деятельности человека приводит к появлению дополнительных, техногенных факторов развития современных геологических процессов. К ним относятся:

- изменения характеристик поверхностной гидросферы (нарушение естественного стока атмосферных осадков, создание водохранилищ, каналов, прудов);
- изменение режима подземных вод;
- изменение состояние массивов пород (статические и динамические нагрузки).

Обычно в качестве инженерно-геологических регионов принимают крупные геоструктурные элементы картируемой территории [2]. Районирование Донецкой области было выполнено по этому принципу, но с учетом интенсивности влияния техногенного фактора. В структурном плане Донецкая область включает:

- Приазовский блок Украинского щита;
- Приазовская часть Причерноморской впадины;
- Донецкое складчатое образование (Донбасс).

Последняя, наиболее крупная структура была разбита на 5 блоков, отличающихся друг от друга по интенсивности влияния техногенного фактора. В результате территория Донецкой области была разбита на 7 структурных единиц (рис. 1).



Условные обозначения:



-  - границы районов;  - порядковый номер района:
1. Центральный Донбасс; 2. Западный Донбасс; 3. Район Бахмутской котловины; 4. Северный Донбасс; 5. Главная Антиклиналь; 6. Приазовский блок; 7. Приазовская впадина.

Рис. 1. Схематическая карта инженерно-геологического районирования Донецкой области

В основу дальнейшей оценки площадей ложатся региональные особенности формирования инженерно-геологических условий, связанные с природными и техногенными факторами [2]. Для комплексной инженерно-геологической оценки была применена методика ранжирования и балльной оценки вероятности развития опасных геологических процессов. По каждому из природных и техногенных факторов проводилось ранжирование и сравнительная оценка районов по пятибалльной шкале. В «5» баллов оценивается район с максимальной вероятностью возникновения негативных процессов по данному фактору. Ранжированный ряд районов по опасности развития геодинамических процессов получен по суммарному количеству баллов.

Основными факторами, способствующими развитию современных геодинамических процессов, являются геологическое строение района и наличие опасных инженерно-геологических свойств грунтов. За основу подразделения горных пород в целях инженерно-геологического районирования удобнее всего принять классификацию Саваренского-Ломтадзе. По соотношению стратиграфических, тектонических и литологических характеристик оценивалась средняя прочность пород района в баллах [3]. Параллельно оценивалось наличие опасных свойств грунтов (набухаемость, просадочность, плывуны) в каждом районе. Влияние геоморфологического фактора проявляется в развитии эрозионных процессов, интенсивность которых оценивалась коэффициентом расчлененности рельефа [4]. Он рассчитывается как процент площади, охваченной эрозионными процессами, от всей площади района (100 %). Гидрогеология района ограничивалась глубиной залегания водоносных горизонтов и количеством водопоров, с которыми связана вероятность подтопления территории. Гидрологический режим оценивался количеством и степенью влияния рек на обводненность территории района. Техногенный фактор оценивался степенью застройки территории в проблемных зонах, наличием водохранилищ, каналов, оросительных систем. Все эти характеристики оценивались совместно, как один фактор по пятибалльной шкале для каждого из семи районов. Следуя ниже приведенным описаниям районов, была получена таблица 1.

Таблица 1
 Оценка инженерно-геологических свойств районов Донецкой области

Районы	Баллы по инженерно-геологическим свойствам пород районов						Суммарный балл по району
	Прочность пород	Свойства грунтов	Геоморфология	Гидрогеология	Гидрология	Техногенез	
Центральный Донбасс	2	0	3	5	3	5	18
Западный Донбасс	3	3	1	4	1	3	15
Бахмутская котловина	4	5	4	2	2	4	21
Северный Донбасс	4	5	3	3	4	1	20
Главная Антиклиналь	1	0	3	2	2	2	10
Приазовский массив	0	0	4	0	4	1	9
Приазовская впадина	5	5	5	1	5	5	26

Центральный Донбасс - это наиболее обширный район, включающий в себя такие геологические структуры как, Кальмиус-Торецкая котловина, Зуевско-Амвросиевский купол, Конско-Ялынская впадина. С севера - северо-востока район ограничен Главной Антиклиналью Донбасса, с юга-юго-запада - Приазовским кристаллическим щитом. В административном отношении охватывает территории юга Константиновского района, Ясиноватского района, запад Шахтерского района, Марьинского района, Амвросиевского района, северо-востока Волновахского района, Старобешевского района. В пределах региона широкое распространение имеют отложения карбонового возраста ($C_1 - C_3$), представленные аргиллитами, песчаниками, известняками и каменным углем. В западной и юго-восточной части этого района встречаются песчано-глинистые палеоген-неогеновые отложения

(пески, каолинистые пески, песчаники, глины огнеупорные, трепела, опоки, мергель, бурые угли). Перекрывают толщу коренных пород четвертичные делювиальные суглинки (dQ_{IV}), обладающие достаточно надежными прочностными характеристиками. При этом мощность покровных отложений не превышает 10 м, а в зоне эрозионных врезов каменноугольные отложения обнажаются на дневную поверхность. Породы этого района оценены в 2 балла. Высокие прочностные характеристики и отсутствие опасных свойств грунтов в этом районе оценено в 0 баллов (см. табл. 1). Центральный Донбасс имеет холмистый рельеф, осложненный долинами рек и густой овражно-балочной сетью. Многочисленные реки - Крынка, Кальмиус, Мокрая и Сухая Волноваха, Мокрый и Сухой Еланчик, Бык, Самара, Кривой и Казенный Торец сформировались, вдоль геологических нарушений. Реки Кальмиус и Казенный Торец на отдельных участках характеризуются крупными склонами с перепадом отметок от 30 до 60 м, имеют развитые речные долины с несколькими террасами (4-5). Гидрологический режим района оценен в 3 балла. Остальные реки отличаются менее крутыми берегами и речной долины с одной-двумя речными террасами. Русловая эрозия проявлена интенсивно и повсеместно. Отдельные микроподвижки установлены вдоль реки Кальмиус, р. Кривой Торец и балки Бахмутской. Широкое распространение в пределах этого района имеют речная и овражно-балочная эрозия. Коэффициент расчлененности местности составляет 30 %, поэтому геоморфологический фактор оценен в 3 балла (см. табл. 1). Близкое залегание трех водоносных горизонтов (1-10 м) позволило оценить этот район максимально по гидрогеологическому фактору в 5 баллов. Кроме того, реструктуризация предприятий угольной промышленности способствует резкому повышению уровня грунтовых вод и самоподтоплению территорий. Это создает условия, способствующие развитию оползневых процессов. Регион наиболее освоен, застроен, имеет широкую сеть водохранилищ: Зуевское, Старобешевское, Карловское, Кураховское и др., а также большие массивы орошаемых земель. Отмечено расположение жилых и промышленных застроек вдоль склонов рек и балок. Это приводит к нарушению предельного равновесия склонов, образованию ско-

лов и микроподвижек, которые могут спровоцировать широкое развитие оползней. Поскольку территория большей части региона осложнена многочисленными горными подработками, вызывающими сдвиги горных пород и образование мульды депрессии, опасность развития гравитационных геодинамических процессов усугубляется. Техногенный фактор в этом районе оценен максимально в 5 баллов (см. табл. 1).

Западный Донбасс в административном отношении включает Славянский, Александровский, Добропольский, Красноармейский, Великоновоселовский, северо-запад Волновахского и западную часть Марьинского районов Донецкой области. Здесь наблюдается большая мощность покровных отложений. Они представлены четвертичными эолово-делювиальными ($eol-dQ_{IV}$) и эоловыми ($eolQ_{IV}$) лессовидными суглинками, обладающие просадочными свойствами I типа. Породы карбона находятся на большой глубине, обнажаясь только в пределах орографической сети. Более низкая прочность пород этого района оценена в 3 балла. В пределах Александровского и Добропольского района Западного Донбасса имеются просадочные грунты II-го типа, на остальной части – преобладают грунты с I-м типом просадочности. Это обеспечивает еще дополнительно 3 балла. В пределах района наблюдается речная и овражно-балочная эрозия. Коэффициент расчлененности местности составляет 10 %, что обеспечило оценку в 1 балла по геоморфологии. В Западном Донбассе основные водоносные горизонты приурочены к четвертичным (Q_{III-IV}) суглинкам и неогеновым (N_1) пескам, на глубинах 2-5 м и 1-9 м соответственно. Это составляет 4 балла по гидрогеологии. Крупные реки направлены преимущественно в сторону Днепра и имеют симметричные берега. Исходя из этого, минимально нарушается динамика склонов, поскольку нет интенсивного берегового подмыва. Гидрологический режим района оценен в 1 балл. Встречаются техногенные оползни в пределах Приторецкой промышленной зоны, что дает 3 балла по техногенезу (см. табл. 1).

Район Бахмутской котловины расположен в северо-восточной части области в пределах Артемовского района. В геологическом строении Бахмутской котловины принимают участие отложения палеозоя (пермь), мезозоя (триасовые, юрские и мело-

вые), палеоген-неогена. Все они обладают набухающими свойствами. Покрывающим чехлом служат делювиальные, реже эоло-делювиальные четвертичных отложений, обладающие просадочностью первого типа (под нагрузкой). Наиболее опасными в оползневом отношении являются участки приповерхностного залегания глинистых пород пермского и неогенового возраста. Все это обеспечивает этому району высокую опасность возникновения геодинамических процессов и оценку в 4 балла по прочности пород. Широкое распространение грунтов с набухаемостью и просадочностью первого типа дополнительно усиливает опасность этого района еще на 5 баллов. Бахмутская котловина представляет собой холмистую равнину, плавно понижающуюся на север в сторону Северского Донца. Основные реки региона: Бахмутка, Жеребец, Лугань. Широко распространена овражно-балочная сеть. Коэффициент расчлененности местности составляет 40 %, что составляет 4 балла (см. табл. 1). Водоносные горизонты вскрываются на глубине 0,5-9 м в четвертичных суглинках и песках (Q_{III-IV}). Максимальный перепад отметок наблюдается вдоль правого берега р. Северский Донец в районе выхода на поверхность мело-мергельной толщи. Здесь за счет эрозионной деятельности реки возможен подмыв берегов, потеря структурных связей, а также суффозионный вынос мелкообломочного материала. Гидрологический режим оценен в 2 балла. За счет наличия некачественных оросительных систем, бессистемного регулирования пойм рек с организацией прудов, получили широкое развитие гравитационные геодинамические процессы в виде сколов, обвалов и оплывин вдоль малых рек и овражно-балочной сети. Интенсивная застройка береговой зоны в г. Артемовске, а также проектируемая расчистка и регулирование поймы р. Бахмутки может привести к нарушению равновесия земляных масс и возникновению оползней скольжения консеквентного характера за счет потери структурных связей и перехода глинистых пород в текучее состояние. Все это дает высокую оценку техногенному фактору в 4 балла (см. табл. 1).

Северный Донбасс по своему расположению совпадает с Краснолиманским районом Донецкой области. Северная часть района сложена мело-мергельными отложениями мелового воз-

раста. Под пойменными аллювиальными четвертичными образованиями р. Северский Донец обнажаются отложения триаса и юры. В остальных участках района мезозойская толща уходит на большую глубину. Оценка опасности по геологическому строению и прочности пород – 4 балла. Обводненные мелкозернистые пески аллювиальных отложений реки Северский Донец обладают псевдоплавунными свойствами. Мело-мергельная толща обладает набухающими свойствами, а делювиальные четвертичные суглинки характеризуются I типом просадочности. Эти опасные свойства грунтов оценены в 5 баллов. Здесь повсеместно наблюдаются процессы речной и овражно-балочной эрозии. Коэффициент расчлененности местности составляет 30 %, что составляет 3 балла (см. табл. 1). Грунтовые воды приурочены к четвертичным суглинкам и пескам, вскрываются на глубине 2-5 м. Близкое залегание водоносных горизонтов дает 3 балла по гидрогеологии. Максимальный перепад отметок наблюдается вдоль правого берега р. Северский Донец в районе выхода на поверхность отложений мело-мергельной толщи. Здесь за счет эрозионной деятельности реки может наблюдаться подмыв берегов, потеря структурных связей, а также суффозионный вынос мелкообломочного материала, что способствует образованию сколов, опрокидываний и обвалов инсеквентного характера – 4 балла по гидрологическому режиму реки. Техногенный фактор проявлен незначительно – 1 балл (см. табл. 1). В случае неквалифицированного освоения террасированного берега могут наблюдаться оплывины, оползни-потоки при переходе глинистых грунтов в текучее состояние и суффозионном выносе мелкой фракции песчаных отложений.

Следующий район приурочен к Главной Антиклинали Донбасса. По административному делению находится в пределах юго-восточной части Константиновского, юго-западной части Артемовского и в пределах Шахтерского района. Скальные породы карбонового возраста представлены аргиллитами, алевролитами и песчаниками. Они имеют крутое падение, смяты в складки и разбиты нарушениями различного направления. Часто они обнажаются на дневной поверхности, либо прикрыты маломощным чехлом элювиально-делювиальных четвертичных отложений.

Однако большая часть пород этого района имеет достаточно высокую прочность и оценена в 1 балл. Грунты не имеют опасных свойств – 0 баллов. Район Главной Антиклинали Донбасса представляет собой водораздельную возвышенность между реками северного и южного, а также восточного и западного направления. Территория сильно расчленена долинами рек Лугань, Крынка, Миус, Кривой Торец, их притоками и густой овражно-балочной сетью. Осадочные породы в поверхностной зоне выветривания могут разрушаться, переходить в крупнообломочное состояние и терять прочность. Коэффициент расчлененности рельефа составляет 30 % - 3 балла (см. табл. 1). Грунтовые воды представлены двумя горизонтами на небольшой глубине от 0,5 до 9 метров. Возможно подтопление грунтовыми водами, поэтому оценка гидрогеологии составила 2 балла. Речные долины, овраги и балки имеют, как правило, конькообразную форму. Однако водообильность незначительная, поэтому гидрологический режим оценен в 2 балла. Влияние техногенного фактора незначительное и составляет 2 балла. Причиной образования оползней может быть некачественная планировка застроек и некачественная эксплуатация оросительных систем. Оползни скольжения для региона не характерны, хотя могут иметь незначительное развитие на склонах рек. Образуются они в четвертичных аллювиально-делювиальных отложениях.

Приазовский кристаллический массив - занимает южную половину региона в пределах Володарского, южной части Волновского и Тельмановского районов. Прочные кристаллические породы докембрия (гнейсы, граниты, сиениты, мариуполиты, трахиты и т.п.) выходят на дневную поверхность, либо прикрыты маломощным чехлом четвертичных отложений (делювиальные и эоло-делювиальные суглинки). Породы этого района имеют максимальную прочность и оценены по этому фактору в 0 баллов. Наличие неразмокаемых грунтов также оценивается в 0 баллов. Приазовье - это южная возвышенная часть Донецкой области, которая отличается сильной расчлененностью рельефа – оценка в 4 балла. Водоносные горизонты залегают на глубине 1-6 метров среди водоупоров. Опасность по гидрогеологическому фактору очень низкая – 0 баллов. Речные долины и овражно-балочная сеть

имеют преимущество коньонообразную форму с довольно крутыми откосами. Основные водотоки приурочены к рекам Кальмиус, Кальчик, Калка, Мокрые Ялы. Интенсивный гидрологический режим оценивается в 4 балла. Склоны рек и балок, приуроченных к зонам геологических нарушений, являются потенциально опасными для развития геодинамических процессов. Есть искусственные водоемы, самыми крупными из которых являются Кальчикское и Павлопольское. Техногенный фактор оценен в 1 балл (см. табл. 1).

Приазовская впадина в административном отношении занимает территорию Першотравневого и Новоазовского районов, прилегающих к Азовскому морю. В геологическом отношении территория сложена сарматскими известняками, песчано-глинистыми отложениями полтавской свиты и скифскими глинами неогенового возраста. Они повсеместно покрыты мощным чехлом четвертичных делювиальных и эолово-делювиальных суглинков, которые характеризуются I типом просадочности. Сарматские известняки имеют высокую закарстованность. Этот район имеет высшую степень опасности по прочности пород – 5 баллов, а повсеместное распространение просадочных грунтов добавляет еще 5 баллов. Территория холмистая, изрезанная речной и овражно-балочной сетью системы рек Кальмиус, Кальчик, Калка, Грузской Еланчик и Каратыш, где прогрессируют процессы эрозии. Склоны рек довольно пологие. Морская прибрежная зона отличается как пологими берегами, так и довольно крутыми, разрушенных за счет абразивной деятельности моря. Коэффициент расчлененности рельефа составляет 50 % - 5 баллов (см. табл. 1). Район Приазовской впадины имеет водоносные горизонты, приуроченные к четвертичным покровным отложениям, неогеновым мелкозернистым пескам, а также прослоям глин. Гидрогеология оценена в 1 балл. Однако эти водоносные горизонты интенсивно дренируются Азовским морем, с которым имеют гидравлическую связь. В зоне дренирования скорость подземных вод существенно увеличивается, что вызывает активизацию суффозионных процессов и ухудшает прочность грунтов. Поэтому гидрология оценена в 5 баллов. Абразивная разрушительная деятельность волноприбоя, усиленная нагонными ветрами, размывает морской бе-

рег, нарушая состояние предельного равновесия горных пород, слагающих береговую зону, и вызывает активное развитие современных оползневых процессов. Строительство многочисленных здравниц привело к перегрузке береговой зоны и усилило развитие оползней на Азовском побережье. Техногенный фактор оценен в 5 баллов (см. табл. 1). Приазовская впадина представляет собой регион, наиболее подвергшийся разрушительной деятельности современных гравитационных геодинамических процессов. Оползневыми явлениями охвачено практически все побережье от Урзуфа до Новоазовска.

Таким образом, Донецкая область представляет собой регион со сложным геологическим строением и геоморфологией, способствующей развитию современных неблагоприятных геодинамических процессов, требующих детального комплексного изучения. Сравнительная оценка районов по суммарному количеству баллов позволила выстроить следующий, ранжированный по убыванию опасности ряд районов Донецкой области: Приазовская Впадина (26 баллов) – Бахмутская котловина (21 балл) – Северный Донбасс (20 баллов) – Центральный Донбасс (18 баллов) – Западный Донбасс (15 баллов) – Главная Антиклиналь (10 баллов) – Приазовский массив (9 баллов).

При планировании строительства и разработке защитных мероприятий должны учитываться региональные факторы, которые приводят к развитию опасных процессов. В этом случае необходимо выполнение детальных инженерно-геологических исследований и разработка соответствующих защитных мероприятий. Чем сложнее район, тем больше необходимо дополнительных изысканий, которые удорожают проект, т.е. корректируют распределение затрат при строительстве.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Неизвестнов Я. В. Теория и практика инженерно-геологического районирования и типизация инженерно-геологических условий // Инженерная геология / Зап. Санкт-Петербургского горного ин-та. 1991. – Т. 133. – С. 39 – 47.

2. Ершова С.Б., Сергеев Е.М. Особенности инженерно-геологического типологического районирования Земли // Вопросы инженерной геологии и грунтоведения. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1983. – Вып. 5. – С. 284 – 304.
3. Литвин В. М. К принципам инженерно-геологической оценки экзогенных геологических процессов // Инженерная геодинамика и геологическая среда / Сборник научных трудов. – Новосибирск: Наука. – 1989. – С. 14 – 24.
4. Ломтадзе В. Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. – Л.: Недра, 1977. – 479 с.