© М.И.Мансуров, 2016

К ЗОЛОТОНОСНОСТИ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕХМАНИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (МАЛЫЙ КАВКАЗ, АЗЕРБАЙДЖАН)

М.И.Мансуров

Бакинский государственный университет
AZ1148, Баку, ул. акад. З.Халилова, 23
mamoy_mansurov@ mail.ru

Золотоносность медно-порфировых руд месторождений Мехманинского рудного района исследована в зависимости от тектонической позиции месторождений, состава рудоносных интрузивов, количества и соотношения главных и попутных компонентов. Установлена продуктивная минерализация, проявленная в две стадии: 1) кварц-молибденитовая, кварц-халькопиритовая; 2) кварц-халькозин-пирит-халькопиритовая, сфалерит-галенит-золото-редкометальная. На первой стадии концентраторами золота являются пирит и халькопирит, и оно содержится неравномерно, а на второй стадии золотосодержащими являются галенит, сфалерит, а также блеклые руды и теллуриды. Нами в зависимости от минерального состава руд выделяются три золотоносные ассоциации: кварц-молибденит-халькопиритовая, кварц-пирит-халькопиритовая и кварц-галенит-сфалеритовая.

Введение. Согласно литературным данным (Керимов, 1965; Кривцов и др., 1985; Баба-заде и др., 1990; Рамазанов, 1993; Грабежев и др., 1995; Азадалиев, 2010), среди месторождений медно-порфирового семейства Малого Кавказа выделяются собственно медно-порфировый (Au – 0,3-0,4 г/т) и медно-золото-порфировый (Au – 0,5-3 г/т) типы. Медно-порфировые месторождения, кроме основных полезных компонентов Cu и Mo, нередко содержат в промышленных количествах ряд попутных компонентов, среди которых ведущую роль играют Bi, Te, Se, Re, Au и Ag, значительно повышающие общую ценность руд. Эти месторождения сопровождаются многочисленными полиметаллическими, золото-серебряными, колчеданными месторождениями-сателлитами и россыпями. Анализ опубликованных материалов по медно-порфировым месторождениям показал, что они являются важнейшим источником меди, молибдена и золота на мировом рынке. Такие металлы составляют основу добывающей промышленности США, Канады, Чили, Аргентины и Перу. На территории стран СНГ к числу золотоносных медно-порфировых объектов относятся месторождения Казахстана (Коунрад, Коксай, Актогай, Чатыркуль), Узбекистана (Алмалык), Малого Кавказа (Гарадаг, Хархар, Парагачай, Демирли, Каджаран, Техут, Агарак), Урала (Салаватское, Зеленый Дол), Забайкалья (Шахтамикское, Давендинское), Чукотки (Песчанка). Геологические исследования на золото в медно-порфировых рудных объектах Мехманинского рудного района неоднократно рассматривались в работах (Керимов, 1965; Баба-заде и др., 1990; Рамазанов, 1993; Фаталиев, 1995), однако и сейчас остается не до конца выясненной степень золотоносности минеральных ассоциаций, что и явилось основанием для написания данной статьи.

Общая характеристика рудного района. Мехманинский рудный район, расположенный в юго-восточной части Лок-Гарабагской зоны на пересечении Агдамского антиклинория с поперечным Далидаг-Мехманинским поднятием, характеризуется телескопированностью разнотипных оруденений, выраженной в одном случае сочетанием медно-порфирового оруденения с более поздно наложенной сульфидной минерализацией, а в другом – значительной концентрацией сульфидной минерализации, на некотором удалении образующей промышленные скопления руд жильного типа.

Формирование месторождений медно-порфировых руд Лок-Гарабагской зоны, включая Мехманинский рудный район, происходило в островодужных условиях в тесной связи с вулкано-плутонической ассоциацией в узком интервале времени: поздняя юра – ранний мел (Керимов, 1965; Шихалибейли и др., 1981; Бабазаде и др., 1990, 1999).

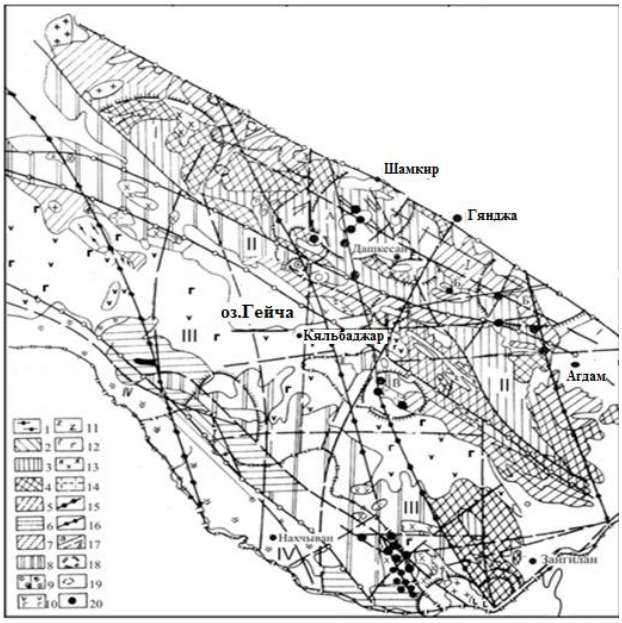
Медно-порфировые месторождения данного рудного района пространственно сопряжены с месторождениями других генетических типов, в частности золото-медно-колчеданным,

полиметаллическим и менее золоторудным. Золоторудная минерализация нередко телескопируется на медно-порфировые руды, а также, концентрируясь на некотором удалении, образует собственные месторождения жильного типа (Гюльятагское, Хатынбейлинское, Еддихырманское рудопроявления).

Почти все медно-порфировые объекты Агдамского антиклинория сосредоточены в пределах Демирлинского и Хазинчайского рудных полей, которые наряду с рудными полями, в которые входят месторождения: Мехманинское полиметаллического профиля, Гызылбулагское золото-медно-колчеданного профиля и Хазинадагское медно-колчеданного профиля, составляют Мехманинский рудный район. Демирлинское рудное поле охватывает Джанятагский интрузив с его экзоконтактовой полосой и площади севернее реки Габартычай, а Хазинчайское – районы южнее ее (Баба-заде и др., 1990; Рамазанов, 1993; Фаталиев, 1995; Геология Азербайджана…, 2005).

Мехманинский рудный район сложен из комплекса средне- и верхнеюрских вулканогенных и прорывающих их гранитоидных интрузивов (вулкано-плутонический комплекс) и нижне-верхнемеловых осадочных пород. К северо-восточному крылу Агдамского антиклинория приурочен Мехманинский (Джанятагский) гранитоидный интрузив верхнеюрско-нижнемелового возраста, прослеживаемый в общекавказском направлении на 15 км при средней ширине 5 км. С юго-запада подзона ограничена Агдамским взбросо-надвигом, по которому юрские вулканогенно-туфогенные образования тектонически перекрывают верхнемеловые отложения Гардашханской мульды Хачынчай-Ходжавендской синклинальной подзоны. Поверхность сместителя разлома падает на северо-восток под углом до 60^0 при амплитуде 1,0-1,5 км. К юго-востоку его вертикальная составляющая постепенно сокращается и в русле р.Хачынчай не превышает 600-700 м (Шихалибейли, 1981; Геология Азербайджана…, 2005).

Медно-порфировые руды Хачынчайского, Гюльятагского, Демирлинского, Агдеринского месторождений и рудопроявлений приурочены к экзо- и эндоконтактовой полосе Мехманинского интрузива габбро-диорит-гранодиоритовой формации, прорывающей вулканогенно-осадочные отложения юры и местами несогласно перекрываемой отложениями мела (рисунок) (Абдуллаев и др., 1988; Геология Азербайджана…, 2005; Керимов, 1965; Исмаил-Заде, 2006).



Карта размещения медно- и молибден-порфировых месторождений Малого Кавказа на тектонической основе (Баба-заде и др., 1990; Рамазанов, 1993).
Структурно-металлогенические зоны: I – Лок-Гарабахское; II – Гейча-Акеринская; III – Мисхано-Зангезурская; IV – Аразская. Структурные единицы: 1 – складчатый комплекс основания (байкалиды); 2 – выступы доальпийского платформенного комплекса; 3 – раннеальпийский вулкано-плутонический комплекс (J_1-J_2); 4 – раннеальпийский комплекс карбонатно-терригенно-вулканогенно-рифтовых прогибов (J_3-K); 5 – комплекс ранне-позднеальпийских флишевых пестроцветных, груботерригенно-карбонатных образований (K_1-P_2); 6 – комплекс позднеальпийских - субплатформенных терригенно-карбонатных и терригенных образований (K_1-P_2); 7 – комплекс вулканогенных и терригенно-карбонатных образований (K_2-P_2); 8 – позднеальпийский вулкано-плутонический комплекс (P_1-N'_1); 9 – орогенные молассовые образования: а) межгорные (P_3-Q); б) внутригорные (N_1-Q); 10 – орогенные вулканические образования (N_2-Q). *Интрузивные образования*: 11 – ультраосновные; 12 – основные; 13 – средние и кислые; 14 – щелочно-кислые. *Разрывные нарушения*: 15 – зоны региональных разрывов, разграничивающие структурно-металлогенические зоны; 16 – регионально-сквозные разрывные нарушения субмеридианального направления: 17 – прочие разломы внутри блоков и геоструктур: а) достоверные; б) предполагаемые. *Кольцевые структуры*: 18 – высокого порядка; 19 – низкого порядка; 20 – месторождения и проявления медно- и молибден-порфировых руд: А – Гядабейского рудного района; Б – Муровдаг-Мехманинского рудного района; В –Далидагского рудного района; Г – Ордубадского рудного района

Интрузивные массивы сложены породами, начиная от диоритов, кварцевых диоритов и кончая аплитовидными плагиогранитами и секущими их жильными дериватами – гранодиорит-порфирами, сиенит-диоритами, кварц-диоритами и риолит-дацитовыми порфиритами,

лампрофирами. На участках развития медно-порфирового оруденения преобладают умеренно-кислые разности интрузивов (Баба-заде и др., 1990; Рамазанов, 1993; Геология Азербайджана…, 2003).

В эндо- и экзоконтактовой полосе интрузива, а также вдоль разрывных нарушений вмещающие интрузивные и вулканогенные породы подвергнуты метасоматическим изменениям – окварцеванию, серицитизации, каолинизации и карбонатизации, сопровождающимся медно-порфировым рудоотложением, преимущественно связанным с развитием средне- и нередко высокотемпературных фаций вторичных кварцитов.

Вмещающие интрузивные породы существенно разнятся по величине кремнекислотности, и оруденения приурочены к породам с наименьшей плотностью, чаще всего к окварцованным диоритам, кварцевым диоритам и различным фациям вторичных кварцитов плотностью 2,00-2,60 г/см^3. Значительное уменьшение медно-порфировой минерализации отмечается в экзоконтактовых зонах интрузивов, представленных гидротермально-метасоматическими фациями вторичных кварцитов, что может быть наряду с другими признаками использовано в качестве важных критериев прогноза медно-порфирового оруденения (Керимов,1965; Азадалиев, 2010).

Золотоносность месторождений медно-порфировых руд. Проблема изучения, прогнозирования и оценки Cu-Mo-порфировых месторождений на Малом Кавказе является не только актуальной, но и сложной ввиду полигенности рудных месторождений, представленных как комплексом меди и молибдена, так и Au, Ag, элементами платиновой группы, полиметаллами, редкими и редкоземельными элементами. Такие месторождения сопровождаются многочисленными полиметаллическими, золото-серебряными, сурьмяно-ртутными месторождениями и проявлениями.

К комплексным золотосодержащим порфировым месторождениям относятся медно-порфировые и медно-молибден-порфировые, а также собственно золото-порфировые рудные объекты. Они выявляются в различных геодинамических обстановках, но более всего свойственны островодужным и окраинно-континентальным образованиям.

Формировались такие рудные объекты при становлении тел базальт-андезитовой вулканической и габбро-диорит-плагиогранитной плутонической формаций натриевых серий на участках активного проявления процессов рифтогенеза и тектоно-магматической активизации отдельных блоков земной коры. Среди них выделяются магнетит-серицит-кварцевый, пирит-кварцевый, халькозин-борнит-халькопирит-кварц-карбонатный, сфалерит-галенит-золото-редкометальный и полисульфидный минеральные типы (Керимов, 1965; Баба-заде и др., 1990; Рамазанов, 1993; Геология Азербайджана…, 2005; 2006).

Согласно А.И.Кривцову и др. (1985), золотоносные руды медно-порфировых месторождений образуют ряды: молибден-порфировые слабо золотоносные, золотосодержащие медно-молибден-порфировые, золотоносные молибден-медно-порфировые и золото-медно-порфировые, соответствующие определенным геотектоническим позициям. Лок-Гарабагская металлогеническая зона, являющаяся медно-порфировым оруденением и по всем ведущим признакам определяющая типовые модели рудных районов, соответствует золотоносному молибден-медно-порфировому типу.

Распределение золота в медно-порфировых месторождениях Мехманинского рудного района во многом определяется минералого-геохимическим их обликом, обусловленным закономерным сочетанием нескольких типов руд в объеме минерализованных пространств. Состав же последних определяется набором определенных минеральных ассоциаций, постоянно повторяющихся на подавляющем большинстве объектов и отличающихся по степени золотоносности.

Геолого-структурная обстановка локализации золотосодержащих медно-порфировых месторождений. Медно-порфировые месторождения Мехманинского рудного района относятся к представителям «диоритовой» модели Холлистера, для которых характерны высокие величины отношения меди к молибдену и относительно повышенные содержания благородных металлов в рудах (Hollister, 1975).

В пределах Мехманинского рудного района наиболее крупным является Демирлинское медно-порфировое месторождение с дайковыми образованиями, представленными различными дорудными порфирами диоритового, кварц-диоритового, гранодиоритового составов, секущими Мехманинский интрузив и вулканоген-

ный комплекс средней юры. Интрузив прорывает батскую вулканогенную толщу и перекрывается трансгрессивно с базальными конгломератами в основании верхнесенонскими карбонатными отложениями (Геология Азербайджана, 2003; 2005).

Анализ приведенного материала по медно-порфировым месторождениям Мехманинского рудного района приводит к заключению о несомненном влиянии глубинного фактора формирования месторождений на уровень золотоносности руд, соответствующих субвулканическим или гипабиссальным-субвулканическим условиям формирования (Баба-заде, 1990; Рамазанов, 1993).

Четко выраженными признаками минимальной глубинности становления обогащенных золотом объектов являются часто субвулканический облик материнских гранитоидов при полном отсутствии фанеритовых фаций, наличие метасоматических кварцитов, адуляровой модификации калишпата, гидрослюд и т.д. (Волков и др., 2006; Грабежев и др., 1995).

Причины концентрации золота Мехманинского рудного района на субвулканическом уровне могут в какой-то степени быть поняты при рассмотрении поведения золота на собственно медно-порфировом типе месторождений. Сульфиды из последних по сравнению с сульфидами медно-золото-порфировых месторождений обычно содержат золота на один-два порядка меньше. Золото во вкрапленном пирите гидротермально измененных гранитоидов концентрируется за счет такового из силикатов, так что по валовому содержанию золота серицитизированные гранитоиды существенно не отличаются от неизмененных и пропилитизированных гранитоидов (Грабежев и др., 1995).

Месторождения медно-порфировых руд размещены в северо-восточном крыле Агдамского антиклинория, осложненного Гюльятагским глубинным разломом, оперяемым серией разрывных нарушений северо-западного и субмеридионального простирания, среди которых наиболее значительным является Демирлинский рудоподводящий разлом, расположенный в центральной части месторождения. В зоне разлома породы раздроблены и гидротермально изменены, вплоть до превращения их в различные фации вторично-кварцитовых метасоматитов, а появившиеся в процессе сопряжения штокверковые трещинные системы заполнены рудным материалом, т.е. были созданы благоприятные условия для возникновения штокверкового оруденения (Баба-заде, 1990; Мансуров, 2014; Мансуров и др., 2014).

Вторичные кварциты рассматриваются в качестве нового, перспективного золотосодержащего формационного типа, венчающего разрез медно-порфировых месторождений, при этом месторождения и рудопроявления, связанные с Мехманинским интрузивным комплексом, относятся не к медно-порфировому, а к золотосодержащему медно-порфировому типу (Баба-заде, 1990; Фаталиев, 1995).

В пределах Демирлинского медно-порфирового месторождениях прослежено 6 новых штокообразных рудных зон, сложенных интенсивно раздробленными-трещиноватыми окварцованными интрузивными породами, местами превращенными во вторичные кварциты с густой вкрапленностью пирита, халькопирита, пронизанных тонкими кварц-халькопиритовыми прожилками. Средние содержания меди, молибдена, золота и серебра приведены в таблице 1.

Исследователями Мехманинского рудного района зона окисления вдоль экзо- и эндоконтактов Джанятагского интрузива (Демирли, Хазинчай) и огромная площадь гидротермально-измененных пород рассматриваются как возможное вместилище медно-золоторудных тел (Баба-заде и др., 1990; Рамазанов, 1993; Мансуров, 2014).

Помимо прослеженных на поверхности рудных зон, в разведочных скважинах на СЗ и ЮВ флангах месторождения, где широко развиты метасоматиты, по интрузивным породам Джанятагского массива подсечено около 20 слепых рудных тел с промышленным содержанием меди и молибдена. К таковым относится Галайчыларский штокверк, приуроченный к интенсивно гидротермально-измененным тоналитам. При мощности более 10 м он прослежен на расстоянии около 200 м и содержит прожилково-вкрапленное оруденение пирита и халькопирита. Химический анализ проб показал наличие 0,83% меди.

На центральном участке Демирлинского месторождения пробурены поисковые скважины глубиной 300 м. Содержания золота и серебра в минералах медно-порфировых руд показаны в таблице 2.

Таблица 1

Результаты анализов бороздовых проб рудных штоков
Демирлинского медно-порфирового месторождения

№ рудных штоков	кол-во проб	мощность опробованного интервала, в м	Среднее содержание металлов			
			Cu, %	Mo, %	Au, г/т	Ag, г/т
№1	15,0	21,0	1,21	0,006	0,5	10,4
			0,22-3,03	0,001-0,008	04-0,8	4,2-16,0
№2	15,0	21,0	1,1	0,004	1,1	16,5
			0,2-1,5	0,001-0,006	0,1-3,0	2,0-26,04
№3	120,0	55,0	0,9	0,004	0,8	5,5
			0,45-2,1	0,001-0,006	0,1-1,8	5,0-15,0
№4	13,0	7,0	1,1	0,003	0,2	4,5
			0,7-2,0	0,002-0,005	0,1-0,5	1,2-8,02
№5	5,5	6,0	2,1	0,001	0,2	5,0
			0,8-2,3	0,002-0,003	0,1-0,2	1,4-8,0
№6	15,0	7,0	0,9	0,003	–	1,0
			0,05-1,98	0,001-0,005		1,2-2,8

Таблица 2

Содержание главных компонентов руд
Демирлинского медно-порфирового месторождения

№ скв.	Мощность, м	Кол-во проб	Результаты анализа			
			Cu, %	Mo, %	Au, г/т	Ag, г/т
скв. № 1	56-70	1,4	2,3	0,09	2,9	2,0
	147-153	6,0	6,5	0,10	4,1	2,1
	153-305	152	0,2	0,06	0,3	6,6
скв. № 2	115-138	23	0,2	0,05	0,5	3,2
	138-152	14	0,5	0,03	2,5	6,6
	152-169	17	0,3	0,02	0,7	4,1
	169-177	8	1,0	0,01	2,6	6,5
	177-298	121	0,2	0,01	0,5	3,1
скв. № 3	110-140	30	0,7	0,06	1,3	5,6
	140-230	90	0,4	0,03	0,9	4,2
скв. № 4	47-58	11	6,5	0,09	3,1	8,9
	58-145	87	0,4	0,03	1,5	6,3

На данной территории выделяют 8 золотосодержащих сульфидно-кварцевых жил и жильных зон мощностью от 1 до 10 м при протяженности от 30-50 до 100-150 м, характеризующихся содержанием золота от 0,2 до 5,2 г/т и серебра – 1,8-63,8 г/т, а также высоким – меди. Нередко эти жилы и жильные зоны прослеживаются на глубину до 100-150 м (скв. № 3, 6) (Рамазанов, 1993; Фаталиев, 1995).

По данным А.М.Кривцова и др. (1985), для медно-порфировых месторождений наиболее высокие концентрации золота, в 5-10 раз превышающие содержания в первичных рудах, характерны для зон гипергенеза. Эти выводы подтверждены и для Демирлинского медно-порфирового месторождения, где во многих керновых пробах из первичных руд (скв.№ 1-18) содержание золота составляет от следов до 0,6 г/т, серебра – от следов до 10,2 г/т, что в несколько раз меньше, чем в породах зоны гипергенеза.

Аналогичная ситуация наблюдается и на Хазинчайском, Агдеринском и других медно-порфировых рудопроявлениях исследуемого района.

В зоне окисления Хачынчайской группы рудопроявлений, по данным Р.А.Фаталиева (1995), в пробах содержание золота варьирует от следов до 2,2 г/т; серебра – от следов до 4,6 г/т (участок Дузлубулаг), а на Агдеринском рудопроявлении: золота – от следов до 1 г/т; серебра – от 1 г/т до 17 г/т. В первичных рудах оно не превышает 0,6 г/т и 4,0 г/т соответственно (участки Залибулах и Чуллу).

Полученная закономерность отчетливо наблюдается в северо-западном блоке рудного района в пределах Мехманинского и Демирлинского рудных полей. Здесь сульфидно-кварцевые жилы (Демирли) в направлении батских вулканогенных пород, вмещающих интрузивные породы, сменяются золотосодержащими кварц-карбонатными жилами (Агдере, Гюльятаг) и далее кварц-золоторудными жилами и жильными зонами (Гюльятагская группа золоторудных рудопроявлений).

Аналогичное распределение золота характерно и для ЮВ блока рудного района – Хазинчайской группы медно-порфировых рудопроявлений. Если содержание золота в первичных рудах не превышает 0,5-0,6 г/т (участки Чуллу, Дузбулаг), то в единичных кварц-карбонатных жилах, развивающихся среди батских вулканитов на экзоконтакте интрузивного массива, оно достигает 2,0-7,0 г/т (участки Еддихырмани и Агдере).

Следует отметить, что если в первичных рудах наблюдается определенная корреляционная связь между содержаниями меди и золота, то она отсутствует в породах гипергенной зоны. Видимо, это связано с тем, что основным минералом-носителем золота является халькопирит, которого в зонах окисления и обогащения меньше, чем других медных минералов (борнит, халькозин и ковеллин).

Обычно в зоне окисления золото концентрируется в свободной форме, а в зонах гипергенеза – включенным в зерна новообразованных сульфидов меди. Окисление сульфидов нередко приводит к обособлению и укрупнению самородного золота (Кривцов, 1985).

Самородное золото установлено во всех изученных медно-порфировых проявлениях Мехманинского рудного района. Оно обнаружено в халькопирите размером до 0,01 мм, а также среди кварц-серицитовых агрегатов размером от тысячных долей миллиметра до 0,06 мм. Морфологически самородное золото представлено неправильными, комковидными, скелетными образованиями или сростками кристаллов, иногда (в единичных случаях) – дендритовой формы.

Проба золота варьирует в пределах 850-950, характеризуясь неоднородностью, обусловленной зональным строением.

Анализ процесса рудоотложения в медно-порфировых месторождениях Мехманинского рудного района отражает длительный и многостадийный характер оруденения, который характеризуется следующим порядком формирования: 1) допродуктивный (кварц-магнетит-серицитовая, кварц-пиритовая ассоциации); 2) I продуктивный (кварц-молибденитовая, кварц-халькопиритовая ассоциации); 3) II продуктивный (кварц-халькозин-пирит-халькопиритовая, сфалерит-галенит-золото-редкометальная ассоциации); 4) послепродуктивный (карбонат-бассанитовая ассоциации).

Кварц-магнетит-серицитовый тип руд образуется на ранней наиболее высокотемпературной стадии минералообразования и в медно-порфировых рудах имеет незначительное распространение. Чаще всего встречается в виде вкрапленников, реже образует прожилки и гнезда. Золото образует примесь в магнетите.

Кварц-молибденитовая ассоциация имеет широкое распространение, особенно на Демирлинском и Агдеринском месторождениях, где она слагает халькопирит-молибденитовые жилы, зачастую характеризующиеся промышленным содержанием молибдена. Золото, как правило, отсутствует.

Кварц-халькозин-пирит-халькопиритовая ассоциация проявлена в виде вкрапленности. На Демирлинском месторождении встречается в виде прожилков в медно-молибденовых жилах. Халькопириты отличаются значительно повышенными содержаниями золота, иногда даже ураганными его значениями.

Сфалерит-галенит-золото-редкометальная ассоциация чаще всего характерна для периферических частей медно-порфировых месторождений. Нередко встречается также в зонах дробления и трещиноватости, занимающих секущее положение по отношению к рудным телам. В аналогичных условиях находятся Демирлинское, Агдеринское, Хачынчайское и другие месторождения медно-порфировых руд.

Анализ пространственного размещения минеральных ассоциаций медно-порфировых руд исследуемого региона показывает, что

кварц-сфалерит-галенитовая минеральная ассоциация в контуре промышленных медно-порфировых руд выражена слабо и, как правило, образует самостоятельные пласто- и линзообразные рудные тела, чаще всего за контурами медно-порфировых руд во вмещающих вулканогенных и вулканогенно-осадочных породах, в силу чего золото, заключенное в данной минеральной ассоциации, не могло быть определяющим. Ранняя магнетит-серицит-кварцевая и наиболее поздняя карбонат-бассанитовая ассоциации практически не золотоносны (Баба-заде и др., 1990; Рамазанов, 1993; Фаталиев, 1995; Геология Азербайджана…, 2005).

Распределение золота в медно-порфировых месторождениях исследуемого рудного района во многом определяется минералого-геохимическим их обликом, обусловленным закономерным сочетанием нескольких типов руд в объеме минерализованных пространств. Состав руд определяется набором определенных минеральных ассоциаций, постоянно повторяющихся на подавляющем большинстве объектов и отличающихся по степени золотоносности.

Для выявления источника рудообразующих растворов по стадиям минералообразования месторождений Мехманинского рудного района использовались данные по изотопному составу серы сульфидов и состава газовой фазы гидротерм золотоносных кварц-пирит-халькопиритовой, кварц-халькопиритовой и незолотоносной кварц-сфалерит-халькопиритовой стадий (Гусейнов, 1991; Рамазанов, 1993). Установлено направленное фракционирование изотопов серы в сторону обогащения сульфидов легким изотопом от ранней продуктивной стадии рудоотложения к поздней как следствие закономерного увеличения окислительного потенциала гидротермальной системы. Сульфиды, завершающие рудный процесс кварц-сфалерит-халькопиритовой стадии, характеризуются заметным обогащением тяжелым изотопом серы δS^{34} с довольно узким диапазоном вариации δS^{34}от +0,1 ‰ до +0,7‰ и средним значением 0,35‰. При этом не наблюдается характерных различий в соотношениях изотопов серы в пирите из вкрапленности в околорудных измененных породах, из прожилков во вмещающих породах и пирите из наиболее обогащенных частей минерализованных зон. Таким образом, допускается, что имелся единый источник серы пиритов, образованных в сходных условиях, а отсутствие сульфатов в непосредственной ассоциации с сульфидами, сравнительно однородный изотопный состав пирита, наконец, отсутствие направленного разделения изотопов в ходе рудообразующего процесса указывают на гомогенезацию тяжелой серы при определенных высокотемпературных условиях.

Согласно нашим исследованиям, корреляция рудных элементов в ряде месторождений Мехманинского рудного района и других регионов может в известной мере указывать на совместный привнос меди, молибдена, золота, серебра ювенильными флюидами. Рудные элементы последних не успевают пространственно разобщиться при эволюции процесса на относительно мелких месторождениях, но нередко дают самостоятельные максимумы концентраций при долговременной пространственной дифференциации крупных флюидных систем. Это и определяет возможность значительной концентрации золота и серебра во фронтальной и латеральной частях медно-порфировых колонн.

Аналогичное концентрирование золота и серебра может происходить и за счет неоднократного поступления флюида из глубинных частей медно-порфировой колонны, что для них весьма характерно (Рехарский и др., 1977). Возможность значительной концентрации золота во флюиде обусловлена разнообразием комплексных соединений этого металла и их устойчивостью в широком P_{O2}–pH–T интервале (Борисенок и др., 1977). При этом важным условием сохранения значительных концентраций золота во флюиде является повышенная температура процесса (более 200^0 С).

Крайне противоположная тенденция изменения исследуемых характеристик в сульфидах кварц-сфалерит-халькопиритовой стадии указывает на дискретность рудного процесса и наличие иного магматического источника рудного вещества, ибо в противном случае должно было бы проявиться дальнейшее увеличение f_{O2} и вследствие этого – обогащение сульфидов изотопом S^{32}(Гусейнов, 1991).

Анализируя вышеуказанные данные о золотоносных рудах медно-порфировых месторождений Мехманинского рудного района, можно отметить, что Мехманинский интрузив сложен породами двух фаз: 1) последовательно дифференцированным диоритом, кварцевым диоритом, тоналитом, банатитом и их роговообманковыми, биотитовыми разностями; 2) пор-

фировым диоритом, жильным малахитом, спессартином, одинитом. Здесь отмечаются и грейзенизированные кварцевые диориты, пегматит-аплиты.

Метасоматические образования сложены преимущественно вторичными кварцитами, кварц-серицитовыми, кварц-каолинитовыми фациями и аргиллизитами.

Медно-порфировые оруденения в виде штокверков локализованы в контактовых зонах Мехманинского интрузива с вмещающими породами. Золото связано с халькопиритом, пиритом и в ряде случаев с маггемитом и гематитом, по-видимому, соответствующих халькопирит-пиритовой ассоциации, связанной с гидротермальными растворами диорит-тоналит-банатитовой и гранодиоритовой фаций Мехманинского интрузива. Галенит-сфалеритовый тип оруденения локализуется среди серицит-кварцевых метасоматитов. По всей видимости, пирит-халькопирит-золотое оруденение связано с главной фазой Мехманинского интрузива, а галенит-сфалеритовая ассоциация – с гранит-пегматитами.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1) Медно-порфировые месторождения Мехманинского рудного района в зависимости от тектонической позиции месторождений, состава рудоносных интрузивов, количества и соотношений главных и попутных компонентов относятся к золотоносным медно-порфировым типам руд, формирование которых связано с порфировыми габбро-диорит-гранодиоритовыми комплексами.

2) Месторождения порфировой рудной формации отличаются разными содержаниями Cu, Mo, Au, Ag, Se, Te, Re в рудах и сульфидных скоплениях.

3) Распределение золота в медно-порфировых месторождениях во многом определяется их минералого-геохимическим обликом, обусловленным закономерным сочетанием нескольких типов руд в объеме минерализованных пространств. Анализ золотоносности минеральных ассоциаций медно-порфировых месторождений показывает, что продуктивная минерализация осуществлялась в две стадии: 1) кварц-молибденитовую и кварц-халькопиритовую; 2) кварц-халькозин-пирит-халькопиритовую и сфалерит-галенит-золото-редкометальную. Концентрация золота в них составляет от следов до 4,1 г/т.

4) Повышенная золотоносность медно-порфировых месторождений может быть связана с развитием в пределах рудных тел наложенной полисульфидной и собственно золоторудной минерализаций.

ЛИТЕРАТУРА

АБДУЛЛАЕВ, Р.Н., МУСТАФАЕВ, Г.В., МУСТАФАЕВ, М.А., АЛИЕВ И.А. и др. 1988. Мезозойские магматические формации Малого Кавказа и связанное с ними эндогенное оруденение. Элм. Баку. 254с.

АЗАДАЛИЕВ, Дж.А. 2010. Особенности месторождений медно-порфировых руд рудно-магматических систем Малого Кавказа. В материалах научной конференции, посвященной 90-летию И.Х.Хамрабаева: *Рудно-магматические системы орогенных областей.* Ташкент.

БАБА-ЗАДЕ, В.М., РАМАЗАНОВ, В.Г. АББАСОВ, Н.А. и др. 1999. Минералого-геохимические факторы золотоносности руд медно-порфировых месторождений Ордубадского рудного района. *Вестник Бакинского Университета, серия естественных наук*. 3, 122-129.

БАБА-ЗАДЕ, В.М., МАХМУДОВ, А.И., РАМАЗАНОВ, В.Г. 1990. Медно- и молибден-порфировые месторождения. Азернешр. Баку. 376с.

БОРИСЕНОК, Л.А., СОБОЛЕВ, Р.Н., КУЛЕШОВА, М.Л. 1977. Геохимия молибдена (на примере гранитоидов западной части Центрального Казахстана). В кн.: *Геохимия процессов миграции рудных элементов*. Наука, Москва, 43-52.

ВОЛКОВ, А.В., САВВА, Н.Е., СИДОРОВ, А.А. и др. 2006. Закономерности размещения и условия формирования Au-содержащих Cu-Mo-порфировых месторождений Северо-востока России. *Геология рудных месторождений*. 48, 6, 512-539.

ГЕОЛОГИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА. 2003.Т.3 – Магматизм. Nafta-Press. Баку.

ГЕОЛОГИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА. Т.4 – Тектоника. 2005. Nafta-Press. Баку.

ГЕОЛОГИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА. Т.5 – Полезные ископаемые. 2006. Nafta-Press. Баку.

ГРАБЕЖЕВ, А.И., КОРОБЕЙНИКОВ, А.Ф., МОЛОШОГ, В.П. 1995. Золото в медно-золото-порфировых месторождениях Урала. *Геохимия*. 10, 1465-1471.

ГУСЕЙНОВ, Д.А. 1991. Рудоносность субвулканических образований Гызылбулагского рудного поля (Малый Кавказ). Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. геол.-мин. наук. Баку. 23с.

ИСМАИЛ-ЗАДЕ, А.Д. 2006. Петрологическая интерпретация процесса гибридизма в мезозойских гранитоидных интрузивах Малого Кавказа. *Изв. НАНА. Науки о Земле*. 2, 9-19.

КЕРИМОВ, А.Д. 1965. Петрология и рудоносность Мехманинского гранитоидного интрузива. Баку. 165с.

КРИВЦОВ, А.И., МИГАЧЕВ, И.Ф., МИНИНА, О.В. 1985. Минералого-геохимические типы руд медно-порфировых месторождений – золотоносность и зональность. *Геохимия*. 10.

МАНСУРОВ, М.И. 2014. Перспективы поисков и прогноза месторождений цветных металлов Агдамского антиклинория. *Вестник Бакинского Университета, серия естественных наук*, 3, 135-146.

МАНСУРОВ, М.И., КАЛАНДАРОВ, Б.Г., ТАХМАЗОВА, Т.Г., МАМЕДОВ, З.И., ГУСЕЙНОВ, А.И. 2014. Геолого-генетические особенности Гызылбулагской рудно-магматической системы Агдамского горст-поднятия (Малый Кавказ, Азербайджан). Геология, поиски и разведка рудных месторождений. *Известия Сибирского отделения Российской Академии естественных наук, секция наук о Земле*. Иркутск, 1(44), 13-23.

РАМАЗАНОВ, В.Г. 1993. Медно-порфировая формация Азербайджана. Автореф. дисс. докт. г.-м. наук. Тбилиси, 45с.

РЕХАРСКИЙ, В.И., РОЗБИАНСКАЯ, А.А., ПАШКОВ, Ю.Н. 1977. Некоторые особенности геохимии молибдена и меди в процессе рудообразования. В кн.: *Геохимия процессов миграции рудных элементов*. Наука, Москва, 166-180.

ФАТАЛИЕВ, Р.А. 1995. Геологические особенности медно-порфирового оруденения Агдамского антиклинория Малого Кавказа и условия его формирования. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. геол.-мин. наук. Баку. 26с.

ШИХАЛИБЕЙЛИ, Э.Ш. и др. 1981. Основные черты тектоники Азербайджана (Объяснительная записка к тектонической карте). Элм. Баку. 170с.

HOLLISTER, V.F. 1975. An appraisal of the nature and source porphyry copper deposits. *Miner. Sci. and Eng*. 7, 225-233.

Рецензент: академик А.Д.Исмаил-Заде

© Ч.М.Кашкай, А.А.Гейдаров, 2016

О ВОЗМОЖНОСТИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ХВОСТОВ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КОМПЛЕКСЕ С ДРУГИМИ ПОЛЕЗНЫМИ ИСКОПАЕМЫМИ ДАШКЕСАНСКОГО РУДНОГО УЗЛА

Ч.М.Кашкай[1], А.А.Гейдаров[2]

1 – *Институт геологии и геофизики НАН Азербайджана*
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 119

2 – *Институт катализа и неорганической химии им. академика М.Ф.Нагиева НАН Азербайджана*
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 113

В статье рассматриваются геолого-инженерные, химико-технологические и экономические аспекты извлечения ряда ценных металлов из хвостов обогащения железных руд в комплексе с алунитами Загликского месторождения в качестве источника серной кислоты, а также целесообразность восстановления добычи кобальта из заброшенного кобальтового месторождения Дашкесана и привлечения отходов мраморного производства для нейтрализации сбросовых технологических растворов до экологически приемлемого уровня.

Дашкесанский рудный узел, являющийся флагманом горнодобывающей отрасли Азербайджана, включает ряд рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых, которые будучи сконцентрированы на ограниченной территории, вполне могут рассматриваться как единый и взаимосвязанный комплекс технологической переработки минерально-сырьевых ресурсов региона. Развитая промышленная инфраструктура, хорошая транспортная связь, наличие опытных специалистов и близость к городу Гяндже обуславливают экономическую целесообразность постановки и реализации крупных горнодобывающих и технологических проектов. К тому же предоставление по этой тематике со стороны Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики промышленного гранта подключает коллектив ученых к решению столь значимой и непростой задачи.

В настоящее время в качестве источников полезных и ценных компонентов как минимум (но не ограничиваясь далее сказанными объектами) можно рассматривать отходы Дашкесанского обогатительного комбината, кобальтовое месторождение в северном Дашкесане, Загликское алунитовое месторождение и отходы добычи мраморизованных известняков. Нижеприведенные результаты преимущественно получены на основе собственных экспериментальных данных и проверены на макетной установке.

Хвосты Дашкесанского обогатительного комбината

На Дашкесанском обогатительном комбинате после выделения магнитной сепарацией железорудных концентратов все сульфидные и сульфоарсенидные соединения, в том числе многие кобальтовые минералы, вместе с нерудными минералами выбрасываются в виде «хвостов» в долину реки Кошкарчай и загрязняют, загромождают природную долину реки. Начиная с 1954 г., при переработке железных руд получено 46,5 миллионов тонн отвалов, которые занимают 14 га площади. По данным Дашкесанского обогатительного комбината в настоящее время только отвалы мокрых хвостов комбината в виде песка составляют почти 25 миллионов тонн. В гранулометрическом составе песка в среднем до 70-90% преобладают частицы крупностью менее 0,3 мм, что можно считать благоприятным фактором для выщелачивания.

Извлечение ценных компонентов из отходов переработки, в частности хвостов обогащения, представляет не только экономический интерес, но и необходимо для предотвращения миграции металлов в окружающую среду под воздействием атмосферных факторов.

Содержание кобальта в железных рудах Южного Дашкесанского месторождения доходит до 0,14%. В то же время следует учесть, что верхний песчаный слой отходов не является

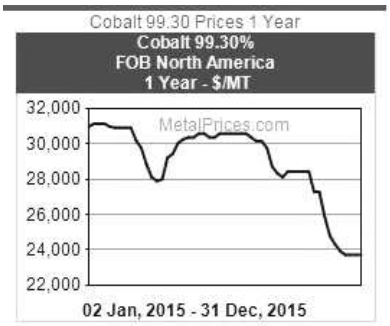
представительным для всей массы, тем более если предположить, что в течение длительного периода атмосферные воды могли перемещать тяжелые минералы в рыхлом песке на более глубокие участки.

Выполненные в разное время анализы отходов мокрой переработки (Азадалиев и др., 1998) показали разброс содержаний, что естественно, поскольку обрабатывалась железная руда из различных участков.

Содержание ценных металлов в верхнем слое отхода по данным разных авторов варьирует в среднем в пределах; г/т: Co – 27-60; Cu – 432-517; Mn – 2411-2800; Zn – 155, Pb – 82, Zr – 28, As – 121.

Экономическая целесообразность

Конечно, эти показатели в обычном понимании кондиций не столь привлекательны для разработки технологии их извлечения. Но если принять во внимание вышеуказанные благоприятствующие факторы и то, что вся масса песка не требует никакой механической переработки, а также то, что предложенный нами ниже ряд инженерно-технических и технологических решений сводит к минимуму расходы на выщелачивание, то вопрос уже заслуживает внимания. Тем более что при пересчете этих аналитических данных запасы целевых металлов как в весовом, так и денежном выражении выглядят внушительными (табл.1). Данные по годичной стоимости металлов взяты из MetalPrices.com.





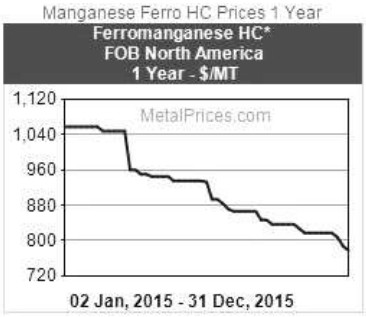


Таблица 1

Приблизительные значения запасов целевых металлов в отходах в весовом и денежном выражении с учетом степени их извлекаемости (общая масса отходов принята 20 000 000 тонн)

Металлы	**Среднее содержание** (интервал, г/т)	**Общая масса металла/ минимальное извлекаемое количество** (70%), тонн	**Рыночная цена** (данные на конец 2015 года), $/т	**Общая стоимость запаса/стоимость извлекаемой доли,** миллион $
Кобальт	27 - 60	540 – 1200/ 378 – 840	24 000	13,0 – 28,8/ 9,07 – 20,16
Медь	432 – 517	8640 – 10340/ 6048 – 7238	4 800	41,47 – 49,63/ 29,0 – 34,74
Марганец	2411 - 2800	48220 – 56000/ 33754 – 39200	800	38,58 – 44,8/ 27,0 – 31,36
Всего:	**Стоимость запаса: 80,05 – 123,23 млн. $** **Стоимость минимально извлекаемой доли: 56,0 - 86,26 млн. $**			

Приблизительные значения запасов прочих компонентов в отходах в весовом и денежном выражении с учетом степени их извлекаемости (общая масса отходов принята 20 000 000 тонн)

Металлы	**Среднее содержание** (интервал, г/т)	**Общая масса компонента/минимальное извлекаемое количество** (50%), тонн	**Рыночная цена** (данные на конец 2015 года), $/т	**Общая стоимость запаса/стоимость извлекаемой доли,** миллион $
Цинк	155	3100/1550	1600	5,0/2,5
Иттрий(окись)	27	540/270	6400	3,5/1,75
Циркон	28	560/280	1280	0,717/0,36
Мышьяк	121	2420/1210	1800	4,36/2,178
Всего:	**Стоимость запаса: 13,6, млн. $** **Минимальное извлекаемое количество: 6,8 млн. $**			

Химико-технологические исследования

Для обоснования возможности и выявления технологических режимов извлечения ценных металлов, в частности кобальта, меди и марганца, из хвостов обогащения нами были проведены лабораторные экспериментальные исследования по технологии перколяционного выщелачивания. Было найдено, что для выщелачивания указанных металлов оптимально использовать 1N концентрацию серной кислоты. Согласно этим исследованиям процесс сернокислотного выщелачивания отходов условно можно разделить на 3 стадии. На первой стадии серная кислота при первом же контакте с песком нейтрализуется кальцитом, поскольку песок является результатом переработки кальцитосодержащих магнетитовых пород. Это обстоятельство существенно увеличивает расход серной кислоты. Однако на последующей стадии продолжающийся поступать поток серной кислоты уже мобилизует металлы, которые начинают появляться в растворе (табл. 2). При этом pH раствора все еще не очень кислый (pH=5-6).

И уже на третьей стадии с понижением pH раствора выход целевых компонентов становится существенным (табл. 3). Однако это сопровождается обильным выходом кальция, железа, мышьяка и некоторых других компонентов, что соответственно ставит задачу селективного отделения нужных компонентов, утилизации прочих соединений и нейтрализации сульфатно-арсенатных растворов.

Таблица 2

Концентрация металлов в продуктивном растворе при капельном режиме орошения
Время орошения – 30 минут, масса навески – 500 г, начальная концентрация
H_2SO_4 → 1 N (pH=1,5), объем промывочного раствора – 300 мл

Опыт		Концентрация металлов, мг/л							pH раствора после орошения
		Ca	Co	Mn	Cu	Zn	Fe	Sr	
I	1цикл орошения	1537	0,89	2,39	0,93	1,50	3,41	7,06	8
II	2 цикл орошения	2700	1,52	40,59	2,97	4,09	-	11,86	6,96
III	3 цикл орошения	2891,5	7,57	133,59	4,66	14,98	-	13,284	6,8
IV	4 цикл орошения	3115,7	23,33	293,69	94,26	35,53	-	14,177	6,6
V	5 цикл орошения	3271,8	31,23	391,99	227,66	43,39	-	14,53	6,4
VI	6 цикл орошения	4046,7	48,96	567,99	891,26	63,1	220	16,84	6,0

Таблица 3

Концентрация металлов в продуктивном растворе за 7 суток орошения

Масса навески – 500 г, начальная концентрация H_2SO_4 – 1N, объем промывочного раствора в первом цикле – 200 мл, объем промывочного раствора в последующих циклах – 100 мл

Опыт		Концентрация металлов в растворе, мг/л						pH раствора после орошения
		Al	Co	Mn	Cu	Zn	Fe	
I	1цикл орошения	27,03	15,6	337	11,73			7
II	2 цикл орошения	64,59	39,98	1020	127,84	22,5	1175,4	5
III	3 цикл орошения	294,69	45,28	1336,42	259,34	37,7	2344,4	4
IV	4 цикл орошения	1476,9	58,9	1568,52	456,44	55,3	5567,4	3,5
V	5 цикл орошения	2503,3	-	1792,52	585,94	76	9099,9	2
VI	6 цикл орошения	3227,79	-	1899,62	635,94	89,16	13628,7	1,5
	Количество металлов, перешедших в раствор	1,82%	65,9%	17,5%	30,5%	25,1%	4,1%	

Дальнейшая процедура по разделению и экстракции металлов из продуктивного раствора сводится к пропусканию этих растворов через сорбционные колонны, заполненные специальными ионоселективными сорбентами. Например, для выделения кобальта из раствора подходит смола DOWEX XUS-43578, а для разделения меди от кобальта рекомендуется использовать смолу DOWEX XUS-43605. Марганец может быть селективно выделен смолой DOWEX 21K XLT.

И наконец, последним этапом является получение рафинированного металла с использованием технологии «электровининг».

Кобальтовое месторождение Дашкесана

Кобальтовое месторождение в Северном Дашкесане полностью не отработано, хотя и включает достаточный потенциал для производства кобальта. В настоящее время месторождение не эксплуатируется. Оно находится на расстоянии 2 км (для трубопровода) от зоны выщелачивания хвостов. В виду отсутствия в нашем распоряжении материалов по горным выработкам оценить оставшиеся запасы кобальта не представляется возможным. Несмотря на это нами были взяты пробы кобальтовых руд из отвалов этого месторождения (содержание кобальта от 2,4 до 4%) и проведены оценочные технологические исследования на предмет выщелачивания кобальта сернокислыми растворами. Кобальтовые минералы в основном представлены сульфидно-арсенидными разновидностями (кобальтин, эритрин и др.). Кобальтовые минералы Дашкесанской рудной зоны подробно изучены (Махмудов, 1982).

В пробных экспериментах по сернокислому выщелачиванию кобальтсодержащих руд этого месторождения были получены следующие результаты:

При воздействии сернокислого раствора с концентрацией 1N и pH=2 на руду в соотношении Т:Ж = 1:2 в течение двух дней выход кобальта составил 0,3 г/л, а еще через 2 дня содержание кобальта в растворе возросло до 0,5 г/л, pH вырос до 4,41. Выход мышьяка составил 0,22 г/л, т.е. повторяет кривую выхода кобальта. Полученные предварительные экспериментальные результаты обнадеживают для дальнейшей более детальной технологической проработки.

В целом, технология извлечения кобальта из кобальтовых руд и из хвостов идентична и включает те же гидрометаллургические процессы и общий аппаратный парк. В случае организации производственного процесса для обработки отходов восстановление добычи кобальта из заброшенного кобальтового месторождения Дашкесана уже будет считаться целесообразным и экономически выгодным.

Горно-инженерные решения

В горнодобывающей промышленности наиболее экономически выгодными инженерно-техническими решениями при гидрометаллургической добычи металлов считаются технологии кучного и подземного выщелачивания.

В соответствии с предлагаемым нами вариантом выщелачивания отвалов Дашкесанского обогатительного комбината в методическом плане мы имеем дело одновременно как с кучным выщелачиванием, так и подземным. А именно: накопленные за многие годы отходы с определенным гранулометрическим составом расположены на ограниченном участке в долине реки Кошкарчай. По существу, это скопление напоминает лагунное отложение в виде песка со своеобразными геолого-геохимическими параметрами. Это новообразование с глубиной сужается и в поперечном сечении имеет вид треугольника, вершина которого находится на глубине около 100 м, а по длине повторяет конфигурацию долины реки. В этом плане это есть классическая куча емкостью почти 25 миллионов тонн, но только перевернутая широким основанием вверх. Куча со всех сторон окружена высоко выступающими вскрышными породами (рис.1).

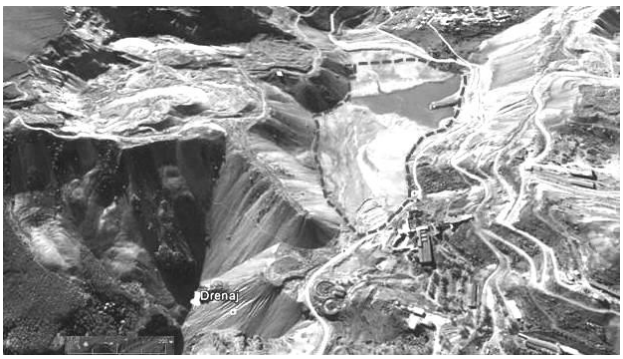


Рис. 1. Общий вид железорудных хвостов Дашкесанского ОК (пунктирной линией оконтурена намечаемая зона выщелачивания)

Но поскольку выщелачивание предлагается производить на месте залегания этой кучи, где боковыми стенками являются практически водонепроницаемые вулканогенно-осадочные образования бывших склонов русла реки, то эта

модель носит признаки безскважинного инфильтрационного подземного выщелачивания (in situ leaching). Такой подход оправдывается экономической целесообразностью, так как содержание целевых компонентов, как было показано выше, не слишком велико и любые прочие горнотехнические работы могут свести рентабельность до малопривлекательного уровня.

Как видно из рисунка, левая часть зоны выщелачивания (так же, как и правая) ограждена отвесной стеной из вскрышных пород и может служить дренажной зоной (на рисунке обозначена). При ливневых дождях вода, просачиваясь сквозь песчаный слой, находит выход в нескольких местах указанного ограждения. Эти выходы могут использоваться как естественные дренажные точки, хотя могут быть созданы искусственные дренажи. Для сбора сточных вод необходимо создать коллектор-отстойник в виде бассейна на нижнем уровне (в месте, где указан дренаж). Орошение отходов можно производить как целиком, так и по частям, начиная вблизи дренажной зоны, захватывая все новые участки и увеличивая площадь орошения.

Технология переработки алунита

Еще одним фактором, способным существенно повлиять на себестоимость выщелачиваемой продукции, является необходимость закупки и доставки огромного количества серной кислоты, ее хранения и выполнения требований техники безопасности. Согласно нашим экспериментальным данным для максимального извлечения целевых металлов из одной тонны отхода требуется 18 литров 1N серной кислоты. Т.е. для выщелачивания 20 миллионной массы хвостов потребуется почти 400 000 тонн серной кислоты. Решение этой задачи мы видим в реализации технологии переработки алунита непосредственно на Дашкесан-Загликском алунитовом месторождении. Впервые предлагается для алунитового процесса использовать метод кучного выщелачивания для добычи алюминия и серной кислоты.

Месторождение расположено рядом с железорудными отходами (около 5 км по автомобильной дороге, либо 3 км для трубопровода), причем гипсометрически на более высоком уровне (Кашкай, 1970).

В связи с тем, что Загликское месторождение в настоящее время не эксплуатируется и перспективы его использования не ясны, то для решения вышепоставленной задачи нами была разработана весьма простая и оригинальная технология кучной переработки алунита, которая при минимальных затратах может быть организована непосредственно на алунитовом месторождении. На рис. 2 представлена принципиальная схема новой технологии переработки алунита, которая проверена и испытана на действующем макете, сконструированном авторами совместно с Р.Б.Керимовым и З.Р.Джафаровым (рис. 3).

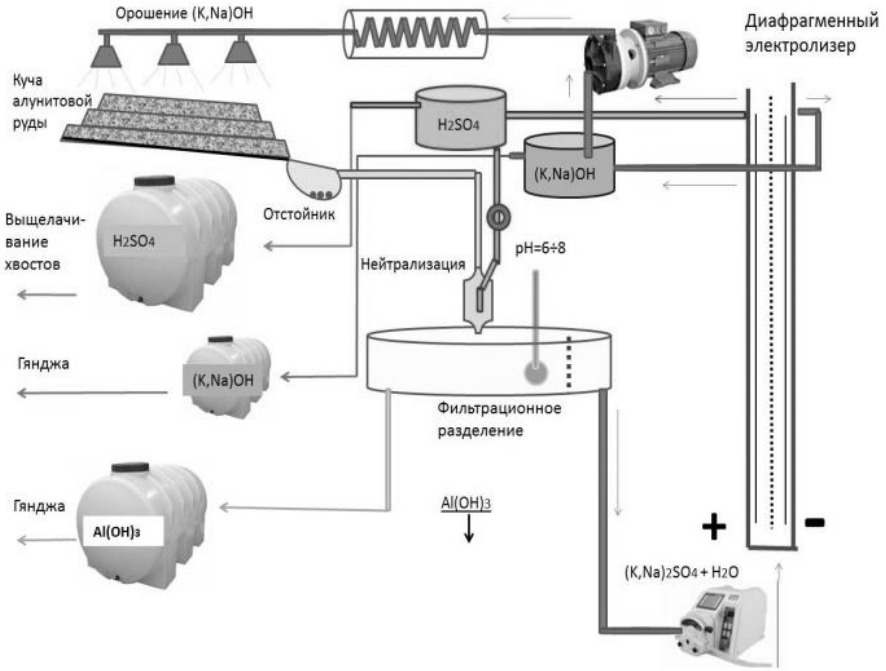


Рис. 2. Упрощенная схема технологии переработки алунита



Рис. 3. Разработанный и изготовленный авторами действующий макет технологии переработки алунита

Согласно разработанной нами технологии весь процесс сопровождается преобразованием сульфата калия в щелочь и серную кислоту с помощью диафрагменного электролизера. После чего щелочь в оборотном растворе используется для растворения алунита путем орошения рудной кучи, а серная кислота частично используется для нейтрализации раствора алюмината до выпадения в осадок гидроксида алюминия $AL(OH)_3$. Остальная часть серной кислоты направляется для выщелачивания металлов из отвалов. Подробное описание разработанной нами технологии переработки алунита является предметом отдельной статьи и в настоящей работе не рассматривается.

В случае реализации такой технологии на месте стоимость производства серной кислоты фактически будет окупаться за счет одновременной добычи и продажи алюминия. А доставка серной кислоты до железорудных хвостов станет возможным по трубам самотеком. В совокупности с вышеуказанными преимуществами эксплуатационные расходы по выщелачиванию хвостов будут почти сведены к нулю, и все производственные расходы будут касаться только гидрометаллургии выщелачиваемых металлов. Последняя предусматривает селективное отделение металлов с помощью сорбентов с последующими электрохимическими процессами, технология для которых также разработана нами.

В итоге сернокислотного выщелачивания после отделения катионов оставшийся сернокислый раствор может быть нейтрализован до экологически нормативного уровня за счет его нейтрализации известковыми породами, тем более, что прямо рядом с железорудным месторождением Дашкесана осуществляется разработка мраморизованного известняка, крошки и пыль которого вполне могут быть использованы для производства гипса.

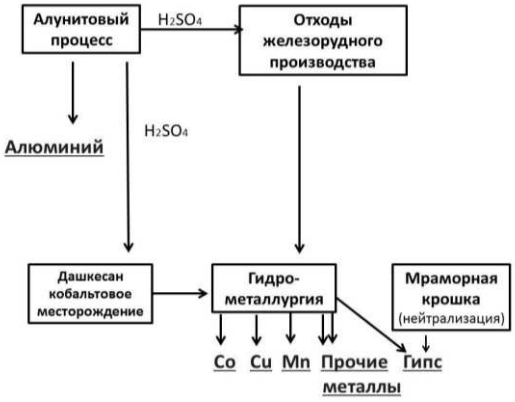


Рис. 4. Схема взаимосвязи и комплексного использования полезных ископаемых Дашкесанского рудного узла

Таким образом, предлагаемая нами схема организации подобного многопрофильного производства в Дашкесанской промышленной зоне (рис. 4) представляет собой экономически оправданный проект для комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов Азербайджана.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики – Грант №EİF/MQM/Sənaye-2014-4(19)-06/06/2.

ЛИТЕРАТУРА

АЗАДАЛИЕВ, Дж.А., АХМЕДОВ, Д.М., БАБАЕВ, И.А. 1998. Кобальтоносность скарново-магнетитовых руд Дашкесанского рудного поля и перспективы комплексной переработки их «хвостов» для извлечения кобальта и ряда ценных примесных металлов. *Известия АН Азербайджана. Науки о земле*, 1, 21-26.

КАШКАЙ, М.А. 1970. Алуниты, их генезис и использование. Недра. Москва.

МАХМУДОВ, А.И. 1982. Минералогия кобальтовых руд. Недра. Москва.

Рецензент: к.т.н. Р.Т.Исмайлов

© Ш.С.Аманова, 2016

ИССЛЕДОВАНИЕ В ГИС АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ АДЖИНОУРСКОГО ПРЕДГОРЬЯ

Ш.С.Аманова

Институт географии им. акад. Г.А.Алиева НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 115

Исследованы на основе ГИС характерные особенности антропогенной трансформации ландшафтов Аджиноурского предгорья, определена степень их антропогенизации, а также предложены пути оптимизации современных ландшафтов. Проведена оценка степени антропогенной трансформации (посевы, пастбища, населённые пункты т.д.) типов естественных ландшафтов. Также проанализирована роль рельефа и использования земель в антропогенной трансформации ландшафтов, обстоятельно изучены процессы, происходящие в природных компонентах в результате антропогенных воздействий.

Введение. Геосистемы гор отличаются относительно слабой устойчивостью против внешних воздействий, в том числе и антропогенной деятельности. Такие факторы, как высокая вертикальная и горизонтальная раздробленность рельефа, наличие крутых склонов (в 35º и более), широкая распространенность легко размываемых глинистых, глинопесчаных морских и континентальных отложений наряду с усиливающейся антропогенной нагрузкой на горных полупустынных территориях приводят к деградации земель и благоприятствуют возникновению бедлендов.

В изучении антропогенной трансформации высокая заслуга принадлежит таким исследователям, как А.П.Гусев, С.В.Андрушко (2010); С.А.Бузмаков, Д.Н.Андреев, А.А.Зайцев (2011); Л.А.Абрамова (2012) и др. Ими при разработке классификации антропогенных ландшафтов в качестве ведущего фактора учитывались различные ландшафтообразующие компоненты. Антропогенные ландшафты Азербайджана и особенно их формирование исследованы Я.А.Гарибовым (1986), М.Дж.Исмаиловым, Э.Ш.Мамедбековым, М.И.Юнусовым (2012) и др.

Общая площадь территории исследования составляет 4476 км^2. 12% (545 км^2) этой территории занимают горные полупустыни, 65% (2892 км^2) – аридные степи, 7% (312 км^2) приходится на засушливые редколесья и кустарники, а 16% (726 км^2) – на равнинные лесные ландшафты.

Метод исследования. Со второй половины XX века исследование проблемы антропогенной трансформации ландшафтов стало еще более актуальным. Такую проблему ученые анализируют по-разному. В данной статье для изучения особенностей антропогенной трансформации естественных ландшафтов использованы различного содержания карты, аэрокосмические изображения, топографические карты, материалы полевых исследований. В работе проанализированы литературные, фондовые, а также исторические материалы.

Аридные и семиаридные геосистемы Аджиноурского предгорья и прилегающие к ним территории чувствительны к воздействию природных и антропогенных факторов. К природным факторам, влияющим на ландшафты, также относятся процессы оползнеобразования, морфометрические характеристики рельефа: углы наклона, экспозиция склонов, горизонтальная и вертикальная раздробленность территории и др.

Уклон поверхности имеет особое значение для режима увлажнения почв, особенно верхних слоев, интенсивность эрозии растет экспоненциально с увеличением уклона. Почвенная толща меньше на возвышенных наклонных участках вследствие эрозионных процессов и гравитационного перемещения материала и постепенно увеличивается в направлении пониженных участков с небольшим уклоном. Количество солнечной радиации тоже зависит от уклона, поскольку увеличение уклона поверхности в направлении поступления солнечных лучей увеличивает угол их падения. Также уклон склона фундаментально влияет на ландшафтообразование и антропогенную трансформацию геосистем.

На основе анализа карты углов наклона поверхности можно отметить, что 92,8% (4137 км^2) Аджиноурского предгорья и прилегающих к нему территорий составляют геосистемы с уклонами 0-20º, 7% (328 км^2) – геосистемы с уклонами 20-40º, а 0,2% (98 км^2) приходится на склоны с уклонами от 40º и более (рис. 1).

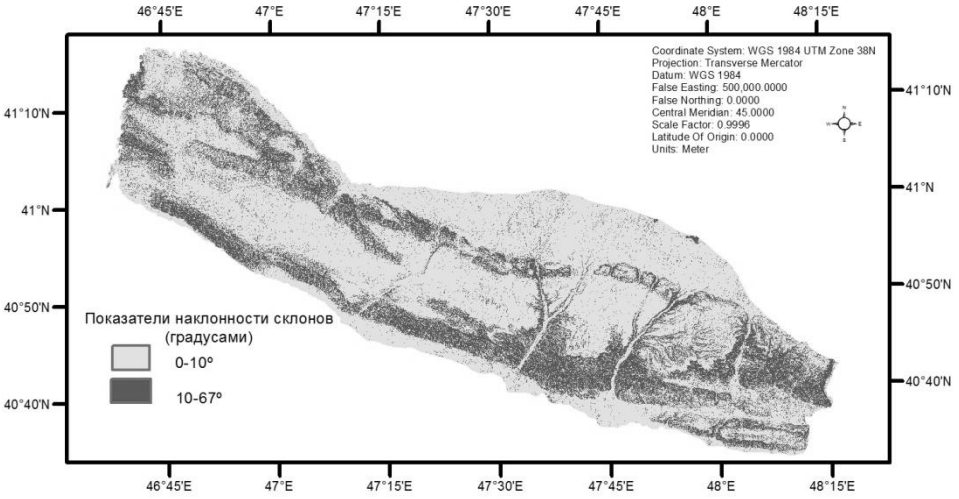


Рис. 1. Карта углов наклонов склонов Аджиноурского предгорья и прилегающих к нему территорий

К геосистемам, имеющим уклон 0-20º, приурочены селитебные ландшафты, занимающие 237,6 км² территории, из них 6 км² расположены в зоне районных центров, 183,5 км² – сел и поселков, а 48,1 км² – административно-территориальных участков. На участках с наименьшими показателями уклонов населенные пункты распространены в большей степени. Чем больше уклон, тем меньше количество населенных пунктов. На участках с уклонами от 0 до 20º населённые пункты занимают 1,46 км² территории. Это указывает на затрудненность освоения населением территорий, имеющих высокие значения углов наклона. На участках с уклоном более 40º села и поселки практически не встречаются (0,6% всех административно-территориальных округов). К участкам с уклоном 20-40º относятся сельские населённые пункты и поселки, занимающие 0,520 км², в то время как административно-территориальные участки занимают 0,943 км² (табл. 1).

Большая часть (99,9%) пахотных агрогеосистем с общей территорией в 1451,2 км² расположена на участках с уклоном 0-20º, остальная часть (1,8 км² или 0,1%) – на поверхности с уклоном 20-40º. На более крутых склонах (40º) посевы отсутствуют. Общая площадь фруктовых садов составляет 135,7 км², из которых соответственно 94% (127,85 км²) приходятся на уклон 0-20º, 5% (7 км²) – на 20-40º, а 1% (0,084 м²) – на 40º и больше.

Углы наклона влияют также на освоение территории с целью выпаса скота. Так, 92% (1250,55 км²) пастбищ приходятся на участки с уклоном от 0º до 20º. 1% (1,95 км²) пастбищ и сенокосов находится на участках с уклоном выше 40º. 7% (97,5 км²) пастбищ и сенокосов находятся на участках с уклоном от 20º до 40º. Так как выпас скота затрудняется на участках с уклоном более 40º, то антропогенная трансформация ландшафтов в этих районах происходит относительно слабо.

В пределах склонов с уклоном более 40º дорожные модификации современных ландшафтов не встречаются. Как видно из табл. 1, большинство дорожных модификаций охватывает геосистемы с низкими значениями углов наклона (0-20º). Их общая длина составляет в среднем 1968 км. Из них 395,410 км составляют автомобильные дороги с асфальтовым покрытием, 14,860 км – автомобильные дороги без асфальтового покрытия, 119,137 км – магистрали, 1246,580 км – полевые дороги, 191,8 км – грунтовые дороги. На участках с малым уклоном строительство автомобильных дорог удобно и экономично. Кроме того, населенные пункты, а также посевы, сады, пастбища и сенокосы, как правило, находятся именно на таких антропогенных ландшафтах. На поверхностях с уклоном от 20º до 40º протяженность покрытых дорог составляет 7,590 км (2%), магистральных – 0,853 км (0,7%), полевых – 36,420 км (0,8%), грунтовых – 0,2 км (0,1%). Площадь, занятая дорожными ландшафтами, по всей исследуемой территории составляет соответственно 2,4 км², 0,07 км², 1,2 км², 1,5 км² и 0,033 км², тогда как по наклону от 20º до 40º эти показатели составляют 0,045 км², 0,014 км², 0,008 км², 0,0004 км² и 0,04 км² соответственно.

Таблица 1

Статистические показатели антропогенной модификации ландшафтов в зависимости от углов наклона склонов в Аджиноурском предгорье и на прилегающих к нему территориях

Антропогенные модификации ландшафтов			Показатели экспозиции склонов		
			0-20°	20-40°	40-67°
Пастбища и сенокосы		км²	1 250,55	97,5	1,95
		%	92	7	1
Посевы		км²	1 451,2	1,8	
		%	99,9	0.1	
Сады		км²	127,85	7	0,085
		%	94	5	1
Территориально-административные округа		км²	48,1	0,943	0,034
		%	97,4	2	0,6
Села и поселки		км²	183,5	0,52	
		%	99,7	0,3	
Протяженность дорожных ландшафтов	Магистрали	км²	119,137	0,853	
		%	99,3	0,7	
	С асфальтовым покрытием	км²	395,410	7,590	
		%	98	2	
	Без асфальтового покрытия	км²	14,860	3,140	
		%	83	17	
	Грунтовые	км²	191,800	0,2	
		%	99,9	0,1	
	Полевые	км²	1 246,580	36,420	
		%	99,2	0,8	
Площадь, занятая дорожными ландшафтами	Магистрали	км²	1,2	0,008	
	С асфальтовым покрытием	км²	2,4	0,045	
	Без асфальтового покрытия	км²	0,07	0,014	
	Грунтовые	км²	0,033	0,0004	
	Полевые	км²	1,5	0,04	

Антропогенные факторы влияют на геосистемы как положительно, так и отрицательно. Положительное влияние наблюдается по двум направлениям: защита зеленых насаждений и охрана ландшафтов. Сюда же относится создание зеленых парков и полезащитных и почвозащитных лесополос. Для охраны геосистем создаются национальные парки, заказники и заповедники. В результате все ландшафтообразующие компоненты находятся под комплексной охраной. С этой целью на исследуемой территории в 1958 г. был создан Туриянчайский государственный природный заповедник, имеющий 12,344 га территории. Здесь под охраной находится более 60 видов деревьев и кустарников (можжевельник, дикая фисташка и др.). Кроме того, охраняются 24 вида млекопитающих, 20 видов рептилий, 112 видов птиц, 3 вида земноводных. 73% территории заповедника покрыто редкими аридными лесами и кустарниками.

В большинстве же случаев антропогенное влияние приводит к негативным последствиям. Это проявляется при развитии животноводства, постройке дорог и расширении посевных участков. Интенсивное развитие пастбищного животноводства приводит к уничтожению растительного покрова и изменению видового состава флоры, что сопровождается уменьшением потенциала биомассы, уничтожением лесного покрова, сокращением его площади, местами замещением кустарниками. Влияние на ландшафты интенсивного выпаса скота проявляется также в нарушении водного и термического балансов почвы, изменении физических и химических

свойств и структуры почвенного покрова. В этой связи усиливается эрозия почв, расширяются площади, занятые бедлендами.

Пастбища составляют 27% (1210 км²) исследуемой территории, 4% (56 км²) из которых приходятся на горные полупустынные ландшафты, 89% (1706 км²) – на степные ландшафты, 6% (68 км²) – на ландшафты редких аридных лесов и кустарников, а 1% (75 км²) – на ландшафты равнинных лесов.

В районе исследования негативное влияние на современные естественные ландшафты в результате использования под пастбища происходит в следующих случаях:

1. Не соблюдается норма выпаса на 1 га пастбища. Так, в соответствии с решением № 42 Кабинета Министров от 15 марта 2000 года в стране в среднем на каждый гектар зимних пастбищ должно приходиться 2-3 головы крупного рогатого скота (Örüş, otlaq və biçənək..., 2000). Но эта норма не соблюдается, поскольку в районе исследования зарегистрировано 9-10 голов на 1 га, что является одной из основных причин интенсификации эрозии на этой территории.

2. Стадный выпас создает проблемы в регулировании этой деятельности на пастбищных участках.

3. Несмотря на то, что ареалы пастбищ установлены решением Кабинета Министров Республики, эти земли зачастую используются не по назначению. Иногда на месте пастбищ проводятся посевные работы, хотя по законодательству только 3% территории пастбищ разрешается использовать в растениеводстве (Azərbaycan Respublikasında yay-qış otlaqlarının..., 2004). Кроме того, эти насаждения должны составлять кормовую базу животноводства. При этом фактически сейчас под посевы используется 9% всей территории пастбищ (http://library.adau.edu.az/upload/book/497_Movzu_15.docx). Это в 3 раза выше установленной нормы и отрицательно влияет как на растительность, так и почвенный покров. Зимние пастбища на исследуемой территории в основном состоят из полупустынных растений, в частности эфемеров. Эти растения растут на 80-90% поверхности и используются также в сенокосе. В структуре степных растений плато преобладают кострец и др., период их развития приходится на весну и начало лета.

Развитие и расширение площадей, занятых селитебными ландшафтами, приводит к изменению структурно-функциональных особенностей в пределах геосистем, а также климата микросферы и увеличению техногенных нарушений. Общая площадь участков под селитебными ландшафтами составляет 208 км^2 или 5% всей площади изучаемой территории. Из них 48% (98 км^2) находятся в пределах ландшафтов аридных степей, 5% (10 км^2) – засушливых редколесий и кустарников, 47% (95 км^2) – в пределах равнинных лесных ландшафтов.

Одним из факторов, ускоряющих деградацию растительного и почвенного покрова, является беспорядочное строительство дорог. Площадь всех участков, находящихся под автомобильными дорогами различного назначения, составляет 8,3 км², из которых 14% (1 км²) относятся к горно-полупустынным, 54% (5 км²) – к аридно-степным, 5% (0,4 км²) – к аридно-кустарниковым ландшафтам, а 27% (2,3 км²) – к равнинным лесам. Установлено, что под посевами находится 1346 км^2 исследуемой территории. Из них 9% (121 км^2) занимают горные полупустыни, 68% (914 км^2) – аридные степи, 4% (52 км^2) – аридные редколесья и кустарники, 19% (252 км^2) – равнинные леса. Засушливость климата обуславливает разработку оросительного земледелия. А интенсивное развитие ирригации в свою очередь активизирует такие негативные процессы, как эрозия, опустынивание, засоление почв и т.д. В настоящее время площадь аридных лесов исследуемой территории составляет 486 км^2.

На основе вышеизложенных данных составлена карта степени антропогенной трансформации ландшафтов Аджиноурского предгорья и прилегающих к нему территорий. Выявлено, что 2,5% ландшафтов территории (116 км²) практически не подверглось изменению, 43% (1920 км²) территории были изменены слабо, 24% (1083 км²) – средне, 23% (1014 км²) – сильно, а 7,5% (343 км²) подверглись интенсивному изменению (рис. 2).

При изучении степени антропогенной трансформации ландшафтов Аджиноурского предгорья и прилегающих к нему территорий нами выделены азональные типы ландшафтов (табл. 1). В аридных степях предгорья, относящихся к слабоизмененным антропогенным ландшафтам, пастбища охватывают 60-65% территории. В аридных же лесах соответствующий показатель составляет 45-50%.

В пределах антропогенных среднеизмененных ландшафтов в аридных степях предгорья посевами занято 40-45%, а пастбищами – 55-60% территории. В семиаридных степях средне-

горья преобладают посевы (45-50%), а в аридных лесах посевы составляют 45-50% территории (табл. 2).

В пределах сильноизмененных ландшафтов аридных степей предгорья посевы занимают 55-60% территории, в то время как в пределах семиаридных степных комплексов этот показатель составляет 50-55%. Такой же показатель (50-55%) характерен и для территории предгорно-равнинных лесов.

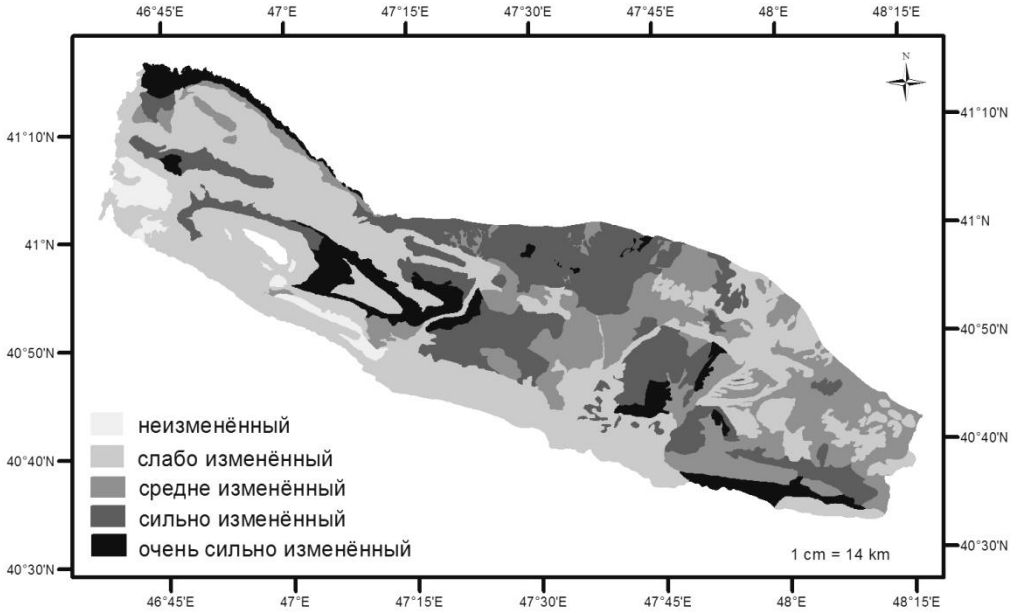


Рис. 2. Антропогенная трансформация ландшафтов Аджиноурского предгорья и прилегающих к нему территорий

Таблица 2

Азональные типы ландшафтов Аджиноурского предгорья и прилегающих к нему территорий

Азональные типы ландшафтов	Процент освоенности антропогенных модификаций ландшафтов и лесов на общей территории		
	Доминантный	Субдоминантный	Другие
1	2	3	4
Слабо измененные антропогенные геосистемы			
1. Аридные степи низкогорья (степи)	Па–60-65%	О–30%, По–20-25%	Н.п.–5%, Д–1% Л–3%
2. Семиаридные степи низкогорья (семиаридные степи)		Па–35-40%	Д–0,1%, По–5%
3. Ксерофитно-кустарниковые ландшафты аридного низкогорья		По–10-15% О–30% Л-20-25%	Н.п.–2% Д–1%
4. Аридные леса	Па–45-50%	По–15-20% Л–10-15%	Н.п.–5-10%, Д–1% О–2%
5. Равнинные леса	Л–55-60%		Н.п.–5-10%, Д–1% По–3%
Геосистемы, средне изменившиеся в результате антропогенных влияний			
6. Аридные степи низкогорья (степи)	По–40-45%, Па–55-60%		Н.п.–5%, Д–1% О–5%, Л–1%
7. Семиаридные степи низкогорья (семиаридные степи)	По–45-50%	Л–10-15%	Н.п.–5-10% Д–1%, Па–5%
8. Ксерофитно-кустарниковые ландшафты аридного низкогорья		По–35-40%, Па–25-30%	Н.п.–5%, Д–5%

1	2	3	4
9. Аридные леса	По–45-50		Н.п.–5%, Д–1% Па–5-10%
10. Равнинные леса		Н.п.–10-15% По–30-35%, Л–15-20%	Д–1% Па–5%
Геосистемы, сильно изменившиеся в результате антропогенных влияний разного характера			
11. Аридные степи низкогорья (степи)	По–55-60%	Па–30-35%	Н.п.–5% Д–1%, Л–1%
12. Семиаридные степи низкогорья (семиаридные степи)	По–50-55%	Па-10–13% Л–20-25%	Н.п.–1% Д–1%
13. Равнинные леса	По–50-55%	Н.п.–10-15% Л–10-15%	Д–1% Па–1%
Геосистемы, интенсивно изменившиеся в результате антропогенной деятельности			
14.Аридные степи низкогорья (степи)	По–85-90%	Па–20-25%	Н.п.– 5-10%, Д–1%
15. Аридные степи ксерофитных кустарников низкогорья	По–80-85%		Н.п.–5-10% Д–1%
16. Равнинные леса	Н.п.–70-75%	По–20-25%	Д–1-2%

Примечание: По – посевы, Па – пастбища и сенокосы, Н.п. – населенные пункты, Л – леса, Д – дороги, О – охраняемые территории.

В пределах интенсивно измененных ландшафтов аридные степи низкогорья заняты в основном посевами (85-90%). В семиаридных степях низкогорья посевы составляют 80-85%. На территории равнинных лесов доминируют населенные пункты (70-75%).

В пределах ландшафтного типа аридной степи, как это видно из табл. 2, населенные пункты составляют 3% (98 км^2), дороги – 1% (1,5 км^2), посевы – 32% (914 км^2), сады – 4% (100 км^2), леса – 9% (260 км^2), пастбища и сенокосы – 37% (1076 км^2), охраняемые территории – 14% (414 км^2).

М.Ю.Халилов (2002) отмечает, что в результате антропогенной деятельности в составе аридного редколесья деревья можжевельника заменяются мастиковыми деревьями и в большинстве случаев фриганоидными кустарниками (Məmmədov, Xəlilov, 2002). В пределах аридных редколесий и кустарников 3% территории (10 км^2) занято населенными пунктами, 1% (0,1 км^2) дорогами, 13% (4,2 км^2) – посевами, 2% (3,8 км^2) – садами, 15% (46 км^2) – лесами, 22% (69 км^2) – пастбищами и сенокосами, остальные 43% – другими участками (рис. 3).

В пределах равнинных лесов 1% (2,2 км^2) территории занят дорогами, 36% (258 км^2) – посевами, 13% (95 км^2) – населенными пунктами, 7% (49 км^2) – садами, 25% (180 км^2) – лесами, 1% (7,5 км^2) – пастбищами и сенокосами, остальные 17% – другими участками.

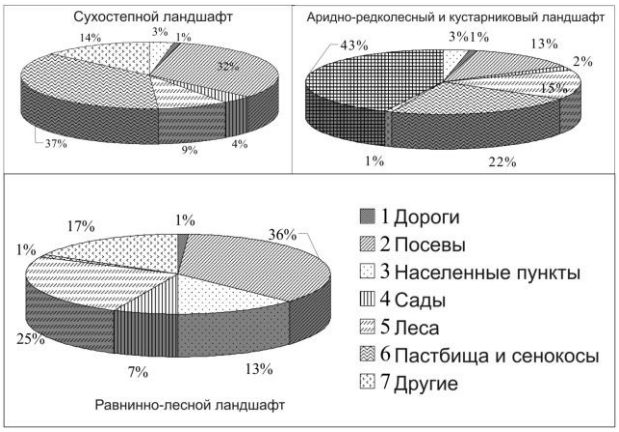


Рис. 3. Использование земель по ландшафтным типам

Выводы. Выявлено, что в антропогенной трансформации ландшафтов ведущая роль принадлежит двум факторам – структуре геосистемы и потенциалу природных ресурсов. В пределах ландшафтов горных полупустынь 9% территории не подверглось изменению (изменено сезонно), а 91% территории изменились слабо или средне. В ландшафтах равнинных лесов 20% территории изменились слабо, 34% – средне, 44% – сильно, 2% – интенсивно. В пределах аридных степей 1% территории не подвергся изменению, 38% изменились слабо, 28% – средне, 23% – сильно, а 10% – интенсивно. В пределах аридных редколесий и кустарников 9% территории не подверглись изменению, 78% изменились слабо, а 13% относятся к интенсивно измененным антропогенным ландшафтам.

ЛИТЕРАТУРА

АБРАМОВА, Л.А. 2012. Антропогенная трансформация недренированных междуречий Тамбовской области. *Вестник ТГУ*, *Секция: География*. 17, 402-405**.**

БУЗМАКОВ, С.А., АНДРЕЕВ, Д.Н., ЗАЙЦЕВ, А.А. 2011. Антропогенная трансформация экосистем на особо охраняемой природной территории. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 12, 173-175.

ГАРИБОВ, Я.А. 1986. Антропогенное преобразование аридных ландшафтов Азербайджанской ССР. *Известия АН Азерб. ССР*. 6, 160-165.

ГУСЕВ, А.П., АНДРУШКО, С.В. 2010. Геоэкологическая оценка антропогенных изменений ландшафтов (на примере юго-востока Беларуси). *Вестник Томского государственного университета,* 4, 202-206.

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASINDA YAY-QIŞ OTLAQLARININ, biçənəklərin səmərəli istifadə olunması və səhralaşmanın qarşısının alınmasına dair Dövlət Proqramı. Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Sərəncamı. 22 may 2004-cü il.

İSMAYILOV, M.C., MƏMMƏDBƏYOV, E.Ş., YUNUSOV, M.İ., AMANOVA, Ş.S. 2012. Acınohur öndağlığının landşaft-ekoloji müxtəlifliyi və onun qorunması. *Qloballaşma və Coğrafiya*. Bakı, 289-295.

MƏMMƏDOV, Q.Ş., XƏLILOV, M.Y. 2002. Azərbaycanın meşələri. Elm. Bakı.

ÖRÜŞ, OTLAQ VƏ BİÇƏNƏK sahələrinin istifadəyə və icarəyə verilməsi, habelə istifadə edilməsi. Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin 2000-ci il 15 mart tarixli, 42 nömrəli qərarı.

http://library.adau.edu.az/upload/book/497_Movzu_15.docx

Рецензент: член-корреспондент НАН Азербайджана Э.К.Ализаде

© A.T.Ağayev, A.İ.İsmayılov, T.İ.Süleymanov, 2016

MƏSAFƏDƏN ZONDLAMA MƏLUMATLARI VƏ COĞRAFİ İNFORMASİYA TEXNOLOGİYALARI ƏSASINDA DAŞQIN ƏRAZİSİNİN 3D (TIN) MODELLƏŞDİRİLMƏSİ

A.T.Ağayev[1], A.İ.İsmayılov[2], T.İ.Süleymanov[3]

1 –*Milli Aviasiya Akademiyası,*
1045, Bakı, Mərdəkan pr.30,
amil_agayev@mail.ru

2 – *AMEA Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu,*
1073, Bakı, M. Rahim küç., 5,
amin_ismayilov@mail.ru

3 – *Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyi,*
1115, Bakı, S. Axundov küç., 1,
sul.tofik@yahoo.com

Məqalədə 2010-cu ildə Kür çayında baş vermiş daşqın hadisəsi zamanı bəndlərin dağılma səbəbləri araşdırılmış və tədqiqat ərazisi olan Sabirabad rayonunun Mürsəlli kəndi nümunəsində TIN modeli qurulmuşdur. Hündürlük göstəriciləri əsasında seçilmiş profillər üzrə fərqlərin hesablanması metodikası işlənilmiş və daşqın sularının çayın sağ sahili boyunca bəzi yerlərdə qoruyucu bəndi yararaq relyefin nisbətən aşağı hissələrinə yayılma prosesi tədqiq edilmişdir. Tədqiqat zamanı Landsat 5 TM multispektral təsvirlərdən və ərazinin x, y, z koordinatlarından istifadə edilmişdir.

Giriş. Müasir dövrümüzdə məsafədən zondlama (MZ) məlumatları ilə CİS texnologiyalarının inteqrasiyası əsasında dünya praktikasında TIN modellərinin qurulması və analizi sahəsində bir sıra tədqiqatlar aparılmış, müxtəlif yanaşmalarla hidroloji cəhətdən təhlükəli vəziyyətin inkişafina təsir edən təbii və antropogen faktorların təhlilinə geniş yer verilmişdir (Marc and Rodrigo, 2011; Suriya et al., 2009; Suriya et al., 2011). Həmin tədqiqatlarda əsasən müxtəlif zamanlı peyk məlumatlarından, çöl ölçmə göstəricilərindən, arxiv materiallarından istifadə edilmişdir ki, bu da daşqın hadisələrinin dinamikasının qiymətləndirilməsinə və daşqın riskli ərazilərin müəyyənləşdirilməsinə imkan vermişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, çay daşqını hüdudlarının müəyyən edilməsi ilə yanaşı, suqoruyucu bəndlərin dağılmasının səbəblərinin araşdırılması da aktual məsələlərdən hesab olunur. Belə ki, daşqınlardan mühafizə olunmaq üçün çayboyu salınmış suqoruyucu bəndlər bu və ya digər səbəblərdən təsirlərə məruz qalır. Yerli tədqiqatçılar tərəfindən bəzi araşdırmalar aparılmış və əhalinin gözlənilən daşqın və subasma təhlükəsindən müdafiə olunması üçün yerlərdə torpaq və digər əsaslı suqoruyucu bəndlərə onların münasibətinin birmənalı olmadığı təsdiqlənmişdir. Əhalinin bu ərazilərdə intensiv və pərakəndə şəkildə məskunlaşması nəticəsində bəndlərin çox hissəsi yaşayış məntəqələrinin içərisində qalmış, çayla torpaq bəndlər arasındakı istifadə üçün qadağan olunmuş ərazilərdən istifadə edilməsi bəndlərin daşqınqoruyucu imkanını azaltmış, ona xidmət işi çətinləşmiş və bəzi kəndlərin ərazilərində bəndlər dağıdılaraq yeni suvarma arxları çəkilmişdir. Hal-hazırda isə ayrı-ayrı ərazilərdə bəndlərdən avtomobil yolu kimi istifadə edilir. Belə münasibət bəndlərin davamlılığını zəiflədir və hər an daşqınolma ehtimalını artırır (Məhərrəmova, 2008).

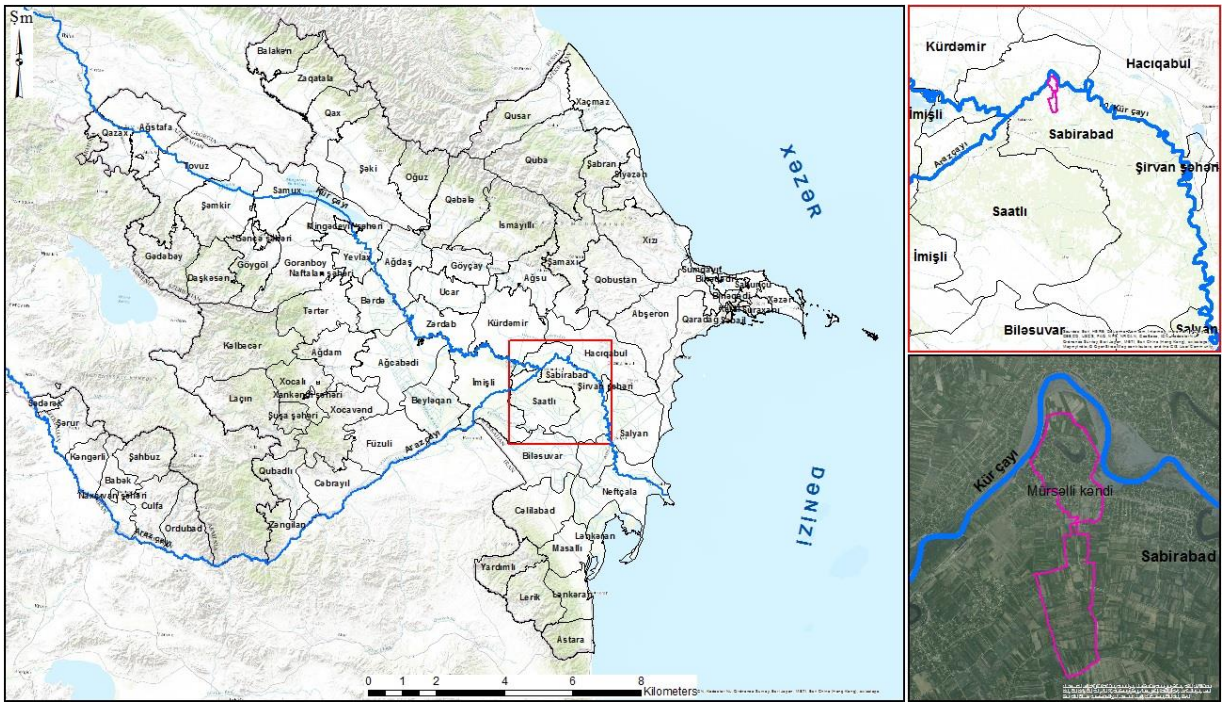
Çay daşqınlarının gözlənilə bilən fəsadlarının qiymətləndirilməsi, suqoruyucu bəndlərin sağ və sol sahilboyu fərqlərinin daha dolğun və dəqiq müəyyən olunması üçün müasir Coğrafi İnformasiya Sistemləri imkanlarından istifadə olunması zəruridir. Tədqiqatın məqsədinə uyğun olaraq Triangulated Irregular Network (TIN) modelinin imkanlarından istifadə edilmişdir. TIN modeli x, y, z koordinatları olan və nizamsız məsafədə yerləşən nöqtələrin əsasında səthin təqdimatıdır ki, bu da daşqın sularının ərazidə yayılmasını modelləşdirmək baxımından çox əhəmiyyətlidir. Üst-üstə düşməməklə əlaqəli üçbucaqlar, məlumatların nöqtələri təpə nöqtələri olan bütün göstəricilər arasında çəkilir. TIN paylanmış hidroloji model üçün su hövzəsinin topoqrafiyası çərçivəsində axın şəbəkəsini və hövzə sərhədini dəqiqliklə təsvir etməyə imkan verir (Enrique et al., 2004)

Tədqiqat obyekti. Tədqiqat ərazisi olaraq 2010-cu ildə daşqın zamanı ərazisinin çox hissəsi su altında qalmış Sabirabad rayonunun Mürsəlli kəndi götürülmüşdür (1-ci şəkil). Məlum olduğu kimi, həmin vaxt Azərbaycanın bir sıra rayonlarının ərazisi daşqına məruz qalmış və Sabirabad rayonu, demək olar ki, daşqın prosesinin mərkəzi olmuşdur. Daşqın zamanı Kür çayının sağ sahili boyu uzanan qoruyucu bənd Mürsəlli kəndi yaxınlığında bir neçə yerdən dağılmış və nəticədə kəndin çox hissəsi subasmaya məruz qalmışdır. Tədqiqatın məqsədi MZ məlumatları və CİS texnologiyalarından istifadə etməklə daşqın zamanı bəndlərin dağıldığı yerlərin TIN modelini qurmaq və subasmanın istiqamətini müəyyən etməkdir.

Sabirabad rayonu şimaldan Hacıqabul rayonu, şərqdən və cənubdan Salyan və Biləsuvar rayonları, qərbdən Saatlı rayonu, şimal-qərbdən isə Kürdəmir və İmişli rayonları ilə həmsərhəddir. Rayonun ümumi sahəsi 146940 ha-dır. Rayonun əhalisi kənd təsərrüfatı məhsulları: meyvəçilik, narçılıq, tərəvəzçilik, taxılçılıq, heyvandarlıqla məşğul olur. Rayonda kənd təsərrüfatı məhsullarının emalı, tikinti materialları istehsalı da mövcuddur. Rayon ərazisində yayılmış torpaqlar dövlətə məxsus olmaqla yanaşı, bələdiyyə və xüsusi mülkiyyətə verilmişdir. Rayonun relyefi əsasən düzənliklərdən ibarətdir. Düzənliyin ümumi mailliyi cənub-şərq istiqamətində olub, çox zəif hiss olunur. Müasir relyefin formalaşmasında Kür və Araz çaylarının təsiri aydın nəzərə çarpır. Belə ki, rayonun ərazisində Kür və Araz çayları qovuşur. Rayonun iqlimi yayı quraq keçən mülayim isti, yarımsəhra və quru bozqır iqlim tipinə aiddir. Bu iqlim tipi çox az və zəif nəmliyi, qışının mülayim və yayının quru-isti keçməsi ilə səciyyələnir. Bu ərazi üçün ən soyuq aylar yanvar, fevral və ən isti aylar isə iyul və avqustdur. Ərazinin yayı quru və isti keçir ki, bu da öz növbəsində bitki örtüyünə və torpaqəmələgəlmə prosesinə mənfi təsir göstərir. Ərazidə havanın illik temperaturu 18,0÷26,5 dərəcə arasında dəyişir. Rayon ərazisində hallofit, kserofit, efemer və hidrofil bitkilər geniş yayılmışdır.

Materiallar və metodlar. Tədqiqat zamanı U.S. Geological Survey (USGS) (EarthExplorer, 2009/2010) təşkilatının internet ehtiyatlarından və tədqiqatın məqsədinə uyğun olaraq, açıq mənbələrdən – Landsat 5 TM peykindən alınmış multispektral təsvirlərdən istifadə edilmişdir (cədvəl, 2-ci şəkil).

Seçilmiş ərazinin TIN modelini qurmaq üçün isə x, y coğrafi kordinatları və z hündürlük nöqtələrini təyin etməyə imkan verən GEOMAX Global Position Systems (GPS)-dən istifadə edilmişdir. Alət vasitəsilə tədqiqat ərazisini əhatə edən 1183 nöqtənin koordinatları və hündürlüyü götürülmüşdür (3-cü şəkil).

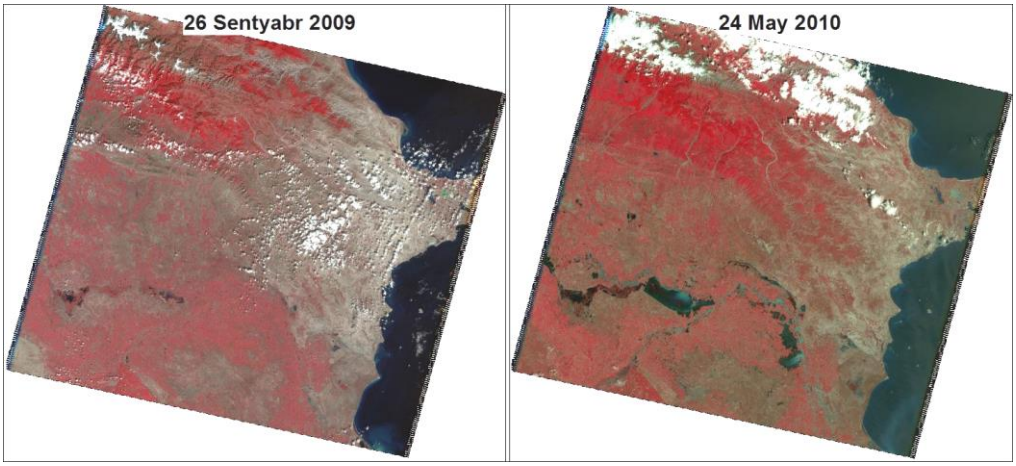


1-ci şəkil. Tədqiqat ərazisi, Sabirabad rayonunun Mürsəlli kəndi

Cədvəl

Əldə olunmuş peyk təsvirlərinin parametrləri

Məlumat yığımının atributu	**Atribut qiyməti**	
	Təsvir 1	**Təsvir 2**
Peykin adı	LANDSAT 5 TM	
Ümumdünya İstinad Sistemi (ÜİS) Sütun	167	
ÜİS Sətir	032	
Məlumat əldə olunmuşdur	26/09/2009	24/05/2010
Keyfiyyət bandı 1-7	9	
Mübadilə formatı	GEOTIFF	
Şəbəkə torunun əksetdirici ölçüsü	30	
Şəbəkə torunun termik ölçüsü	30	



2-ci şəkil. Landsat 5 TM peykindən müxtəlif tarixlərdə alınmış multispektral təsvirlər



	X	Y	Z
▸	292349.294568048	4442726.38330634	-9.913
	295245.234971933	4440177.02943712	-9.873
	292502.860091782	4441050.07931795	-9.853
	289258.752204714	4438027.39019732	-9.801
	295640.50908016	4442104.9558717	-9.786
	296043.863860019	4441010.64166555	-9.73
	292330.048322402	4438003.86321026	-9.629
	296385.544673303	4438977.80699334	-9.348
	293128.028885895	4439708.10330737	-9.062
	296197.286987072	4441405.72341054	-8.681
	295697.284493844	4440822.20680599	-8.33
	294863.827457353	4439549.47842482	-8.15
	289485.396031821	4438219.88427291	-7.11
	291926.543863132	4438797.99708118	28.134
	290878.22092161	4435010.7607587	-23.65
	295303.120382265	4432990.39598057	-18.126
	293529.588675325	4432920.06777206	-17.815
	295623.302025898	4432989.61423824	-17.668
	290303.223363485	4437842.06225608	-17.549
	289957.750736354	4437093.19197466	-17.495
	290756.479481448	4434664.62623043	-17.486
	294471.94427608	4433268.56585128	-17.476
	296147.64464318	4433702.41836853	-17.458
	291309.504179614	4432664.64774568	-17.457
	289178.771153361	4433577.01588758	-17.445
	294996.63787944	4433100.78793916	-17.432
	294303.70954372	4433324.26753232	-17.428
	295883.404372267	4432690.66261516	-17.424
	293532.848538475	4432719.82552001	-17.397
	292801.844786119	4432704.428131	-17.392
	296284.772440757	4433317.55228562	-17.37
	295633.862783105	4432709.07672822	-17.346
	289328.030638249	4433551.97242941	-17.269

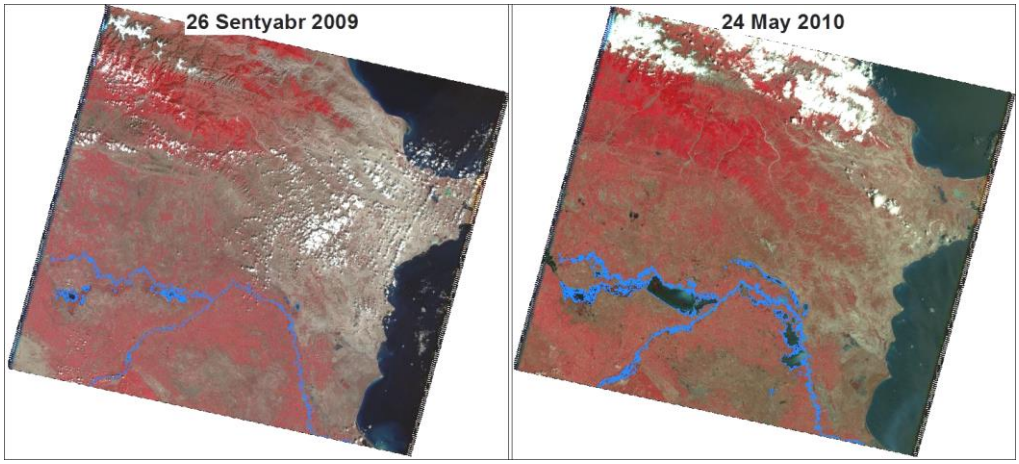
3-cü şəkil. GEOMAX GPS-i vasitəsilə ərazinin x, y və z koordinatlarının müəyyənləşdirilməsi

Emal prosedurlarına cəlb edilən Landsat 5 TM mültispektral peyk təsvirləri daşqın hadisəsini qiymətləndirməyə imkan versə də, hadisədən əvvəlki dövrlərdə əraziyə düşən su hövzələrinin normal çoxillik vəziyyəti ilə müqayisələrin aparılması zərurəti yaranmışdır. Bu səbəbdən də 2009-cu ilin sentyabrındakı vəziyyəti əksetdirən eyniadlı kosmik təsvirdən istifadə edilmiş, bununla da ərazinin su obyektlərini və çay yatağının təbii durumunu müqayisə etmək mümkün olmuşdur.

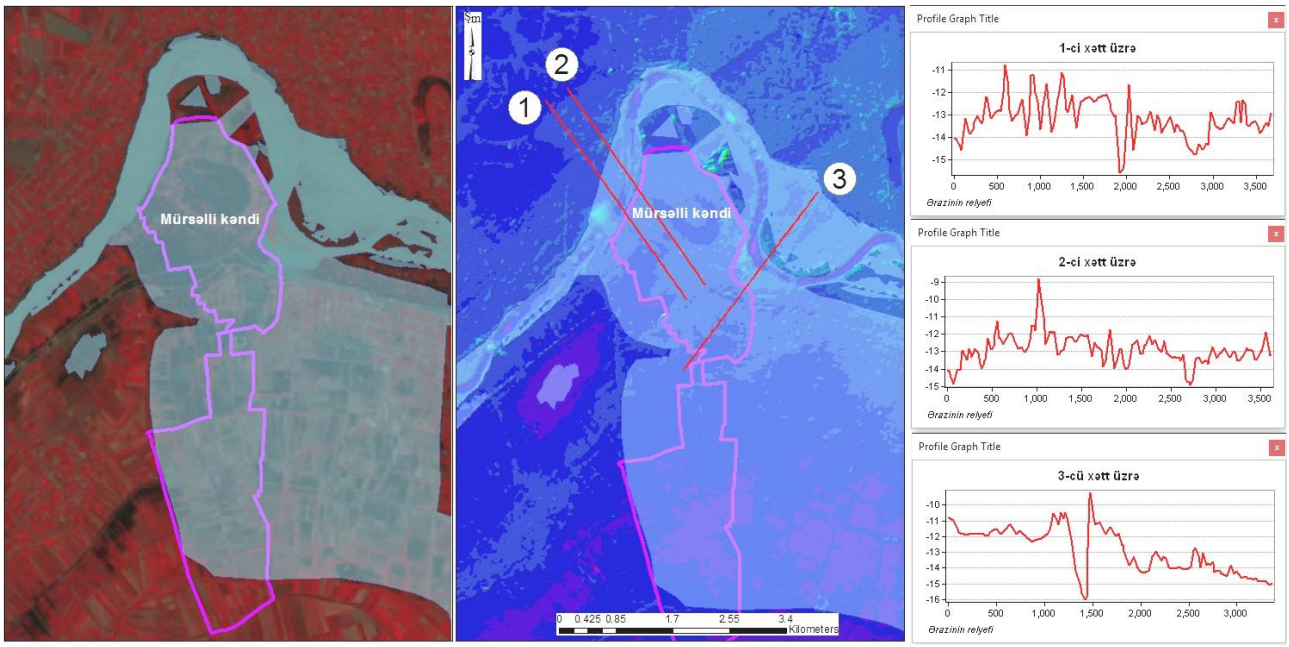
İlk növbədə ArcGIS proqram təminatının imkanları çərçivəsində hər bir təsvir üzrə su obyektləri əsas götürülməklə vektorlaşdırma əməliyyatları yerinə yetirilmişdir. Sonra isə seçilmiş ərazinin hündürlük göstəricilərindən istifadə edərək ArcGIS proqram təminatının "Create TIN" modulu əsasında Triangular Irregular Networks (TIN) şəbəkəsi yaradılmışdır

Müzakirə. Əldə etdiyimiz kosmik təsvirlərdən və ArcGIS proqram təminatının müxtəlif alətlərindən istifadə edərək daşqın ərazisi vektorlaşdırılmış və su altında qalmış ərazilər müəyyən edilmişdir (4-ci şəkil).

Müəyyən olunmuş daşqın hüdudu daxilində GEOMAX GPS-in hündürlük göstəricilərindən istifadə edilərək TIN modeli qurulmuş, model üzərində 3 test xətti seçilmiş və həmin xətt üzrə çay yatağı və çay sahilinin profilləri çəkilmişdir (5-ci şəkil).



4-ci şəkil. Kosmik təsvirlərdən alınan nəticələr



5-ci şəkil. Kosmik təsvir üzərində subasma və daşqın zamanı bəndin dağıldığı ərazinin 3 D təqdimatı, seçilmiş 3 test xətti üzrə işlənilmiş profillər

Yaradılmış TIN əsasında ərazinin relyefi aşkar təsvir olunmuş, seçilmiş üç profil əsasında çay hövzəsinin sağ və sol hissələrindəki hündürlük fərqinin əsasən 1 metr, bəzi hallarda isə 1 metrdən çox olduğu müəyyən olunmuşdur. Bununla da bəndin dağılması zamanı suyun axın istiqaməti haqqında aydın təsəvvür yaratmaq mümkün olmuşdur. Hündürlük fərqi çox olan nöqtələr suqoruyucu bəndə yaxın olan ərazilərdə aşkar edilmiş, bununla da çayın daşması nəticəsində bəndin məhz həmin yerdən dağılması faktı öz təsdiqini tapmışdır

Nəticə. Məqalədə çay daşqınının əhatə dairəsini daha dəqiq müəyyən etmək üçün Landsat 5 TM peykinin mültispektral təsvirlərindən və CİS texnologiyalarından istifadə imkanları araşdırılmışdır. Tədqiqat prosesində ArcGIS proqram təminatının müvafiq modul və alətlərindən istifadənin üstünlükləri şərh olunmuşdur.

Seçilmiş tədqiqat ərazisi (Sabirabad rayonunun Mürsəlli kəndi) timsalında təcrübə profilləri üzrə relyefin yüksəklik fərqlərinin hesablanması metodikası işlənilmiş və subasmanın çayın sağ sahili boyunca baş verdiyi areallar müəyyən edilmişdir. Tədqiqatın nəticələri ərazilərin daşqınlara məruzqalma təhlükəsinin proqnozlaşdırılması və mühafizə tədbirlərinin həyata keçirilməsi üçün praktiki əhəmiyyətə malikdir.

ƏDƏBİYYAT

MƏHƏRRƏMOVA, X.C. 2008. Azərbaycan ərazisində baş verən dağıdıcı hidrometeoroloji hadisələr. Elm. Bakı.

EARTHEXPLORER. 2009/2010. http://earthexplorer.usgs.gov

ENRIQUE, R.V., VALERI, Y.I., RAFAEL, L.B., DARA, E. 2004. Generation of triangulated irregular networks based on hydrological similarity. *Journal of Hydrologic Engineering*. 4, 288-302.

MARC, V.K., RODRIGO, I.S. 2011. Embedding rivers in triangulated irregular networks with linear programming. *International Journal of Geographical Information Science*. 25(4), 615-631.

SURIYA, S., GOPINATH, G., MUDGAL, B.V., KARUNAKARAN, K. 2009. Reconstruction of volume and spread of flood water in velachery area through field investigation. *Malaysian Journal of Civil Engineering*. 21(2), 241-246.

SURIYA, S., MUDGAL, B.V., PRAKASH, N. 2011. Flood damage assessment of an urban area in Chennai, India, part I: methodology. *Natural Hazards*. 52(1), 1-10.

Məqaləyə t.e.d. M.H.Qocamanov rəy vermişdir.

НАУКОВЕДЕНИЕ

© T.X.Süleymanov, 2016

AMEA GEOLOGİYA VƏ GEOFİZİKA İNSTİTUTU ALİMLƏRİNİN ELMMETRİK GÖSTƏRİCİLƏRİ TƏHLİLİNİN NƏTİCƏLƏRİ

T.X.Süleymanov

AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu,
AZ1143,H.Cavid pr.,119

Məqalədə AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunda Yer elmləri sahəsində aparılan elmi tədqiqat işlərinin Google Scholar və Scopus bazaları əsasında aparılmış elmmetrik təhlilinin nəticələri verilmişdir. Aparılmış təhlilin nəticəsi olaraq institut alimlərinin cari elmmetrik göstəricilərini aydınlaşdırmaqla yanaşı, gələcək tədqiqatlarının başlıca prioritet istiqamətlərinin müəyyən edilməsinə imkan verən informasiyalar əldə edilərək sistemləşdirilmişdir. İnstitut alimlərinin öz elmi tədqiqat nəticələrini dünya məkanına çıxararkən əldə edilmiş bu sistemləşmiş informasiyalardan faydalanmalarının zəruriliyi qeyd olunur. Tədqiqatçıların bu zaman, ilk növbədə, öz tədqiqat işlərinin nəticələrinin ingilisdilli xarici jurnallarda, o cümlədən xarici ölkə alimləri ilə həmmüəlifliklə nəşrinə çalışmalı olduqları xüsusilə vurğulanır.

Elmin dünya üzrə inkişaf səviyyəsi, ilk növbədə, müxtəlif sahələrdə çalışan ayrı-ayrı tədqiqatçıların elmi fəaliyyət nəticələrinin dünya elminin əldə etdiyi müvafiq nəticələrlə nə dərəcədə uyğunluq təşkil etməsi ilə müəyyən edilir. Bu baxımdan respublikamızda aparılan elmi tədqiqat işlərinin dünya üzrə aparılan müvafiq tədqiqatlarla uyğunluq dərəcəsinin araşdırılması vacib əhəmiyyət kəsb edir.

Müasir dövrdə bütün dünyada tədqiqatçıların və elmi kollektivlərin səmərəli fəaliyyətinin əsas göstəricilərindən biri istinad indeksi hesab edilir. İstinad indeksi tədqiqatçıların konkret istinad bazasında elmi işlərinə edilən istinadların ümumi sayının həmin işlərin sayına olan nisbəti kimi müəyyənləşdirilir və baza üzrə nəşrlərinin səmərəlilik göstəricisi kimi qəbul olunur. Belə ki, nəşrlərin elmi istinad indeksi ayrı-ayrı tədqiqatçıların əməyinin məhsuldarlığının, eləcə də ayrı-ayrı elmi müəssisə və kollektivlərin elmi fəaiyyətinin səviyyəsini xarakterizə edən göstəricilərdən yalnız biri olmasına baxmayaraq, onun köməyilə bilavasitə elmi məqalələrdə verilən elmi nəticələrin ayrı-ayrı elm sahələri üzrə müasir elmi tədqiqat səviyyələrinə nə dərəcədə cavab verib-vermədiyini müəyyən etmək mümkündür (Маркусова, 2003; Дадашев, Жидков, 2006; Süleymanov, 2013).

Bu məqsədlə ayrı-ayrı elmi tədqiqatçıların elmi fəaliyyətlərinin elmmetrik təhlili, daha çox, ABŞ-ın Elmi İnformasiya İnstitutu (ISI - İnstitut for Scientific İnformation) tərəfindən nəşr edilən SCI (Science Citation Index) və JCR (Jurnal Citation Reports) statistik məlumatları əsasında, eləcə də Scopus və Google Scholar elmmetrik göstərici bazaları əsasında həyata keçirilir. Bu bazalarda, əsas etibarilə, dünya üzrə elmi tədqiqatçıların müxtəlif ölkələrin nüfuzlu beynəlxalq və milli jurnallarında fundamental elmin bir çox sahələri üzrə çap olunmuş işlərinə dair məlumatlar öz əksini tapır. Bu məlumatlar arasında tədqiqatçının işlərinin bazada təmsil olunma tarixi və həmin məqalələrə edilən istinadların sayı xüsusi yer tutur.

Digər tərəfdən, aydındır ki, elmi tədqiqatçıların elmi fəaliyyətlərinin prioritet istiqamətlərinin müəyyənləşdirilməsi elmi-tədqiqatların idarə edilməsi baxımından vacib əhəmiyyət kəsb edir. Bu istiqamətlərin müəyyənləşdirilməsi ümumilikdə elmi müəssisənin elmi fəaliyyətinin stimullaşdırılması baxımından mühüm önəm daşıyır.

Qeyd etmək lazımdır ki, ayrı-ayrı bazalar üzrə elmi kollektivlərin tədqiqatçılarının elmmetrik göstəricilərinin kompleks təhlili sayəsində bazada təmsil olunan işləri ayrı-ayrı illərdə edilmiş istinadlara əsaslanmaqla gələcək elmi tədqiqatların prioritet istiqamətləri müəyyən edilə bilər.

AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunda Elmimetrik təhlil və intellektual mülkiyyətin mühafizəsi şöbəsində bu yönümdə müvafiq elmi tədqiqat işi yerinə yetirilmiş və seksiyalarda fəaliyyət göstərən AMEA-nın həqiqi və müxbir üzvlərinin və elmlər doktorlarının elmmetrik göstəriciləri topla-

naraq təhlil edilmişdir. Məqalədə aparılan tədqiqatın nəticələri verilir.

İşdə institutda çalışan AMEA-nın həqiqi və müxbir üzvlərinin və elmlər doktorlarının Google Scholar və Scopus bazaları üzrə elmmetrik göstəriciləri ilə yanaşı, elmi tədqiqatlarının prioritet istiqamətlərini müəyyənləşdirməyə imkan verən sistemləşdirilmiş (fərdi və ümumiləşdirilmiş) informasiyalar əldə edilmişdir.

Elmmetrik göstəricilər olaraq, əsas etibarilə, bu məlumatlar toplanılmış və təhlil olunmuşdur:

– bazaya daxil olan işlər;
– istinad olunan işlər;
– istinadların sayı.

Bu məlumatlardan istifadə edərək hər bir alimin hər bir baza üzrə istinad indeksləri hesablanmışdır. 1 və 2-ci cədvəllərdə institutda çalışan AMEA-nın həqiqi və müxbir üzvlərinin və elmlər doktorlarının Google Scholar və Scopus bazaları üzrə elmmetrik göstəriciləri (seksiyalar üzrə) verilmişdir.

Bu cədvəllərdən görünür ki, digər seksiyalara nəzərən ən yüksək istinad indeksləri Neft-qaz geologiyası və geokimyası, Petrologiya və mineralogiya və Yerin fizikası seksiyalarının payına düşməklə, müvafiq olaraq Google Scholar bazası üzrə 15,8, 17,8 və 15,7, Scopus bazası üzrə 21,4, 57,8 və 29,8 təşkil edir. Cədvəldə verilmiş seksiyalarda fəaliyyət göstərən aparıcı alimlərin rolu xüsusi qeyd olunmalıdır.

Ümumilikdə, institut üzrə Scopus bazası üzrə istinad göstəriciləri Google Scholar bazasına nisbətən daha çoxdur.

Ümumiləşdirilmiş və fərdi cədvəl məlumatlarının təhlili göstərir ki, ən çox istinad sayları əldə etmiş işlərin böyük hissəsi ingilisdilli jurnallarda çap olunmuş işlərin payına düşür. Bu işlərin də, demək olar ki, hamısı birgə tədqiqatlara əsaslanmaqla xarici ölkə alimlərinin həmmüəllifliyi ilə dərc edilmiş işlərdir. Bu hal bütün seksiyalarda özünü göstərir.

Hər iki baza üzrə alimlərin tədqiqatlarının prioritet istiqamətlərini müəyyən etmək üçün tədqiqat işlərinin istinad saylarının azalması sırası ilə düzülüşü aparılıb.

Toplanmış ilkin məlumatların emalı əsasında hazırlanmış yekun informasiyalar təkcə seksiyaların öz alimləri üçün deyil, digər seksiyaların alimləri üçün də xüsusi maraq kəsb edə bilər. Belə ki, alimlər apardıqları tədqiqat işlərinin yüksək istinad əldə etmələri üçün öz tədqiqatlarının istiqamətlərini yüksək istinad əldə edən məqalələrin mövsuzunda hazırlamaqla və müvafiq jurnallarda nəşr etdirməklə dünya məkanında yüksək ehtiyac olunan səviyyəyə gətirə bilərlər. Bu da institutda aparılan tədqiqat işlərinin müasir səviyyəyə çatdırılmasını təmin etməklə, elmi işlərin nəticələrinin dünya arenasında daha geniş miqyasda təmsil olunmasına gətirib çıxarar.

1-ci cədvəl

Seksiyalar üzrə Google Scholar bazasında alimlərin elmmetrik göstəriciləri

Seksiya	Daxil olan işlərin sayı	İstinad olunan işlərin sayı	İstinadların sayı	Istinad indeksi
Neft-qaz geologiyası və geokimyası	271	147	2320	15,8
Neft və qaz yataqlarının işlənilməsi	239	94	280	2.9
Petrologiya və mineralogiya	50	24	428	17,8
Yerin fizikası	168	61	955	15,7
Regional geologiya	113	63	385	6,1
Ümumi:	841	389	4368	11,2

2-ci cədvəl

Seksiyalar üzrə Scopus bazasında alimlərin elmmetrik göstəriciləri

Seksiya	Daxil olan işlərin sayı	İstinad olunan işlərin sayı	İstinadların sayı	Istinad indeksi
Neft-qaz geologiyası və geokimyası	104	59	1261	21,4
Neft və qaz yataqlarının işlənilməsi	65	19	47	2,5
Petrologiya və mineralogiya	13	5	289	57,8
Yerin fizikası	46	20	596	29,8
Regional geologiya	25	13	150	11,5
Ümumi:	253	116	2343	20,2

Beləliklə, nəticə olaraq qeyd etmək olar ki, Yer elmləri sahəsində AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunda çalışan AMEA-nın həqiqi və müxbir üzvlərinin və elmlər doktorlarının Scopus və Google Scholar bazalarında elmmetrik göstəricilərinin seksiyalar üzrə paylanmaları müəyyən edilmiş, ən çox istinad edilən işlərə görə həmin alimlərin tədqiqatlarının prioritet istiqamətlərini aşkarlamağa imkan verən informasiyalar əldə olunaraq sistemləşdirilmişdir.

Tövsiyə olaraq qeyd edə bilərik ki:

– Tədqiqatçılarımız öz işlərinin əsas etibarilə ingilisdilli xarici jurnallarda nəşrinə çalışmalıdırlar.

– Bu zaman alimlərimiz institutda xarici ölkə alimləri ilə birgə aparılmış tədqiqatlarına əsaslanmaqla xarici ölkə tədqiqatçıları ilə həmmüəlliflikli məqalə çapına üstünlük verilə bilər.

– Elmi tədqiqatlarının nəticələrini dünya məkanına çıxararkən alimlərimizin öz fəaliyyətlərində prioritet istiqamətləri nəzərə almaları üçün bu tədqiqat işinin nəticəsində əldə edilmiş sistemləşmiş informasiyalardan faydalanmaları məqsədəuyğun olardı.

ƏDƏBİYYAT

ДАДАШЕВ, А.М., ЖИДКОВ, Е.С. 2006. Количественные показатели в проблеме оценки эффективности научной деятельности. *Изв. НАНА. Науки о Земле.* 4, 95-102.

МАРКУСОВА, В.А. 2003. Цитируемость российских публикаций в мировой научной литературе. *Вестник Российской Академии Наук.* 73, 4, 291-298.

SÜLEYMANOV, T.X. 2013. Azərbaycan elmi istinad indeksi bazasının formalaşdırılmasının bəzi məsələləri. *AMEA-nın Xəbərləri. Yer haqqında elmlər.* 3, 101-104.

Məqaləyə t.e.d. R.M.Alıquliyev rəy vermişdir.