

УДК 624.131.1+551.4(-925.22)

Т. Л. ТЕСЛЕНКО¹

ОПАСНЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ КАРАТАУ

Каратаудың фосфорлы алабы (Кіші Каратау) – қарқынды таулы-кенді техногенез аймағы (ашық кеніш, жерасты, ысырмалы, құрғатушы, өндірісті). Табиғи және техногендік қауіпті процестер мен құбылыстардың пайда болу масштабын бағалау мәселелері және оларды Қазақстан аумағында болдырмаудың шараларын зерттеу жүйесін болжау – әлеуметтік-экономикалық және экологиялық приоритеттік аспект.

Каратауский фосфоритоносный бассейн (хр. Малый Каратау) – территория интенсивного горно-рудничного техногенеза (карьерный, подземный, отвальный, осушительный, промышленный). Проблема оценки рисков и масштабов проявления опасных природных и техногенных процессов и явлений, их прогнозирования для разработки систем защитных мероприятий на территории Казахстана является приоритетной в социально-экономическом и экологическом аспектах.

The Karatau phosphorite bearing basin (Malyi Karatau ridge) is a territory of intense mining technogenesis (quarry, underground, pile, draining, industrial). Problem of risk assessment and scope of development of dangerous natural and technogenic processes and phenomena, their forecast for working out a system of preventive measures on the territory of Kazakhstan is of primary importance in both social-economic and ecological aspects.

Процессы, имеющие развитие в северо-западной части Каратауский фосфоритоносный бассейн, являются относительно опасными для человека, поскольку их развитие в условиях аридного климата проявляется замедленно, а под влиянием инженерной деятельности, они активизируются, или проявляются новые (см. табл. 1).

Поэтому необходимо оценить активность природных и техногенных процессов для населения, сооружений и территорий.

Таблица 1. Опасные природные и техногенные геодинамические процессы

Природные процессы: экзогенные, эндогенные		Техногенные процессы и категория процесса по степени опасности и возможности управления ими
Экзогенные	Эоловые: дефляция и аккумуляция	Активизации влияния карста (I ₁)
	Абразия	Увеличение сейсмичности территории за счет подтопления (II ₁)
Эндолитогенные	Эрозия: водная, овражная, временных селевых потоков	Техногенное заболачивание территории (II ₂)
	Эндогенные: новейшие тектонические движения	Техногенное засоление грунтов (II ₄)
Эндолитогенные	Суффозионно-просадочный	Активизация суффозионных процессов (II ₂) и просадки в лесовых грунтах (II ₁₁)
	Карстовый процесс	Выветривание (II ₂)
Эндогенные	Новейшие тектонические движения.	Активизация дефляционных процессов (II ₁₀)
	Средняя интенсивность возможных землетрясений на изучаемой территории в баллах MSK составляет 6-7 баллов	Формирование депрессионных воронок (II ₁₂)
		Формирование депрессионных воронок за счет разработки месторождений полезных ископаемых (II ₁₃)
		Гравитационные процессы в искусственных дорожных выемках, в откосах и бортах карьеров (обвалы, осыпи, оползни, снежные лавины) (III ₁)
	Обводнение горных выработок (III ₂)	
	Сейсмогравитационные процессы в бортах карьеров при разработке МПГ (обвалы, оползни, осыпи) (III ₃)	
	Техногенные землетрясения при разработке месторождений полезных ископаемых (III ₃)	

¹Казахстан, 050010, Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а, Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева.

Активность опасных геодинамических процессов изменяется в пространстве и во времени в зависимости от условий формирования – закономерного сочетания региональных и зональных факторов. По предложению Т. Ю. Пиотровской [1] под активностью проявления процессов понимается «устойчивое преобладающее развитие на той или иной территории одного или нескольких процессов, оцениваемых по интенсивности или экстенсивности их развития в зависимости от природы процесса».

Экстенсивность определяется процентом пораженности территории процессом и зависит от характера распространения процесса (сплошной, пятнистый, спорадический, линейный, единичный).

Интенсивность проявления процессов, их энергетический потенциал, определяется понятием мощности, которая выражается физическими показателями скорости проявления процесса и объемом смещения масс горных пород. Интенсивность процессов оценивается по их мощности, а при отсутствии данных – по скорости и объемам смещений.

Степень интенсивности по мощности определяемая сочетанием скоростей и объемов смещений для изучаемого региона составляет: средней опасности - III-2, III-4; малоопасная - IV-4, IV-5; не опасная - IV-6 [2].

Активность процессов одного генезиса или парагенетического комплекса зависит от зонально-климатических условий и от особенностей геодинамических режимов в различных типах геодинамической обстановки. Выявление последних облегчает задачу поиска генетических связей между процессами-факторами и выделение фонового процесса, экстенсивно развивающегося и парагенетически связанного со всеми другими процессами в данном типе геодинамической обстановки, а также ведущего – с наибольшей степенью интенсивности проявления.

В первой группе процессов, наряду с индивидуальными типами, выделены их сочетания (более 2-х) по однородности условий образования и местонахождения, названные парагенезами. Для изучаемого региона нами выделяются парагенезы геодинамических процессов: субаэральный денудационных равнин и откопанных пенепленов (типы – пластовые и структурные).

По экстенсивности генетические типы опасных геодинамических процессов подразделяют-

ся качественно в зависимости от характера распространения на площадные и локальные. Опасные геодинамические процессы площадного распространения (экстенсивности) могут иметь сильную, умеренную и слабую интенсивность.

Оценка процессов парагенеза, всегда имеющих площадное распространение, произведена только по экстенсивности.

Экзогенные. Золовые. Дефляция и аккумуляция. Золовые процессы (развевание, перевывание, переотложение песка, пыли и солей) особенно широко развиты в северной и южной частях описываемой территории. В результате золового переноса и переотложения сформированы барханно-ячеистые пески. К северу от изучаемой территории расположена пустыня. Активному развитию золовых процессов способствует аридность климата, частые сильные ветры, скудность растительного покрова и преобладание рыхлых песчано-глинистых пород в составе покровных отложений. Дефляция способствует формированию движущихся песков, дефляционных воронок, выдувания солей с поверхности «пухлых солончаков». На золовых песчаных массивах активной дефляции подвержены возвышенные части бугров и гряд. Характерными формами выдувания являются дефляционные ниши и воронки (рис. 1). На участках, не закрепленных растительностью, развивается золовая рябь, встречаются одиночные барханы.

Абразия. Абразионные процессы проявляются на озере Кызыл-Коль, расположенном в северо-западной части изучаемой территории. Абразии подвергается крутой восточный берег, сложенный останцом палеогеновых глин. Частично побережье озера представлено песчаным пляжем, а дельта реки Ушбас – гравийно-галечными отложениями с песчаным заполнителем.

В настоящее время уровень воды в озере находится на более низкой отметке, поэтому активность эрозионных процессов снизилась. На малых озерах также развиты процессы абразии, ввиду того, что это понижения, заполняемые талыми водами, на их берегах формируются небольшие волноприбойные террасы. Абразии подвергаются осадки четвертичного возраста, в которых и формируются водами временные озера.

Эрозия водная. Речная донная эрозионная деятельность осуществляется тремя реками: Ушбас, протекающей вдоль юго-западной и за-

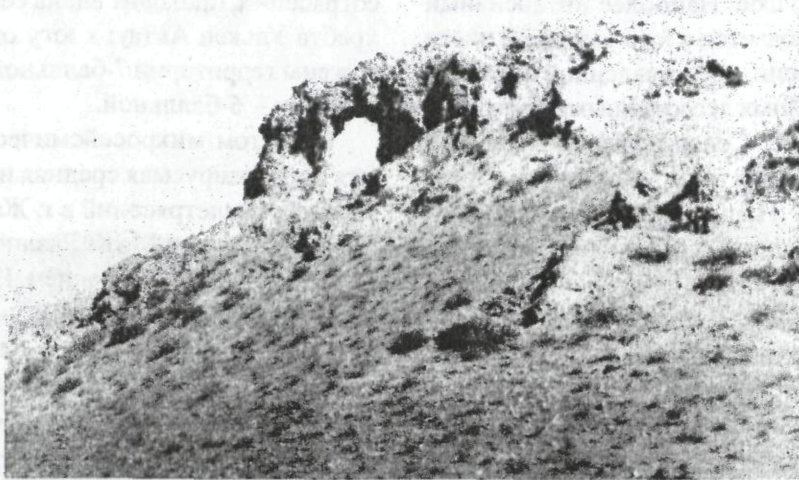


Рис. 1. Ниша выдувания в известняках (фото В. Г. Шипулиной, 1985)

падной частей изучаемой территории, Беркуты, пересекающей территорию в восточной части и Коксу, протекающей в субмеридиональном направлении через центральную часть района. Линейная эрозия характерна и для более мелких ручейков. Активизация эрозии приходится на период весеннего половодья. В этот период на изгибах долин происходит подмыв и обрушение берегов, сложенных рыхлыми отложениями. Характерные формы деформаций – блоковые обрушения. У бровки подмываемого берега наблюдаются трещины бортового отпора. У противоположного берега формируются песчаные отмели.

Перемирование пойменных песчано-глинистых отложений приводит к образованию маленьких отмелей и кос, быстро размываемых в случае изменения направления движения водного потока. Наиболее четко эрозионная деятельность водных потоков проявляется при пересечении реками хребта Улькен-Актау и гор Киши-Актау. Где в настоящее время преобладают водная эрозия и плоскостной смыв на склонах. Донная эрозия зависит от количества воды (от водосборной площади, опосредованно) протекающей по руслу, уклона дна. Для этих речек характерно развитие небольших водопадов, где и происходит регрессивная эрозия.

Ввиду того, что здесь развиты относительно небольшие превышения, развитие речных долин находится в стадии преобладающей боковой эрозии. Боковая эрозия хорошо выражена в пределах равнинной части территории при пересечении реками территорий, сложенных терригенны-

ми отложениями: малокаройской и большекаройской долин, и в северо-западной части района, где река Ушбас впадает в озеро Кызыл-Коль, формируя дельту. Протекая по рыхлому субстрату, реки образуют меандры.

Поскольку наблюдается тесная связь поверхностных и подземных вод, под влиянием водозабора происходит осушение поверхностных вод, например, летом и осенью на р. Ушбас вода появляется только в нижнем течении, вблизи озера Кызыл-Коль, а в среднем течении русло пересыхает.

Эрозия временных потоков наиболее характерна для юго-западной части территории, где развиты песчано-глинистые отложения. Талые и дождевые воды (ливневые) устремляющиеся по системе логов и временных водотоков к реке Ушбас, производят донную и боковую эрозию. При этом донная эрозия превалирует над боковой, что приводит к углублению эрозионных ложбин. Глубина эрозионных ложбин достигает 5-10 м на склонах. Вдоль русел логов нередко наблюдаются промоины глубиной до 3-4 м, в других местах – скопления дресвяно-щебнистого материала. При строительстве водоводов, дорог и других сооружений следует учитывать то обстоятельство, что в периоды весеннего снеготаяния и половодья по логом устремляется значительное количество воды, несущей рыхлообломочный материал.

Эрозия овражная. Внешними формами ее проявления являются узкие, щелевидные промоины или глубокие эрозионные врезы на склонах

(рис. 2), дальнейшее разрастание которых, ведет к образованию оврагов. Наиболее интенсивный рост оврагов наблюдается в юго-западной части изучаемой территории, представленной областью низкогорий, сложенных лессовидными породами.

Селевой процесс. Селевые явления на изучаемой территории для антропогенного периода не характерны. Наличие средне-верхнечетвертичных пролювиальных отложений, представленных мелкообломочными фракциями, указывает на то, что в то время формировались селевые потоки ливневого генезиса.

Эндогенные. Литосфера формируется под влиянием геодинамических процессов на активных окраинах плит. Активными окраинами являются зоны спрединга (дивергентные границы, или зоны расхождения плит) и субдукции (конвергентные границы, или зоны схождения, сдвигания, поддвигания плит). Верхняя часть литосферы – кора, отличается своим строением, как по латерали, так и по вертикали. Это обусловлено особенностями ее формирования на границах плит.

Кора, в зоне спрединга, сформирована за счет охлаждения мантии. Мантия, покрытая коркой, поглощается в зону субдукции. Кора, образующаяся на конвергентных границах – композиционная. Она состоит из литосферных пластин и блоков (структурные элементы земной коры), которые смещаются от конвергентной границы плиты, в процессе своего формирования. Активное смещение (надвигание, сдвигание, опрокидывание) структурных элементов происходит только вблизи активной окраины плиты. Вновь причленяющиеся блоки, оказывают давление на ранее образовавшиеся структурные элементы. Поэтому, по мере удаления от активной окраины плиты, вглубь континента, напряжения уменьшаются [3 - 5], а новейшие тектонические движения приобретают различную интенсивность. Это обусловлено ориентировкой структурных элементов, слагающих данную территорию и их расположением относительно современной активной окраины литосферной плиты.

Вышесказанным объясняется то, что новейшие тектонические движения на изучаемой территории не активны, это подтверждается морфологией и морфометрией рельефа. По геофизическим оценкам, прогнозируемая средняя интенсивность возможных землетрясений на изучаемой территории в баллах MSK составляет 6-7 бал-

лов. Изолиния прогнозируемой интенсивности сотрясений, проходит вдоль северного подножия хребта Улькен Актау: к югу от изолинии расположены территории 7-балльной интенсивности, а к северу – 6-балльной.

С учетом микросейсмического районирования прогнозируемая средняя интенсивность возможных землетрясений в г. Жанатас, составляет 5,5 до 6,5 баллов MSK. Различие предопределено геологическим строением. На территории, сложенной скальными породами, интенсивность землетрясений минимальная, а для территорий, сложенных рыхлыми отложениями – максимальная.

Эндолитогенные. Суффозионно-просадочные процессы. К просадочным грунтам относятся суглинки, слагающие останцы древних эрозионных долин и в юго-западной части изучаемой территории, где распространены суглинки эолового происхождения.

Пролувиально-делювиальные равнины и шлейфы склонов гор сложены суглинками с лессовидным обликом. Суффозионно-просадочные геодинамические процессы распространены также на водораздельных участках и проявляются в виде западин и степных блюдец, на склонах – в виде суффозионных воронок и каналов, трещин и блоков отседания.

Карст. По возрасту карст на изучаемой территории подразделяется на современный – плиоцен-четвертичный и древний. Аридность современного климата не способствует развитию классических форм открытого карста «средиземноморского типа».

Подземные формы преобладают над поверхностными. Возраст древнего карста определяется особенностями тектонической эволюции и палеоклиматом региона.

Карбонатный углекислый карст распространен в доломитах, имеющих раннепалеозойский и докембрийский (?) возраст (тогузбайская (R_3) и шабактинская ($C_1^2 - O_2$) свиты), слагающие предгорные гряды Большого и Малого Актау. Карстовые формы обнаруживаются в долинах рек, пересекающих эти гряды. Они вскрываются гидрогеологическими скважинами на месторождениях трещинно-карстовых вод [6]. Размеры карстовых пустот различны – от нескольких миллиметров – до нескольких метров.

Самая крупная пещера Актогай расположена к востоку от г. Жанатас за пределами изуча-

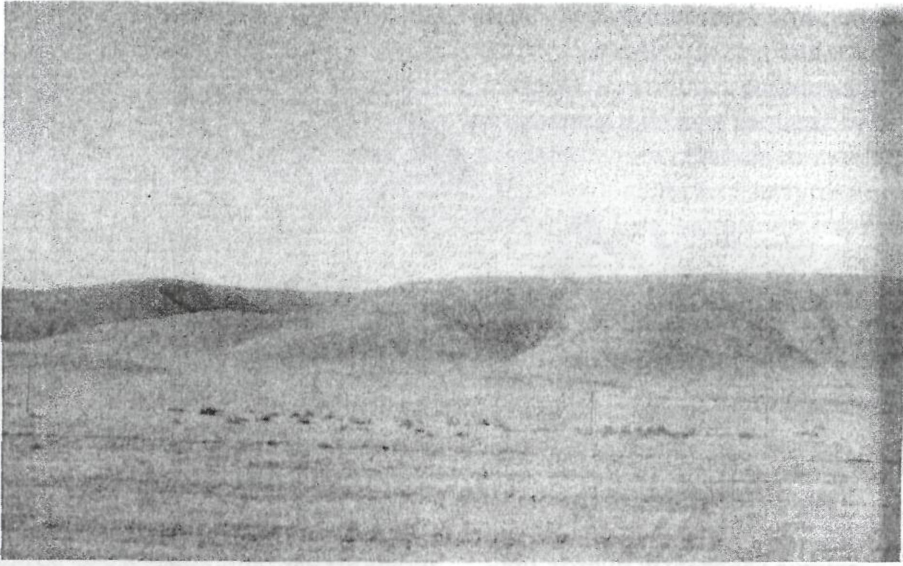


Рис. 2. Малокаройская долина. Овражная эрозия в суглинках.
(Фото В. Г Шипулиной, 1985)

емой территории на высоте 55 м над уровнем одноименной речки, описана впервые Г. А. Ярмаком в 1949 г. Растворимые породы – серые афанитовые известняки (O_2). Общая длина пещеры до 65 м, высота до 30 м, ширина от 2-3 м в верхней части до 20 м. На площади Шабактинского месторождения подземных вод выявлено 89 пещер различных размеров и конфигураций с диаметром входа более 0,6 м и длиной до 23-24 м, с несколькими сообщающимися камерами [7].

Кроме того, часто встречаются: карстовые ниши, развивающиеся по трещинам напластования; карстовые трещины и каналы с раздувами до 0,5 м; раскарстованные кавернозные зоны, приуроченные к местам пересечения продольных, поперечных и субмеридиональных разломов [8].

О значительной закарстованности карбонатных пород в зонах влияния речных долин и разломов свидетельствуют большие дебиты карстовых родников (10-575 л/с), скважин (до 20-125 л/с), а также поглощения речных вод на сильно закарстованных участках долин рек (до 337 л/с – на месторождении Майтюбе). Мощность зоны активной циркуляции подземных вод и развития современного ка. ла 280-350 м.

Карстовые полости формировались вблизи тектонических нарушений. Наиболее крупные пустоты заполнены песком и пестрыми жирными глинами, либо водой. Поверхностные формы карста не установлены. Мелкие карры и кавер-

ны развиваются на границах моноклинально залегающих слоев. В песчаных известняках и известняковых песчаниках эоцена, обнажающихся в русле и берегах р. Ушбас русловые воды образовали «уникальный решетчато-ажурный карст со сложным переплетением ячеек и перегородок между ними» [9]. В образовании такого карста главная роль принадлежит суффозии.

Техногенные процессы. Процессы, развивающиеся вследствие деятельности человека подразделяются на три категории [2]:

1 - развитие трудно прогнозируемых в пространстве и времени, неуправляемых процессов, которые характеризуются внезапностью и катастрофичностью проявления. Последствия этих процессов - жертвы, нарушение эксплуатации инженерных сооружений. 2 - развитие процессов, которые можно прогнозировать. Развиваются медленно. Предотвратить их сложно ввиду большого площадного развития или требуемых значительных капиталовложений. 3 – локальное развитие процессов, которые можно прогнозировать, уменьшать или предотвращать их отрицательное воздействие.

Разработка месторождений Жанатас, Коксу, расположенных на изучаемой территории, приводит к развитию следующих процессов:

Активизации влияния карста (I): карстующиеся массивы, заполненные глиной, иногда водой являются источником повышенной опас-



Рис. 3. Промышленные взрывы на карьерах (фото В. Г. Шипулиной, 1985)

ности. В местах развития карстовых пустот, происходит подтопление карьеров за счет водопритоков.

Увеличение сейсмичности территории за счет подтопления (II_1). По данным микросейсморайонирования г. Жанатас и промплощадки рудника Кокджон, приращение балльности достигает 0,5 [10].

Техногенное заболачивание территории (II_2) характерно для некоторых участков на территории города, на промплощадках и на территории обогатительной фабрики, в прибортовых массивах карьеров, в местах сброса воды, откачиваемой из карьера; в зоне деятельности водозаборов (месторождение подземных вод «Жилыбулак»). Техногенное засоление грунтов (II_4).

Активизация суффозионных процессов (II_5) и просадки в лессовых грунтах (II_6) могут случиться только при сильном увлажнении. Источниками увлажнения могут являться водопроводные трубы, канализационная сеть, обильные атмосферные осадки.

Выветривание (II_7) имеет повсеместное развитие, особенно интенсивно развивается в терригенных породах, при вскрытии их горными выработками и при строительстве дорожных выемок. Разуплотнение геосреды способствует развитию других процессов: техногенного выветривания (техногипергенез), дефляции дисперсных продуктов выветривания, расширение трещин разгрузки и возникновение отседаний, сдвижений структурных блоков, контактных смещений плитовидных блоков, обвалов, камнепадов и осыпей, оползней, оползней—обвалов и осовов осыпей, эро-

зионно-гравитационных и суффозионных процессов

Активизация дефляционных процессов (II_{10}). Активно проявляются на пашнях, в местах выпаса скота: в юго-западной и на севере изучаемой территории.

Формирование депрессионных воронок за счет действия водозаборов (II_{12}) в пределах изучаемой территории действуют два водозабора: Жилыбулак и Беркуты.

Формирование депрессионных воронок за счет разработки месторождений полезных ископаемых (II_{13}). На площадях разведанных месторождений подземных вод, вскрытая глубина обводненной карбонатной толщи составляет 300-320 м. Вблизи родников образовались депрессионные воронки и верхняя часть толщи осушена, глубина уровня подземных вод достигает 30-40 м (Жанатас) и 60-70 м (Коксу и Кокджон). Например, родники в долине р. Ушбас, пролегающей вблизи названных месторождений, практически исчезли.

Обводнение горных выработок (III_2). *Гравитационные процессы* в искусственных дорожных выемках, бортах карьеров (обвалы, осыпи, оползни) (III_1). Формирование осыпей характерно для бортов, сложенных терригенными и тонкослоистыми карбонатными породами. Особенно интенсивно развитие этого процесса происходит на лежащих бортах месторождений.

Сейсмогравитационные процессы в бортах карьеров при разработке МПИ (обвалы, оползни, осыпи) (III_3) в уступах и бортах имеют повсеместное распространение. Они возникают под воз-



Рис. 4. Трещины бортового отпора приводят к формированию оползня в лежачем борту карьера Центральный, блок 3 (фото Т. Л. Тесленко, 1979)

действием технологических факторов разгрузки и перераспределения естественных напряжений в процессе формирования уступов. К ним относятся трещины разгрузки, отседание и сдвиги структурных блоков, контактные обрушения структурных блоков по поверхностям напластования (границам блоков). Особенно при недоучете геологического строения месторождения и при нарушении технологии отработки.

Техногенные землетрясения при разработке месторождений полезных ископаемых (Ш). Проявляются во время взрывов, производимых при проведении горных работ (рис. 3). Образование зон разрушения от взрывов – необходимое следствие ведения горных работ в скальных породах карьеров. Кроме того, влияние взрывов сказывается на сейсмоустойчивости зданий рудоуправлений, промплощадок и города Жанатас. Следствием этого воздействия яв-

ляется перемещение пород под действием силы тяжести со склонов откосов и уступов бортов.

Зоны остаточных деформаций с трещинами разгрузки и другими необратимыми деформациями структурных блоков сопровождают зоны разрушения с внешней законтурной стороны карьерных полей. Они возникают параллельно простиранию бровки откоса на расстоянии 15 – 20 м от контура верхнего уступа. Трещины разгрузки возникают вследствие разуплотнения при выемке породных масс с помощью взрывов. Трещины разгрузки имеют максимальное раскрытие у бровки карьера и образуют рвы, способствуя смещению структуры блока (Рисунок 4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Пиотровская Т. Ю. О системе инженерно-геологической оценки пространственной изменчивости природных процессов при изучении состояния геологической среды // Инженерная геология. 1988. № 5. С. 38-44.
2. Бочкарев В. П., Краснов Б. А., Новицкий С. А., Подольный О. В., Тесленко Т. Л., Шипулина В. Г. Опасные геодинамические процессы на территории Казахстана. Пояснительная записка к комплекту карт Казахстана масштаба 1:2 000 000. Кокшетау. 2004
3. Тесленко Т. Л. Развитие техногенных процессов при разработке месторождений. «Промышленность Казахстана» № 4 (31). 08. 2005.
4. Ракишев Б. Р., Машанов А. А., Тесленко Т. Л. Анализ геотектоники при проектировании горных предприятий // Мат. конф. «Неделя горняка», МГРИ, М. 2005. 600 с.
5. Тесленко Т. Л. Геодинамические условия формирования литосферы. Алматы. «ЖАНИЯ-Полиграф». 2006. 229 с.
6. Айтуаров Т. К., Ахметов Р. Т. Подземные воды фосфоритоносного бассейна М. Каратау (монография). Наука. «Алма-Ата». 1977г. 164 с.
7. Отчет по геологической съемке хр. Малый Каратау. 1958 г. масштаба 1: 500 000. Ярмак Г. А. и др.
8. Бочкарев В. П., Шипулина В. Г., Меньшикова А. С. Палеокарст хребта Каратау и его влияние на инженерно-геологические условия. Международный симпозиум Пермь. 1992.
9. Отчет о НИР. Дать прогноз изменений гидрогеологических и инженерно-геологических условий в процессе эксплуатации месторождений фосфатного сырья с целью рекомендации по охране геосреды № ГР 0182 503835 КазГТИ. Алма-Ата. 1985. 500 с. Шипулина В. Г., Дуйсембин Д. Д.
10. Отчет о НИР. Оценка сейсмичности г. Дальнегорска. Е. А. Шейн, А. И. Цирко, Т. Л. Тесленко, Д. Д. Шампилова. г.Алма-Ата. 1989.