**ANAS Transactions** **Earth Sciences** **1 / 2018**

*Geology and geophysics*

http://www.journalesgia.com

# ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД АРТАПИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАЛОГО КАВКАЗА

**А.З.Ахмедов**

*НИИ минерального сырья национальной геологоразведочной службы МЭПР Азербайджана*

*AZ1117, г.Баку, ул. Натаван, 16: alikahmedov@mail.ru*

**MATERIAL COMPOSITION AND TECHNOLOGICAL PECULIARITIES OF COPPER-ZINC ORES OF ARTAPA DEPOSITIN IN LESSER CAUCASUS**

**A.Z.Ahmadov**

*Research Institute of Mineral Commodities of National Geological Survey*

*Natavan Str. 16, Baku, Azerbaijan, AZ1117: alikahmedov@mail.ru*

***Keywords:*** *Lesser Caucasus, pyrites, copper-zinc, material composition, refining technology, enrichment, flotation*

***Summary.*** The material composition and technological features of the pyrite copper-zinc mineral commodities discovered in 1910 by the German company "Br. Siemens" were first-ever assessed in detail. The investigations were carried out based on the two technological lab samples of ores and their mixture (with ratio 1:1) taken from the tunnel No. 2. One of the samples characterizes the site enriched with ore minerals (Zn, Cu, Fe), and the other one characterizes the poor ore-bearing rocks located nearby. Gold- and silver-bearing natures of ores from both sites were revealed. Forms of the main ore minerals' presence, degree of their oxidation and the size of the precipitation are determined. Taking into account the material composition and the revealed technological features, a flotation enrichment scheme was developed and experimentally carried out with an aim to process the tested mineral commodities, which provides sufficiently high recovery indices of the conditioned zinc concentrate with industrially significant contents of gold, silver and cadmium.

© 2019 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

Как известно, азербайджанская часть Малого Кавказа характеризуется наличием многочисленных месторождений и рудопроявлений цветных и благородных металлов. По названному минеральному сырью наиболее перспективным в данном регионе считается Гядабейский рудный район. Здесь еще с середины XIX века германской концессией «Бр. Сименс» производилась промышленная эксплуатация и отработка одноименного колчеданного медного золотосодержащего месторождения.

Отметим, что эксплуатация Гядабейского месторождения в те годы осуществлялась малопроизводительным, экономически хищническим и экологически далеко небезвредным способом, основанным на непосредственном металлургическом переделе руды. Так, в начальный период отрабатывались руды с содержанием меди 8-10%, затем бортовое содержание по указанному металлу было снижено до 4,5%, а к концу эксплуатации (1912- 1917 г.г.) – до 2,5% (Мамедов и др., 2005). В результате на месторождении, особенно на верхних его горизонтах, остались достаточно значимые запасы золотосодержащих медных руд, которые в настоящее время успешно отрабатываются фирмой "AIMG R.V. Investment".

Рассматриваемое в настоящей статье Артапинское (Ново-Гореловское) медно-цинковое месторождение расположено в северо-восточной части Гядабейского рудного поля, в 1 км к северу от пос. Артапа (Ново-Гореловка). Данный рудоносный участок был выявлен в 1910 г. фирмой «Бр. Сименс» в результате проходки двух штолен. Одна из них (шт. №2) подсекла крутопадающее рудное тело в форме штока с богатым колчеданным медно-цинковым оруденением. На некоторых участках этого рудного тела содержание

меди достигало 5%, а цинка – 15% (Murtuzayev, 2016). Отметим, что в тот период времени выявленное рудное тело было оконтурено не полностью.

В 2013-2015 годах на данном рудоносном участке Малокавказской геолого-поисковой экспедицией Национальной геологоразведочной службы была проведена геолого-поисковая стадия работ на комплекс ценных компонентов, а также металлы платиновой группы с прогнозной их оценкой по категории $P_1$ (Murtuzayev, 2016). В рамках этой работы была восстановлена упомянутая выше штольня №2.

Исследования, представленные в настоящей работе, были выполнены на материале двух лабораторных технологических проб руд (общим весом 210 кг), отобранных из прямого ствола шт. №2. Одна из них характеризовала обогащенный цинком (8,5%) и медью (0,9%) участок штольни, а вторая – рудоносные породы (в %: Zn – 0,15, Cu – 0,03, Fe – 2,0, S – 0,25), расположенные на стыке с обогащенным рудным участком. В обеих пробах установлены 0,8 и 0,25 г/т золота и 39,5 и 3,0 г/т серебра, свидетельствующие об их золото- и сереброносности.

С целью определения возможности увеличения запасов месторождения, нижеописываемые детальные химико-технологические исследования минерального сырья месторождения были выполнены на смеси указанных проб руд, составленной в соотношении 1:1. Минералогическое же изучение было осуществлено раздельно на материалах обеих проб. Отметим, что для данного месторождения рассматриваемые ниже детальные исследования никем ранее не проводились.

### *Вещественный состав руды*

*Химический состав* материала смесевой технологической пробы руды был установлен по результатам полного химического (в том числе силикатного), комбинированного пробирно-атомно-абсорбционного (на Au, Ag, Pt, Pd), а также количественного атомно-эмиссионного с индуктивно связанной плазмой (ICAP) анализов. Последние два вида анализа выполнены в институте ЦНИГРИ, г. Москва.

Результаты указанных исследований (табл. 1) свидетельствуют, что основными промышленно значимыми ценными компонентами исследуемой пробы руды являются цинк и медь. Для попутного извлечения весьма важное значение могут иметь Au, Ag и Cd. Содержание же платиноидов и других металлов очень низкое, что не позволяет рассматривать их как промышленно значимые.

***Таблица 1***

Химический состав исследуемой технологической пробы руды

| № п/п | Элементы | Содержание: %, г/т | № п/п | Соединения | Содержание: % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Zn | 4,35 | 1 | $SiO_2$ | 48,55 |
| 2 | Cu | 0,54 | 2 | $Al_2O_3$ | 10,64 |
| 3 | Au, г/т* | 0,53 | 3 | $Fe_2O_3$, в т. числе Fe валов. | 9,90<br>6,93 |
| 4 | Ag, г/т * | 20,0 | | | |
| 5 | Pt, г/т * | 0,0023 | 4 | $SO_3$, в т. числе S общ. | 12,75<br>5,10 |
| 6 | Pd, г/т * | 0,0024 | | | |
| 7 | Cd | 0,014 | 5 | CaO | 2,89 |
| 8 | Pb | 0,035 | 6 | MgO | 1,86 |
| 9 | As** | 0,0012 | 7 | $Na_2O$ | 2,52 |
| 10 | Sb** | 0,0005 | 8 | $K_2O$ | 1,21 |
| 11 | Co** | 0,0012 | 9 | $TiO_2$ | 0,57 |
| 12 | Te** | <0,0001 | 10 | MnO | 0,22 |
| 13 | Se** | <0,0005 | 11 | $P_2O_5$ | 0,10 |
| 14 | İn** | 0,00012 | 12 | П.П.П. | 3,10 |
| 15 | Ni** | 0,00173 | | Итого | 94,31 |
| 16 | Mo** | 0,00065 | | | |
| 17 | Ba** | 1,28 | | | |
| | Итого | 6,23 | | | |

**Примечание: * -** комбинированный пробирно-атомно-абсорбционный анализ;
**** -** атомно-эмиссионный с индуктивно связанной плазмой (ICAP) анализ

Положительным фактором вещественного состава рассматриваемой руды является незначительное присутствие в ней вредных примесей – мышьяка (0,0012%) и сурьмы (0,0005%), жестко лимитируемых в получаемых из подобных руд концентратах цветных металлов для последующего металлургического передела.

Оценивая состояние главных рудообразующих элементов (Fe, S) и их соединений, отметим присутствие в исследуемой пробе достаточно значимых содержаний серного ангидрида $SO_3$ (12,75%) и оксида железа $Fe_2O_3$ (9,9%), что дает основание предполагать: наряду с сульфидными минералами меди и цинка в пробе присутствует также относительно большое количество сульфидов железа (пирита и пирротина).

Основным породообразующим соединением является оксид кремния (48,5%). Кроме того, в пробе наблюдаются относительно повышенные содержания оксида алюминия (10,6%), а также оксидов натрия и калия (суммарно 3,7%), что означает присутствие в ней значимых количеств минералов глин. Последние обычно осложняют технологический процесс флотационного извлечения минералов ценных компонентов из подобных руд. Наряду с указанными, в пробе отмечается также некоторое количество карбонатообразующих оксидов кальция (2,9%) и магния (1,9%).

Одними из основных факторов вещественного состава руд цветных металлов, определяющими их технологические свойства, являются минеральная форма нахождения основных рудных минералов и количественные соотношения гипогенных и гипергенных их форм. Для оценки этих особенностей на материале исследуемой пробы был выполнен гидрохимический рациональный (фазовый) анализ на основные рудные минералы[1]. Анализ был осуществлен по методике, рекомендованной Н.А.Филипповой (1963).

Результаты этих исследований (табл.2) свидетельствуют, что медные минералы в испытуемой руде на 67% представлены первичным сульфидом (халькопиритом), а около 24% – вторичными сульфидами (халькозином, ковеллином и борнитом) и незначительно (~9%) – окисленными минералами (азуритом, малахитом, купритом и др.).

Цинковые минералы почти на 63% представлены первичным сульфидом (сфалеритом), а ~27% – высокожелезистым сульфидом (марматитом), что подтверждено рассматриваемыми ниже минералогическими исследованиями. Окислы цинка (каламин, смитсонит) в рассматриваемой пробе руды составляют всего 10,4%.

Рассматривая главные железосодержащие минералы руды, отметим, что основным из них является пирит (~69%). Кроме того, в руде присутствуют также пирротин, оксиды и гидроксиды железа (суммарно 28%). Причем по результатам рассматриваемых ниже минералогических исследований количество оксидов и гидроксидов железа в испытуемой пробе руды незначительно. В этой связи наиболее вероятно, что рассматриваемая форма минералов железа представлена в основном пирротином.

В целом приведенные результаты рационального анализа свидетельствуют, что материал исследуемой пробы характерен для колчеданной Cu-Zn руды. По степени окисленности основных рудных минералов его можно отнести к первичному, тяготеющему к полуокисленному (смешанному) типу руды. Относительно повышенное количество вторичных сульфидов меди, а также некоторое количество окислов и гидроокислов железа в пробе, вероятно, можно объяснить весьма давним сроком вскрытия шт. №2 (1910 г.), откуда был отобран рассматриваемый материал руды.

*Минералогические исследования*[2] были выполнены посредством изучения под микроскопом ряда прозрачных шлифов и аншлифов, изготовленных из каменного материала проб, отобранных как из обогащенного рудного участка, так и из участка рудоносных пород шт. №2.

По результатам исследований *аншлифов*, изготовленных из материала *обогащенного рудного участка*, установлено, что они в различном количестве насыщены рудными сульфидными минералами. При этом по степени насыщения сульфидами можно выделить аншлифы, характеризующие прожилковый (5-10% сульфидов), густо прожилковый (до 30-35%) и менее часто – массивный (50-60%) типы руды. По количественному составу главным рудным минералом является сфалерит, затем следует пирит, далее халькопирит и в меньшем количестве пирротин.

Особо следует отметить, что в руде с прожилковой текстурой установлено наличие чрезвычайно мелких – эмульсионных зерен халькопирита внутри сфалерита (рис.1). Этот природный факт, обусловленный генезисом рассматриваемого месторождения, позволяет, по нашему мнению, предположить возможность наличия на его глубоких горизонтах значительно более крупного рудного тела.

[1] исследования выполнены доктором философии по химическим наукам А.А.Шибаевой

[2] исследования выполнены А.М.Ахмедовым

***Таблица 2***

Показатели рационального (фазового) анализа основных рудных минералов

| Металл | Формы нахождения минералов | Абсолютное содержание металла, % | Распределение минеральных форм, % |
|---|---|---|---|
| Медь | Сульфаты (водорастворимые) | 0 | 0 |
| | Окислы (азурит, малахит, куприт и др.) | 0,049 | 8,9 |
| | Вторичные сульфиды (халькозин, ковеллин, борнит) | 0,131 | 23,7 |
| | Первичный сульфид – халькопирит | 0,371 | 67,4 |
| | Медь в руде по балансу | 0,551 | 100 |
| Цинк | Окислы (каламин, смитсонит) | 0,44 | 10,4 |
| | Первичный сульфид (сфалерит) | 2,66 | 62,7 |
| | Высокожелезистый сульфид (марматит) и алюмосиликаты | 1, 14 | 26,9 |
| | Цинк в руде по балансу | 4,24 | 100 |
| Железо | Пирротин, оксиды, гидроксиды | 1,62 | 28,2 |
| | Пирит и частично халькопирит | 3,95 | 68,6 |
| | Другие железосодержащие | 0,18 | 3,2 |
| | Железо в руде по балансу | 5.75 | 100 |

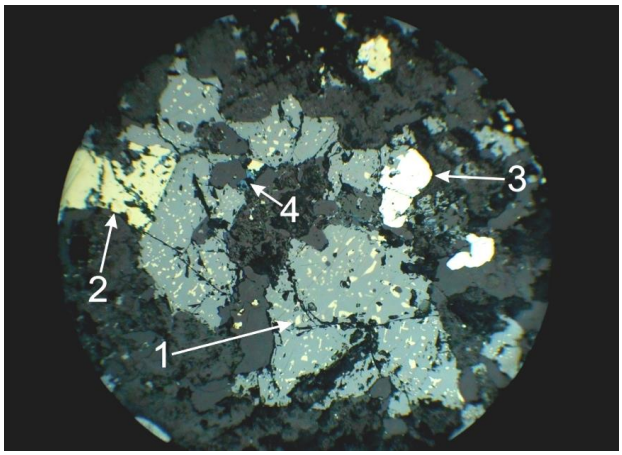



**Рис. 1.** Руда с вкрапленной текстурой: сфалерит с эмульсионной вкрапленностью халькопирита (1); сросток халькопирита и сфалерита (2); сросток пирита и сфалерита (3); редкие зерна ковеллина (4). Аншлиф, увеличение $56,7^{X}$

Необходимо также указать, что присутствие в руде чрезвычайно тесной ассоциации сфалерита с халькопиритом обусловит в технологическом процессе переработки этого минерального сырья определенную трудность селективного отделения халькопирита от сфалерита. Более подробно о данной особенности исследуемой руды будет рассмотрено далее в разделе технологическая характеристика руды.

Наряду с отмеченным, в аншлифах установлен тонко прожилковый халькопирит-пирит-пирротиновый тип руд, в пирите которого при большом увеличении (~$600^{x}$) зафиксировано очень мелкое – точечное зернышко ***самородного золота*** (рис. 2). Данный фактор подтверждает золотоносность рассматриваемого рудного участка.

В аншлифах встречается также незначительно окисленная пиритовая руда (без других сульфидов). Здесь реликтовые зерна пирита частично покрыты или же полностью замещены гетитом.

Просмотр *прозрачных шлифов* показал, что исследуемый материал характеризуется несколькими типами нерудных пород, в том числе: биотит-плагиоклаз-кварцевыми роговиками; биотит-плагиоклаз-шпинелевыми роговиками; крупными зернами биотит-плагиоклаз-андалузитовых измененных гибридных пород; кварц-серицитовыми метасоматитами. Во всех шлифах наблюдается от 2 до 15-20% рудных минералов.

В шлифе, характеризующем оруденелые биотит-плагиоклаз-кварцевые роговики, установлены зерна сфалерита. Агрегаты последнего отмечаются в глубоких трещинах. Размеры сфалерита варьируют в пределах 0,04-0,4 мм, составляя в среднем около 0,2 мм. В проходящем свете чётко выделяются две разновидности сфалерита (рис. 3): тёмно-коричневый железосодержащий *марматит* (ZnFeS) и янтарно-желтый *клейофан* (ZnS), при этом количество первого (темного) преобладает. Этот факт свидетельствует о том, что выделение из исследуемой руды высококачественного цинкового концентрата (Zn ≥50%), лимитируемого по содержанию железа, представляется сомнительным. Следует отметить, что наличие в рудах Артапинского (Ново-Гореловского) месторождения «черной цинковой обманки» (марматита) отмечено также в работе В.М. Баба-заде и др. (2003).

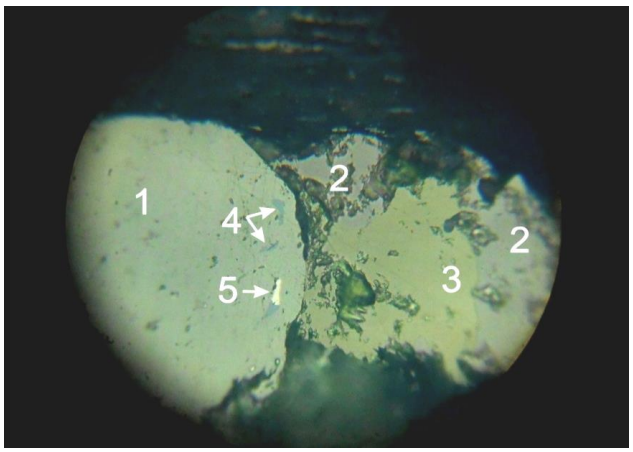



**Рис. 2.** Самородное золото (5), выявленное в пирит-пирротин-халькопиритовом типе руды: пирит (1); пирротин (2); халькопирит (3); блеклая руда (4). Аншлиф с иммерсией, увеличение 598,5$^{X}$

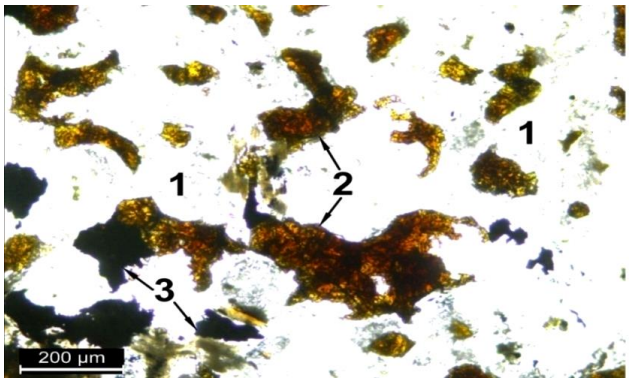



**Рис. 3.** Вкрапленная руда – метасоматит (1): сфалерит (2) различного цвета – от светло-желтого (клейофан) до темно-коричневого (марматит); не просвечивающийся рудный минерал (3). Шлиф, увеличение 100$^{X}$

Изучением *аншлифов материала участка рудоносных пород* установлено, что они представлены равномерной редкой вкрапленностью магнетита и гематита, а также единичными мелкими зернами сульфидных минералов. По результатам этих исследований материал данного участка штольни может характеризоваться как убогая сульфидная руда.

При исследовании *прозрачных шлифов* определено, что данный участок представлен биотит-плагиоклазовыми роговиками с кварц-хлорит-эпидот-содержащими прожилками.

В целом, результаты минералогических исследований свидетельствуют, что материал пробы обогащенного рудного участка шт. №2 характеризует богатую колчеданную медно-цинковую руду, главными рудными минералами которой являются (по количественному убыванию): *сфалерит, пирит, халькопирит и пирротин*. *Сфалерит* представлен двумя разновидностями: железосодержащим *марматитом* и *клейофаном* с относительно высокой их крупностью (в среднем ~ 0,2мм). *Халькопирит* представлен в основном очень мелкими – эмульсионными вкраплениями в сфалерите, что, как было отмечено выше, приведет к трудности его селективного выделения из руды.

Пробу, отобранную из участка рудоносных пород, следует характеризовать как убогую сульфидную руду, что обуславливает возможность отработки её совместно с рудой обогащенного участка. Положительные результаты этих исследований позволят, по нашему мнению, увеличить запасы месторождения. Исследования, выполненные в этом направлении на смеси указанных проб руд (1:1), рассматриваются далее.

### *Технологическая характеристика смеси руд*

Основным методом переработки колчеданных руд цветных металлов является флотационный способ обогащения, основанный на практическом использовании различий в физико-химических поверхностных свойствах минералов руды по их способности прилипать к пузырькам воздуха в водной среде (Абрамов, Леонов, 1993).

Не вдаваясь в сущность и детали этого физико-химического процесса, отметим, что для эффективного селективного выделения ценных компонентов из колчеданных руд существенное значение имеет правильный выбор технологической схемы флотации, обуславливаемой их вещественным составом и технологическими особенностями.

В мировой практике обогатительных фабрик Cu-Zn руд используются в основном 2 варианта технологических схем: *прямая селективная флотация минералов ценных компонентов; предварительная коллективная флотация всех сульфидов с последующим разделением (селекцией) коллективного концентрата* (Методические рекомендации…, 2007). Обе эти схемы были экспериментально испытаны на рассматриваемой смесевой пробе руды.

Эксперименты по схеме прямой селективной флотации, как и предполагалось, не дали удовлетворительных результатов. В медном узле флотации, несмотря на относительно тонкое измельчение руды (90% <0,075мм), совместно с халькопиритом активно флотируется сфалерит. Попытки депрессировать последний различными флотореагентами не способствовали улучшению показателей селекции названных минералов. Данный факт подтверждает результаты ранее представленных минералогических исследований, свидетельствующих о наличии в испытуемой руде чрезвычайно мелкого – эмульсионного халькопирита, тесно ас-

социируемого со сфалеритом (см. рис. 1), что нивелирует технологический процесс.

Экспериментами по схеме коллективно-селективной флотации были установлены более удовлетворительные показатели. Так, на относительно более крупном материале руды (70-75% кл. <0,075мм) в оптимальных условиях коллективного узла флотации всех сульфидов был получен черновой флотоконцентрат с содержаниями, в %: меди – 2,75, цинка – 24,1 и железа – 13,1. При этом степень извлечения меди, цинка и железа в этот продукт составила соответственно: 83, 87 и 31%. Одновременно в рассматриваемый продукт извлекаются значимые количества содержащихся в руде Au, Ag и Cd.

Исследования по изысканию оптимального режима селекции данного концентрата были направлены на раздельное получение кондиционного медного и цинкового концентратов. Операция селекции минералов названных металлов осуществлялась посредством изыскания оптимальных реагентных режимов депрессии медных минералов и сульфидов железа (пирита и пирротина) при переменном доизмельчении материала этого концентрата вплоть до крупности 98% кл. <0,075мм (в том числе 90-92% кл. <0,045мм).

В результате этих экспериментов было установлено, что даже при указанном чрезвычайно тонком измельчении коллективного концентрата удовлетворительного показателя степени отделения медных минералов от цинковых не наблюдается. В подобранном оптимальном режиме флотации был получен кондиционный цинковый концентрат (40-45% Zn), в котором содержание лимитируемой меди не опускалось ниже 3,8-4,0%. Этот фактор ещё раз подтверждает чрезвычайно тесную природную ассоциацию (взаимопрорастание) халькопирита и сфалерита.

Кроме меди, в цинковом концентрате наблюдается также относительно высокое содержание лимитируемого железа (12-13%), что обусловлено, как было отмечено ранее, наличием в испытуемом минеральном сырье железосодержащей разновидности сфалерита – марматита (см. рис.3), а также возможным присутствием в концентрате некоторого количества пирита и пирротина. Попытка депрессировать последние показала возможность повышения качества цинкового концентрата, однако в этом случае наблюдается заметное снижение степени извлечения цинка из руды. Данное обстоятельство свидетельствует, что часть сфалерита в руде тесно ассоциировано с названными сульфидами железа.

На основании кратко рассмотренных выше технологических исследований для переработки колчеданных Cu-Zn руд Артапинского месторождения рекомендована и экспериментально осуществлена коллективно-селективная схема флотации, представленная на рис.4.

По этой схеме на 5 навесках испытуемой руды весом по 1кг был осуществлен эксперимент замкнутого цикла флотации, имитирующий беспрерывное промышленное производство. В технологическом режиме схемы использованы стандартные флотореагенты, применяемые в практике переработки подобных руд. Конечные технологические показатели, полученные в этом опыте, представлены в табл. 3.

Результаты этого эксперимента (табл.3) свидетельствуют, что разработанный технологический режим рекомендуемой схемы флотации обеспечивает относительно высокие показатели выделения из рассматриваемого минерального сырья кондиционного цинкового концентрата. В последнем содержание основного металла составило 44,2%, при извлечении его из руды – 86,6%.

Дополнительно в этот концентрат с промышленно значимыми содержаниями соизвлекаются попутные ценные компоненты, в том числе: 58,8% золота, 66,4% серебра и 86,3% кадмия, что значительно повышает ценность этого товарного продукта.

Кроме того, следует отметить, что практически идентичная степень извлечения кадмия и цинка в цинковый концентрат (табл.3) свидетельствует, что сфалерит в данном минеральном сырье кадмиеносный и кадмий, вероятно, в основном изоморфно связан со сфалеритом.

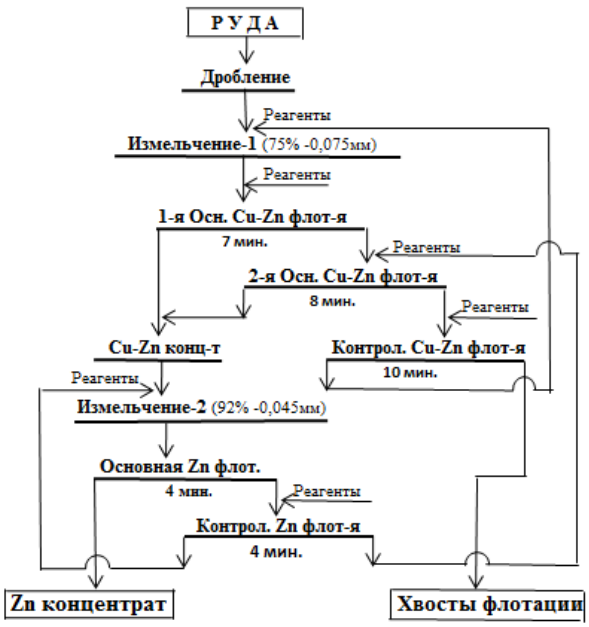



**Рис. 4.** Рекомендуемая принципиальная флотационная технологическая схема переработки минерального сырья Артапинского месторождения

***Таблица 3***

Технологические показатели рекомендуемой схемы флотации

| Продукты флотации | Выход, % | Содержание: %, г/т | | | | | | Извлечение: % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Zn, % | Au, г/т | Ag, г/т | Cd, г/т | Cu, % | Fe, % | Zn | Au | Ag | Cd | Cu | Fe |
| Zn концентрат | 8,37 | 44,17 | 3,13 | 142,7 | 1390 | 3,90 | 11,95 | 86,6 | 58,8 | 66,4 | 86,3 | 53,4 | 15,7 |
| Хвосты флотации | 91,63 | 0,625 | 0,20 | 6,6 | 20,0 | 0,24 | 5,85 | 13,4 | 41,2 | 33,6 | 13,7 | 46,6 | 84,3 |
| Руда по балансу | 100 | 4,27 | 0,49 | 18,0 | 135,0 | 0,49 | 6,36 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

## *Заключение*

Детально исследованы вещественный состав и технологические особенности минерального сырья Артапинского месторождения. Установлено, что основное рудное тело месторождения, расположенное в его разведочной штольне №2, представлено относительно богатой медно-цинковой колчеданной рудой со значимыми содержаниями в ней золота, серебра и кадмия.

Вещественный состав рудоносных пород, находящихся близ основного рудного тела, позволяет характеризовать их как золотоносные убогие сульфидные руды. Данный фактор обуславливает возможность отработки их совместно с минеральным сырьём основного рудного тела и, как следствие, позволит увеличить запасы месторождения.

Минералогическими исследованиями выявлено, что главными рудными минералами в основном рудном теле являются сфалерит, пирит, халькопирит и незначительно пирротин. Причём халькопирит представлен в основном чрезвычайно мелкими – эмульсионными вкраплениями в сфалерите, что свидетельствует о трудности и неэффективности его селективного выделения из руды. Кроме того, учитывая предполагаемый генезис месторождения, такое природное состояние значительной части халькопирита дает основание рассматривать возможность наличия на глубоких его горизонтах более крупного рудного тела.

Сфалерит в руде характеризуется двумя разновидностями: темно-коричневым железосодержащим марматитом и янтарно-желтым клейофаном. При этом количественно марматит преобладает, что обуславливает невозможность выделения из рассматриваемой руды высококачественного цинкового концентрата (Zn ≥50%), лимитируемого по содержанию железа.

Технологические исследования выполнены на смеси проб основного рудного тела и участка рудоносных пород шт. №2 в соотношении 1:1. Специальным гидрохимическим фазовым анализом смесевой пробы установлены количественные формы нахождения в ней основных рудных минералов и степень их окисленности, свидетельствующая о первичном характере материала данной руды.

Для переработки рассматриваемого минерального сырья экспериментально разработана и рекомендована флотационная технологическая схема обогащения, обеспечивающая достаточно высокие показатели выделения кондиционного цинкового концентрата с промышленно значимыми содержаниями в нём золота, серебра и кадмия, что подтверждает возможность увеличения запасов месторождения за счет его убогих рудоносных пород.

**ЛИТЕРАТУРА**


Абрамов А.А., Леонов С.Б. Обогащение руд цветных металлов. Недра. Москва, 1993, 284 с.

Баба-заде В.М., Мусаев Ш.Д., Насибов Т.Н., Рамазанов В.Г. Золото Азербайджана. Азербайджан Милли Энсиклопедиясы. Баку, 2003, 309 с.

Мамедов М.М., Мухтаров Г.Г., Ширинов Ю.Р. Гядабей. Насир. Баку, 2005, 236 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Медные руды. ФГУ ГКЗ. Москва, 2007, 40 с.

Филиппова Н.Ф. Фазовый анализ руд цветных металлов и продуктов их переработки. Металлургиздат. Москва, 1963, 212 с.

Murtuzayev N.M. 2013-2015-ci illərdə Ərtəpə sahəsində platin qrupu metallara və kompleks filizlərə aparılmış axtarış işləri. Milli Geoloji-Kəşfiyyat Xidmətinin Kiçik Qafqaz Geoloji Axtarış Ekspedisiyasının Hesabatı. DİAF ETSN. Bakı, 2016, 147 s.


**REFERENCES**


Abramov A.A., Leonov S.B. Ores enrichment of nonferrous metals. Nedra. Moscow, 1993, 284 p. (in Russian).

Baba-zade V.M., Musayev Sh.D., Nasibov T.N., Ramazanov V.G. Gold of Azerbaijan. Azerbaijan National Encyclopedia. Baku, 2003, 309 p. (in Russian).

Filippova N.F. Phase analysis of non-ferrous metals ores and refinery products. Metallurgizdat. Moscow, 1963, 212 p. (in Russian).

Mammadov M.M., Mukhtarov G.G., Shirinov Yu.R. Kedabek. Nasir. Baku, 2005, 236 p. (in Russian).

METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS on using the classification of field reserves and predicted resources of solid commercial minerals. Copper ores. 2007. FGU GKZ. Moscow, p.40. (in Russian).

Murtuzayev N.M. The prospecting works carried out in Artapa field to the platinum group metals and complex ores during 2013-2015 years. The report of the Lesser Caucasus Geological Search Expedition of The National Geological-Exploration Service. Baku, 2016, 147 p. (in Azerbaijani).

## ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД АРТАПИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАЛОГО КАВКАЗА

**А.З.Ахмедов**
*НИИ минерального сырья национальной геологоразведочной службы МЭПР Азербайджана*
*AZ1117, г.Баку, ул. Натаван, 16: alikahmedov@mail.ru*

***Резюме.*** Впервые детально оценены вещественный состав и технологические особенности колчеданного медно-цинкового минерального сырья, выявленного в 1910 году германской фирмой «Бр. Сименс». Исследования выполнены на примере двух лабораторных технологических проб руд, отобранных из разведочной штольни №2, и их смеси (1:1). Одна из проб характеризует обогащенный рудными минералами участок штольни, а другая – рядом находящиеся убогие рудоносные породы. Выявлено золото- и сереброносность руд обоих участков. Установлены формы нахождения основных рудных минералов, степень их окисленности и крупность выделения. С учетом выявленных технологических особенностей минерального сырья, разработан и экспериментально осуществлен флотационный процесс обогащения смеси названных материалов руд, обеспечивающий получение кондиционного цинкового концентрата с промышленно значимыми содержаниями в нём золота, серебра и кадмия.

***Ключевые слова:*** *Малый Кавказ, Артапа, колчедан, медь-цинк, руда, вещественный состав, технология обработки, обогащение, флотация*

## KİÇİK QAFQAZIN ƏRTƏPƏ YATAĞI MİS-SİNK FİLİZLƏRİNİN MADDİ TƏRKİBİ VƏ TEXNOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

**Ə.Z.Əhmədov**
*Azərbaycan ETSN Milli Geoloji-Kəşfiyyat Xidmətinin Mineral Xammal ETİ*
*AZ1117, Bakı şəh., Natavan küç.16: alikahmedov@mail.ru*

***Xülasə.*** Məqalədə, ilk dəfə olaraq, Almaniyanın “Simens qardaşları” şirkəti tərəfindən 1910-ci ildə aşkarlanmış, lakin tam hüdudlanmamış kolçedan mis-sink mineral xammalının maddi tərkibi və texnoloji xüsusiyyətləri ətraflı qiymətləndirilmişdir. Tədqiqatlar bu şirkət tərəfindən keçilmiş 2 saylı kəşfiyyat mağarasından götürülmüş 2 laborator texnoloji nümunələrin və onların qarışığının (1:1) üzərində yerinə yetirilmişdir. Nümunələrdən biri mağaranın filiz mineralları ilə zəngin sahəsini, o biri isə bu sahənin qovşağında yanaşı olan kasad filizdaşıyan süxurları təmsil etmişdir. Hər iki sahənin filizlərində qızılın və gümüşün iştirakı aşkarlanmışdır. Qarışdırılmış nümunədə əsas filiz mineralları, onların oksidləşmə dərəcələri və dənəmetrik ayrılmaları təyin edilmişdir. Mineraloji tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, nəzərdən keçirilən mineral xammalda xalkopiritin mühüm hissəsi sfaleritdə çox xırda – emulsiyalı möhtəvilərlə təmsil olunur. Sfalerit iki növlə təqdim olunur: dəmirsaxlayan marmatitlə və kleyofanla. Qeyd olunan xammalın maddi tərkibini və texnoloji xüsusiyytlərini nəzərə alaraq, onun emalı üçün eksperimental olaraq flotasiya zənginləşdirilmə texnoloji sxemi işlənilib hazırlanmış və tətbiqə tövsiyə edilmişdir. Bu sxem üzrə filizdən nisbətən yüksək ayrılma dərəcəsi ilə kondisiyalı sink konsentratı alınmışdır. Həmçinin bu əmtəə məhsulunda filizin tərkibində yanaşı komponentlər olan qızıl, gümüş və kadmiumun sənaye əhəmiyyətli miqdarlarla və nisbətən yüksək çıxımlarla ayrılması müəyyən edilmişdir. Ümumiyyətlə, tədqiqatlardan alınmış nəticələr göstərir ki, kasad filizdaşıyan süxurların hesabına yatağın filiz ehtiyatlarını artırmaq mümkündür.

***Açar sözlər:*** *Kiçik Qafqaz, Artana, kolçedan, filiz,maddi tərkib, emal texnologiyası, zənginləşdirmə, flotasiya*

**ANAS Transactions** **Earth Sciences** **1 / 2018**

*Geology and geophysics*

http://www.journalesgia.com

# ИЗУЧЕНИЕ АКЦЕССОРНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ СОПОЧНОЙ БРЕКЧИИ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА – ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПОЗНАНИЯ ИХ ГЕНЕЗИСА

**Е.Ф.Шнюков[1], Ад.А.Алиев[2]**

*[1]ГНУ «Отделение морской геологии и осадочного рудообразования» НАН Украины*
*01601, г.Киев, ул. Олеся Гончара, 55б*
*[2]Институт геологии и геофизики НАН Азербайджана*
*AZ1143, г.Баку, просп. Г.Джавида, 119: ad_aliyev@mail.ru*

## THE INVESTIGATION OF ACCESSORY MINERALIZATION OF BRECCIA IN MUD VOLCANOES IN AZERBAIJAN AS ONE OF THE WAYS FOR STUDYING THEIR GENESIS

**E.F.Shnyukov[1], Ad.A.Aliyev[2]**
*[1]Department of Marine Geology and Sedimentary Ore Formation of National Academy of Sciences of Ukraine*
*55b, Oles Gonchar str.,Kiyv, 01601*
*[2]Geology and Geophysics Institute, Azerbaijan National Academy of Sciences*
*H.Javid Ave., 119, Baku, Azerbaijan, AZ1143: ad_aliyev@mail.ru*

***Keywords:*** *mud volcanism, mud volcanic breccia, accessory minerals, native elements, deep fluids*

***Summary.*** The paper discusses the unusual mineralogical composition of the accessory minerals of volcanic breccia of mud volcanoes in Azerbaijan, in particular the presence of self-originated minerals (gold, gold copper, iron, nickel, chromium, silver, and tin), many unusual sulphides, oxides and others. Additionally, unusual forms of the many minerals' isolation, including self-originated iron, wüstite, hematite and balloons forming hollow small forms (tiny millimeter-sized particles) in breccia composition, balloons and concretions of some other elements – copper, lead, zinc; separate small druses of hematite, melted fragments of mud volcanic breccia, natural lime and others were noted. All these factors were considered as effective indicator of deep fluids on the volcanic breccia. Accessory mineralization revealed in breccia of mud volcanoes in Azerbaijan probably is a confirmation of thoughts and ideas about existence of deep plumbs. Availability of mantle fluids and inclusions in breccias of the studied mud volcanoes can be explained by their diffusion through the atmosphere and thinned thickness of consolidated crust as well as to volcanoes channels interlinked with the deep faults.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

Издание классической капитальной монографии – атласа грязевых вулканов мира (Алиев и др., 2015) явилось итогом определенного этапа геологических исследований этого сложного и весьма важного явления природы. Тем не менее некоторые задачи дальнейшего изучения грязевого вулканизма, особенно его вещественного состава, глубинные причины заложения грязевых вулканов, роль глубинных факторов в их формировании остаются пока неясными.

Одним из недостаточно изученных направлений исследований грязевых вулканов является их минералогия, может быть, в первую очередь акцессорная минералогия сопочной брекчии вулканов.

В свое время П.П.Авдусин (1948, с.54) отмечал: «...Ограниченные масштабы применения минералогических методов исследования при изучении столь разнообразных и оригинальных геологических объектов, какими являются грязевые вулканы, следует объяснять не недостатком внимания к минералогическому составу продуктов извержения, а отсутствием рациональных способов исследования глинистых пород, которые в основном и принимают участие в строении сопочной брекчии».

Широкое внедрение электронной микроскопии и микрозондового анализа в геологическую практику снимает многие трудности и ограничения, позволяя изучать не только глинистую со-

ставляющую брекчии, но и в первую очередь присутствующую в ней акцессорную минерализацию.

Акцессорная минерализация сопочной брекчии грязевых вулканов изучается уже много лет. В справочных изданиях акцессорные минералы (от лат. *accessorius*) истолковываются как минералы, содержащиеся в породе в незначительных количествах (в общем – менее 1% или в других руководствах – 1-2%). По происхождению выделяются аллотигенные и аутигенные акцессорные минералы. Изучение аллотигенных минералов позволяет судить об источниках их проявления, о стратиграфической корреляции толщ.

Аутигенные акцессории важны для понимания условий накопления осадка, его литификации. Грязевые вулканы Азербайджана изучаются уже многие годы. Еще П.П.Авдусин (1939, 1948), обобщая все материалы предыдущих исследований, выделил в твердой фазе сопочной брекчии более 100 минералов (табл.1). Они подразделяются на три группы – минералы реликтовые из осадочных пород; минералы, возникшие в грязевых вулканах; минералы, образованные в результате термального метаморфизма брекчии (за счет взрывных явлений).

Многолетние исследования грязевых вулканов Азербайджана позволили дополнить состав вулканической брекчии новыми минералами, особенно сульфатами (барит, алунит, мирабилит, тенардит и др.), глинистыми (каолинит, хлорит, смектит, гидрослюда), высокотемпературными (санидин, адуляр из группы полевых шпатов, микролиты кварца и др.), что нашло свое отражение в ряде научных публикаций и атласе грязевых вулканов мира (Алиев и др., 2015).

Минералогические исследования авторов, основанные на широком применении электронной микроскопии и микрозондового анализа, охватили 19 наиболее типичных грязевых вулканов, расположенных в различных тектонических зонах Азербайджана (рис. 1), и позволили обнаружить многие десятки новых, ранее неизвестных минералов, которые относятся к самородным, сульфидам, оксидам, карбидам, нитридам, силикатам и другим классам.

Удивляет не только минералогическое разнообразие, но и характер форм выделения многих из них. Они имеют облик неокатанных ветвистых ксеноморфных индивидов, проволок, кристаллов и кристаллических образований, сложных выделений, прорастающих в сопочную брекчию, в ряде случаев округлых, иногда полых внутри сферул.

***Таблица 1***

Минералы, обнаруженные в продуктах извержения по П.П.Авдусину (1939)

| **А** Минералы реликтовые из осадочных толщ (подстилающие) | | **Б** Минералы грязевых вулканов | **В** |
|---|---|---|---|
| Кварц | Змеевик | Карбонаты кальция $CaCO_3$ | Алиты |
| Полевые шпаты | Тремолит | Доломит $CaCO_3 \times MgCO_3$ | $3CaO \times SiO_2 + CaO \times Al_2O_3$ |
| Анальцим | Актинолит | Сидерит $FeCO_3$ | Белиты $2CaO \times Al_2O_3$ |
| Бейделит и др. | Обыкн. роговая | Сера S | Известково-натровые полевые |
| Глинистые минералы | обманка | Пирит $FeS_2$ | шпаты |
| Опал | Глаукофан | Марказит $FeS_2$ | Железо άFe |
| Халцедон | Авгит | Гидротроилит $FeS \times H_2O$ | Аморфный кремнезем |
| Вулканическое | Диопсид | Гипс $CaSO_4 \times 2H_2O$ | Окись кальция |
| стекло | Эпидот | Ангидрит $CaSO_4$ | Стекло бурое и зеленое |
| Углистые образования | Цоизит | Целестин $SrSO_4$ | |
| Гранат | Дистен | Ярозит $(K,Na)_2Fe_6(OH)_{12}(SO_4)_4$ | |
| Рутил | Силлиманит | Селитра $NaNO_3$ | |
| Бурая шпинель | Андалузит | Галит NaCl | |
| Циркон | Титанит | Халькопирит $CuFeS_2$ | |
| Анатаз | Глауконит | Атакалит $CuCl_2 \times 3Cu(OH)_3$ | |
| Брукит | Оливин | Арагонит $CaCO_3$ | |
| Апатит | Ставролит | Антраксолит | |
| Коллофан | Турмалин | Термонатрит $Na_2CO_3 \times H_2O$ | |
| Делит | Ильменит | Эпсомит $MgSO_4 \times 7H_2O$ | |
| Бесцв. слюды | Лейкоксен | Улексит $NaCaB_5O_9 \times 8H_2O$ | |
| Биотит | Магнетит | Бура $Na_2B_4O_7 \times 10H_2O$ | |
| Зеленые слюды | Красные окислы железа | | |




**Рис. 1**. Карта опробования грязевых вулканов Азербайджана

1 – Демирчи, 2 – Кичик Мараза, 3 – Пирекяшкюль, 4 – Девебойну, 5 – Боздаг-Гюздек, 6 – Нардаранахтарма, 7 – Чеилдаг, 8 – Агдамская группа, 9 – Шекихан, 10 – Дашмардан, 11 – Ахтармаарды, 12 – Бёюк Харами, 13 – Пильпиля-Гарадаг, 14 – Айрантекен, 15 – Дашгил, 16 – Бахар, 17 – Дуровдаг, 18 – Дуздаг, 19 – Нефтчала Пильпиляси.

А.Е.Лукин (2013) особое внимание уделяет сферическим формам минералов, которые по его обобщенным данным образуются при осаждении космической пыли, импактных явлениях, генезисе рудных месторождений, в процессе эксплозивного вулканизма и т.д. Сферулы многих металлов он рассматривает как индикаторы глубинных флюидов, связанных с эволюцией плюмов.

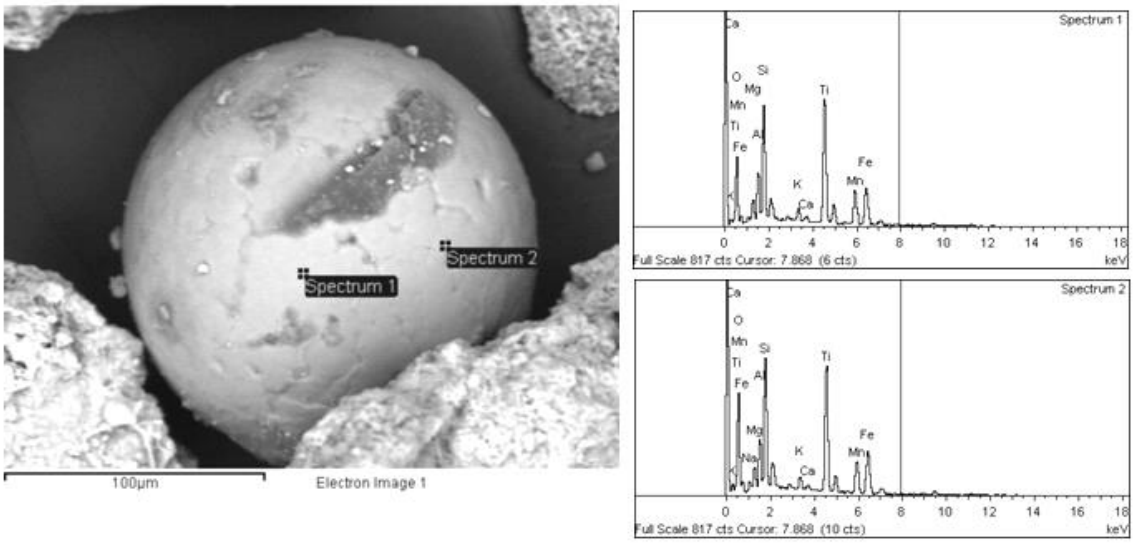
Сферулы минералов обнаружены в пеплах камчатских вулканов. По составу это самородное железо, интерметаллические соединения Fe, Mn, Cr, Ni, в исландских вулканах обнаружено вулканическое стекло. Предполагается поступление частиц указанных минералов из области верхней мантии (Сандимирова, 2008; Карпов и др., 2012).

Особенно детально сферулы были изучены Е.И.Сандимировой (2008) на примере курильских и камчатских вулканов. Она истолковывает их как сложные поликомпонентные минеральные агрегаты из самородного железа, его оксидов, стекла, парагенетически связанные с самородными элементами и интерметаллическими соединениями.

Сферулы образуются и в высокотемпературных металлургических процессах (Нестеренко и др., 2007). Их размеры разнятся от 1-2 микрон до 6-7 см, чаще всего встречаются до 1 мм. Попадаются сферулы однородно заполненные, полые, иногда с несколькими газовыми пузырями. Состав – железо, графит, вюстит, магнетит, гематит, силикаты, железисто-силикатное стекло. Они генерируются при высокотемпературных процессах в газовом потоке, в силикатных расплавах. Искусственные и природные сферулы чаще всего образуются вокруг газовых пузырей.

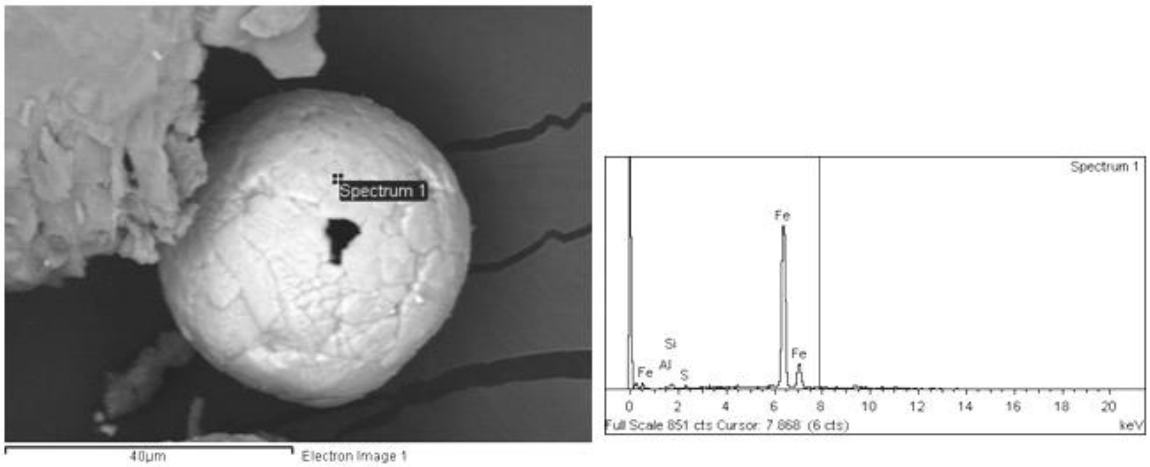
В грязевых вулканах Азербайджана встречаются довольно разнообразные сферулы. В сопочной брекчии грязевого вулкана Агдам обнаружены сложные по химическому составу алюмосиликатно-железистые пустотелые шарики размерами до 170 микрон. Они содержат примеси Ti, Mn. Их поверхность относительно гладкая и при существующих возможностях изучения пока не информативна (рис. 2).

Пустотелая сферула самородного железа диаметром 40 микрон наблюдалась в сопочной брекчии грязевого вулкана Шекихан (рис. 3). На этом же вулкане зафиксирована сферула диаметром 70 микрон, сложенная вюститом (рис. 4).



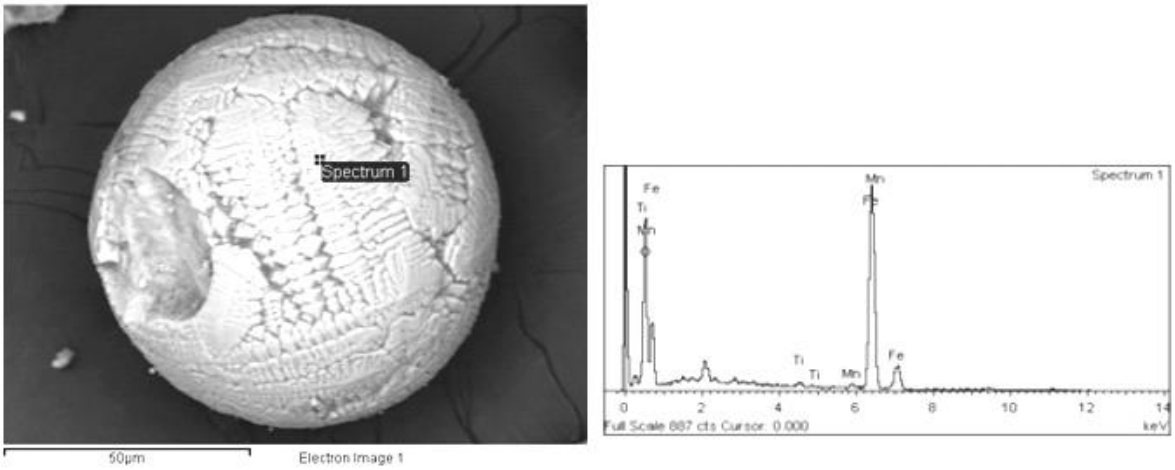

| Spectrum 1 | | | Spectrum 2 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Element | Weight % | Atomic % | Element | Weight % | Atomic % |
| O K | 30,31 | 53,07 | O K | 35,51 | 58,41 |
| Mg K | 2,39 | 2,75 | Na K | 1,12 | 1,29 |
| Al K | 4,71 | 4,89 | Mg K | 2,32 | 2,52 |
| Si K | 10,79 | 10,76 | Al K | 4,23 | 4,12 |
| K K | 1,49 | 1,07 | Si K | 10,17 | 9,53 |
| Ca K | 0,49 | 0,34 | K K | 1,47 | 0,99 |
| Ti K | 24,57 | 14,37 | Ca K | 0,65 | 0,43 |
| Mn K | 11,19 | 5,71 | Ti K | 21,34 | 11,72 |
| Fe K | 14,06 | 7,05 | Mn K | 9,53 | 4,57 |
| Totals | 100,00 | | Fe K | 13,63 | 6,42 |
| | | | Totals | 100,00 | |

**Рис. 2.** Алюмосиликатно-железистый шарик. Грязевой вулкан Агдам




| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| Al K | 0,38 | 0,77 |
| Si K | 0,91 | 1,78 |
| S K | 0,47 | 0,81 |
| Fe K | 98,24 | 96,64 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 3.** Сферула самородного железа. Грязевой вулкан Шекихан



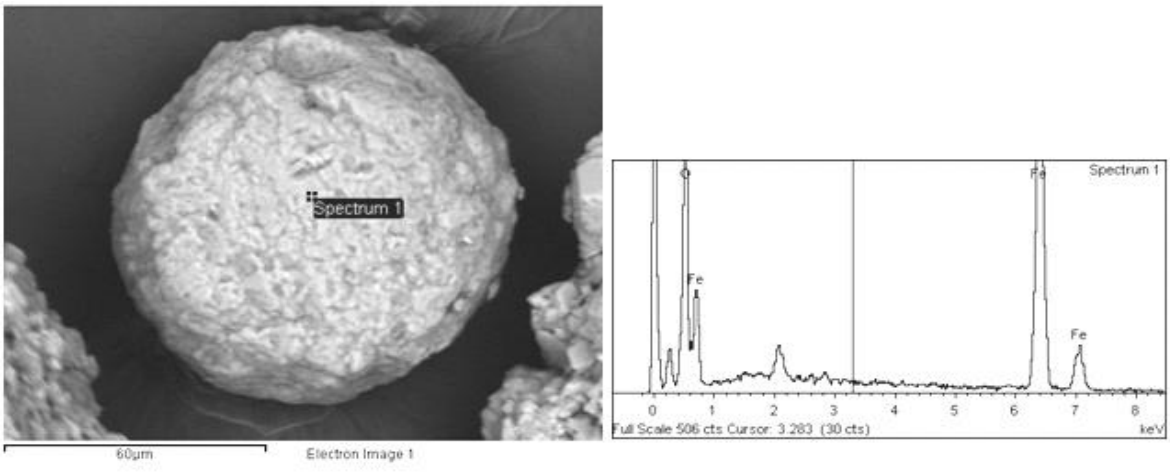

| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O K | 26,02 | 55,07 |
| Ti K | 0,65 | 0,46 |
| Mn K | 1,18 | 0,73 |
| Fe K | 72,14 | 43,74 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 4.** Предположительно вюститовая сферула. Грязевой вулкан Пирекяшкюль

Шарики оксидов железа неоднократно найдены почти во всех изученных вулканах. Размеры их колеблются от 30 до 400 микронов (рис. 5, 6). Часто их поверхность усеяна еще более мелкими сферулами размером около 1 микрона и их сростками (рис. 7).

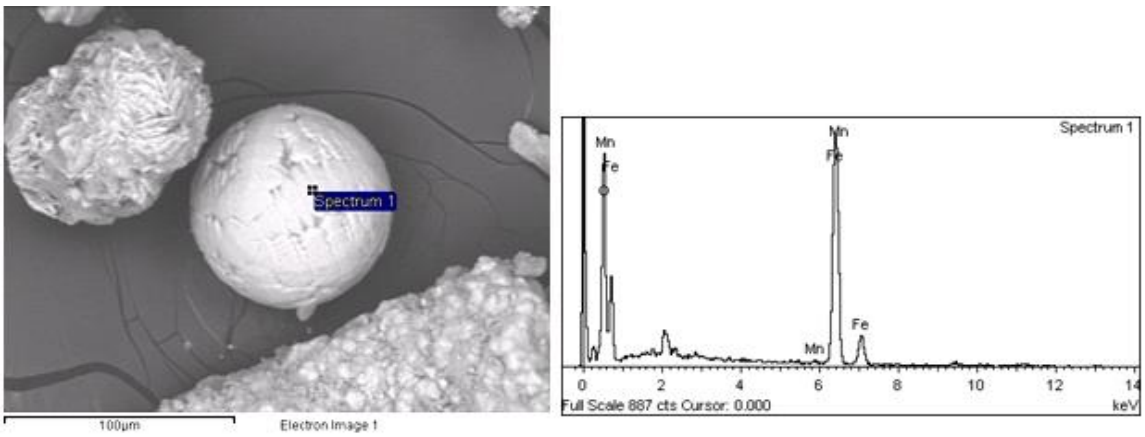
По химическому составу многие отмеченные сферулы ближе всего соответствуют гематиту, возможно, с примесью силикатов. Судя по изометричным округлым выделениям на поверхности, это скорее всего агрегаты магнетита, окисленные в брекчии и являющиеся псевдоморфозой гематита по магнетиту – мартитом.

Обломок довольно крупного (диаметр 180 микрон) шарика наблюдался в грязевом вулкане Шекихан. Толщина стенок такой сферулы в сколе постоянна и составляет первые микроны (рис. 8).



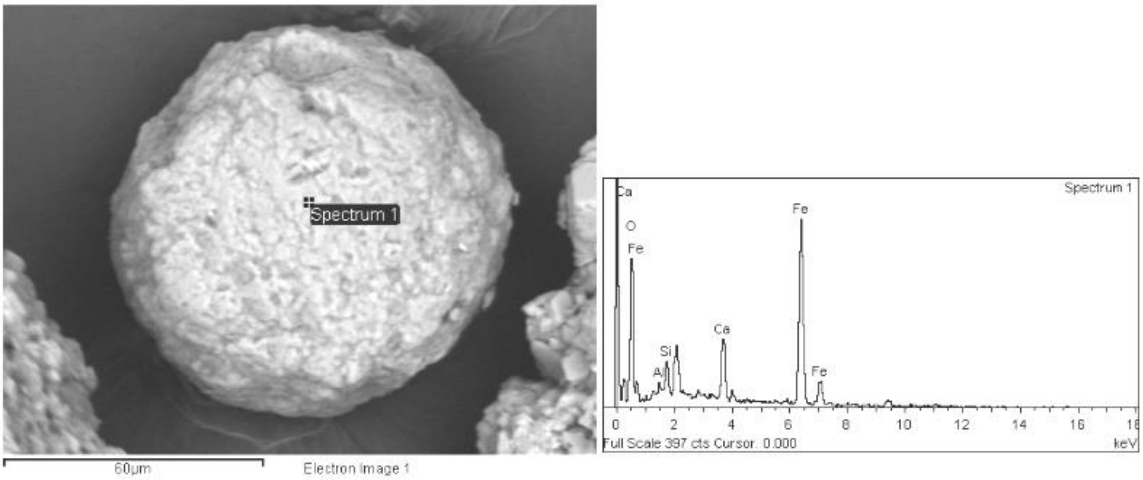

| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O K | 25,54 | 54,49 |
| Fe K | 74,46 | 45,51 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 5.** Магнетитовый шарик. Грязевой вулкан Нефтчала Пильпиляси




| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O K | 26,30 | 55,47 |
| Mn K | 0,69 | 0,42 |
| Fe K | 73,01 | 44,11 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 6.** Грязевой вулкан Пирекяшкюль



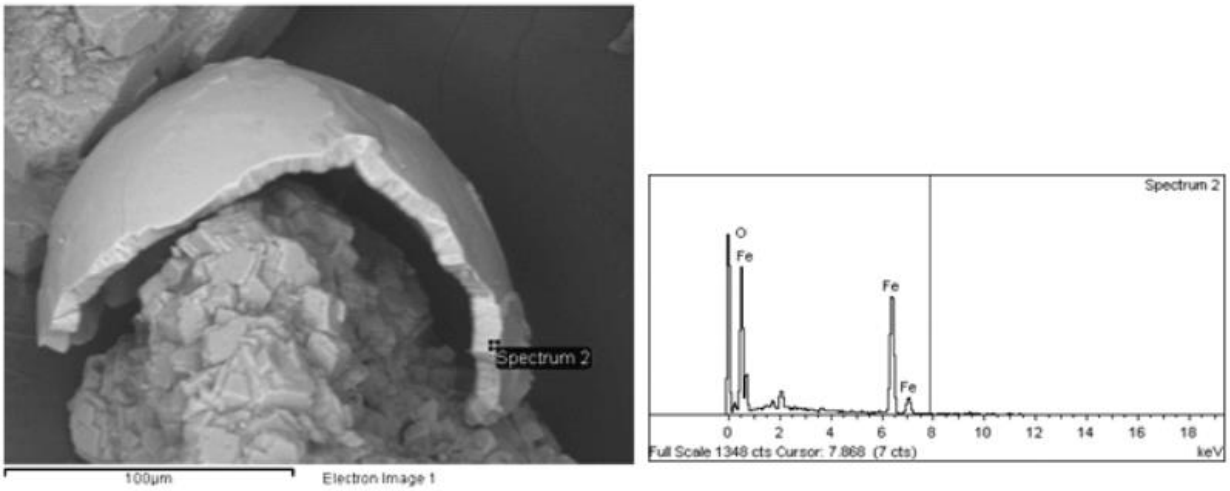

| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O K | 27,79 | 55,10 |
| Al K | 0,90 | 1,05 |
| Si K | 2,92 | 3,30 |
| Ca K | 7,56 | 5,99 |
| Fe K | 60,83 | 34,56 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 7.** Грязевой вулкан Шекихан

Шарик не совсем правильной формы встречен на вулкане Дашгил. Состав его истолковать затруднительно: 53,61% Fe, 19,63% Ti, 1,09% Mg, 25,73% O. Скорее всего, это какой-то полуокисленный сплав железа и титана.

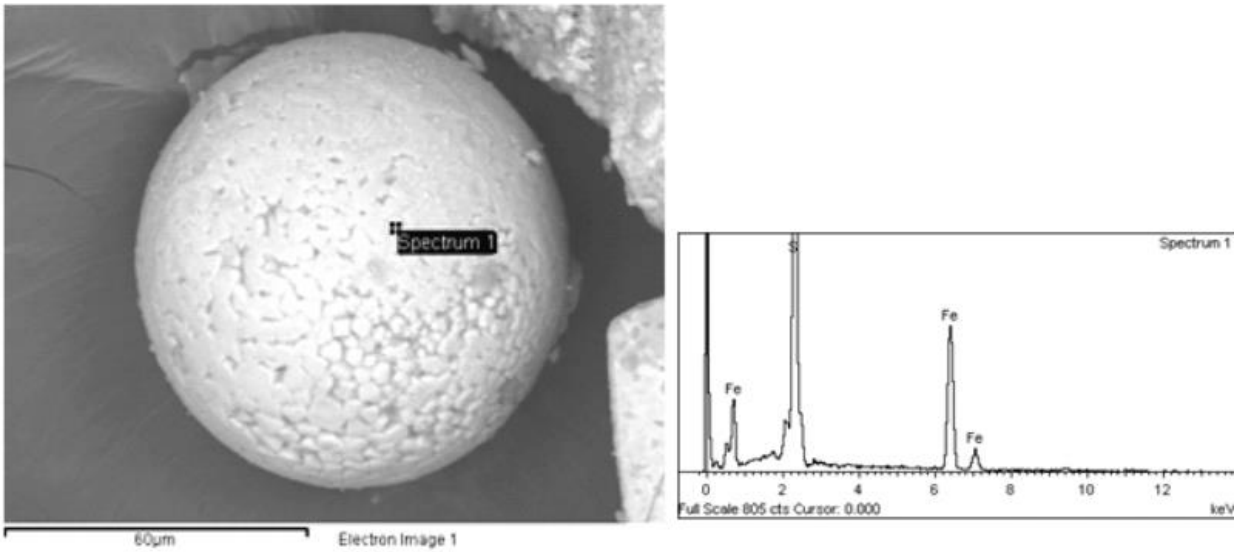
Сферулы с неровной бугорчатой поверхностью (размеры до 120 микрон) встречаются на грязевом вулкане Дуровдаг. Их состав Fe – 55,34%, Ti – 0,53%, Cr – 12,7%, что соответствует, скорее всего, гематиту с примесью хрома и титана. Изредка (вулкан Пирекяшкюль) наблюдались хорошо окристаллизованные сферулы, сложенные пиритом. Вероятнее всего, это продукты измененных в сероводородной среде окисных минералов железа, слагавших шарики. По характеру выделений эти сферулы резко отличаются от типичных новообразований пирита (рис. 9).

На грязевом вулкане Шекихан на поверхности брекчии обнаружены своего рода гематитовые розы (рис. 10). Изучались сферулы не только железа, его оксидов и сульфидов, но и стяжения полиметаллов, которые, очевидно, полностью заполнены. Такого рода образования часто наблюдались на грязевом вулкане Шекихан. Большинство стяжений имеет сложный состав. Так, один из шариков содержал 66% меди и 11,56% железа, при этом был значительно окислен (содержание кислорода до 35,37%) (рис. 11).




| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O K | 31,94 | 62,10 |
| Fe K | 68,06 | 37,90 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 8.** Обломок сферулы оксида железа. Грязевой вулкан Шекихан




| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| S K | 55,50 | 68,48 |
| Fe K | 44,50 | 31,52 |
| Totals | 100,00 | |

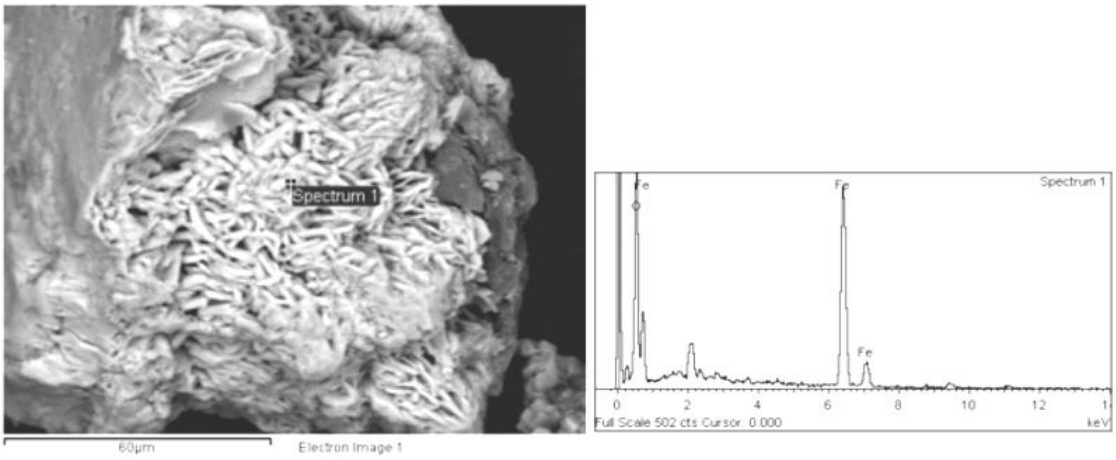
**Рис. 9.** Грязевой вулкан Пирекяшкюль

В других сферулах степень окисления была меньше (кислорода – 4,82%), они содержали 79,10% меди, 5,82% цинка, 5,44% железа (рис. 12). Третьи шарики были почти не окислены, в них содержание меди доходило до 81,05% (рис. 13).

В некоторых медных стяжениях содержание цинка достигало 20,92% и даже 24,73%. Присутствовали небольшие примеси Ni, Fe.

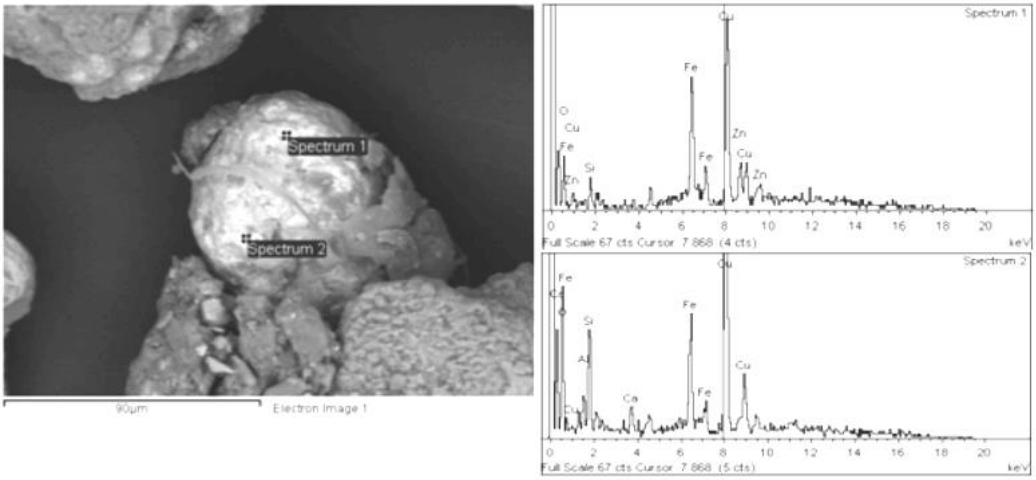
Полиметаллические стяжения с неровной поверхностью наблюдались на грязевом вулкане Дуровдаг. Состав стяжений несколько изменчив, но всецело превалируют медь (12,71-37,29%), цинк (9,53-38,22%), свинец (9,14%-20,72%), встречены железо (2,40-3,32%), мышьяк (0-0,4%), сурьма (2,10-3,03%), имеются незначительные загрязняющие примеси Al, Si, S, Ca (рис. 14). Возможно существование примеси сульфидов (первые проценты).

Иногда сферулы слагаются пиритом (Бахар, Агдам) (рис. 15). В отличие от пирита, пирротин чаще других минералов образуется при высоких температурах, и участие флюидов вулкана в их генезисе наиболее вероятно.




| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O K | 32,35 | 62,53 |
| Fe K | 67,65 | 37,47 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 10.** «Гематитовые розы». Грязевой вулкан Шекихан

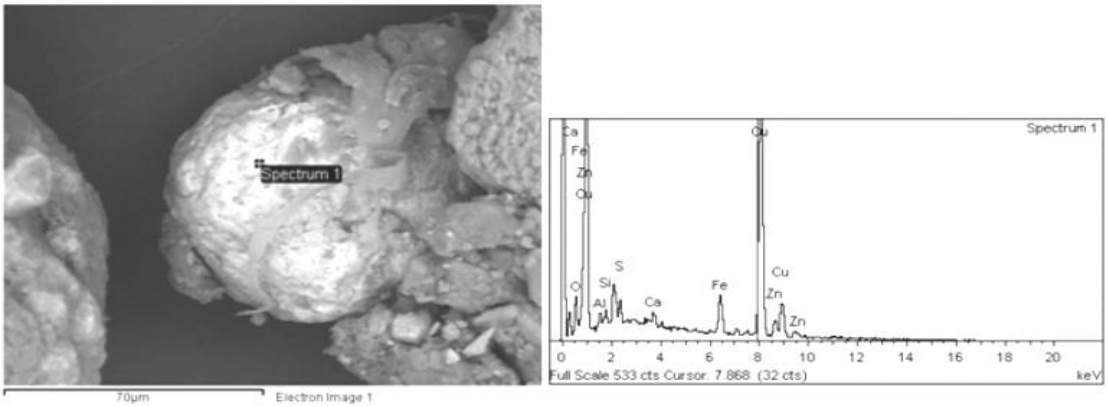



| Spectrum 1 | | | Spectrum 2 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Element | Weight % | Atomic % | Element | Weight % | Atomic % |
| O K | 5,24 | 17,31 | O K | 13,57 | 35,37 |
| Si K | 1,77 | 3,34 | Al K | 2,59 | 4,01 |
| Fe K | 19,78 | 18,74 | Si K | 4,80 | 7,13 |
| Cu K | 59,47 | 49,50 | Ca K | 1,47 | 1,53 |
| Zn K | 13,73 | 11,11 | Fe K | 11,56 | 8,64 |
| | | | Cu K | 66,00 | 43,32 |
| Totals | 100,00 | | Totals | 100,00 | |

**Рис. 11.** Грязевой вулкан Шекихан

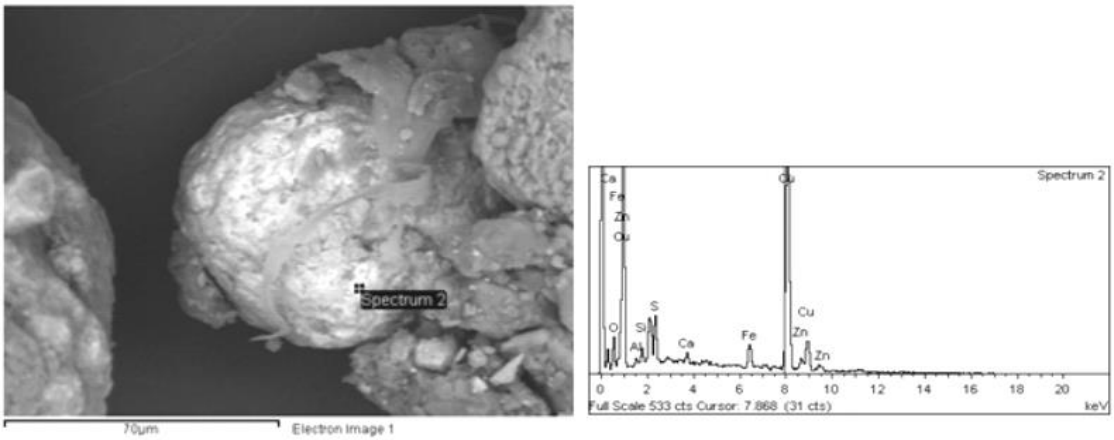
Что касается происхождения основной массы сферул, то это явно образования, выпавшие из газовой среды флюидов грязевых вулканов, они аналогичны новообразованиям в выбросах настоящих вулканов, некоторым продуктам металлургического процесса. Такое же происхождение можно предположить и для стяжений полиметаллов.

О высоких температурах процессов, протекавших в недрах, свидетельствуют находки расплавленного силикатного стекла с многочисленными трубчатыми вакуолями, формирующими сеть субпараллельных трубчатых пустот (вулкан Нардаранахтарма). Очевидно, эту породу создают движущиеся высокотемпературные флюиды (рис. 16). Они вызвали расплавление насыщенной газом среды (брекчии) с образованием силикатных стекол. Химический состав расплавленного материала стекол примерно соответствует составу сопочной брекчии. Небезынтересно, что находки вулканического стекла описаны П.П.Авдусиным еще в тридцатые годы (Авдусин, 1939). Он связывал их с извержением и наземными взрывами грязевых вулканов.




| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O K | 4,82 | 16,03 |
| Al K | 0,92 | 1,82 |
| Si K | 0,89 | 1,69 |
| S K | 1,65 | 2,73 |
| Ca K | 0,87 | 1,15 |
| Fe K | 5,44 | 5,18 |
| Cu K | 79,60 | 66,67 |
| Zn K | 5,82 | 4,4 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 12.** Грязевой вулкан Шекихан




| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O K | 4,18 | 13,93 |
| Al K | 0,63 | 1,25 |
| Si K | 0,94 | 1,77 |
| S K | 3,98 | 6,62 |
| Ca K | 0,78 | 1,04 |
| Fe K | 3,90 | 3,72 |
| Cu K | 81,05 | 67,97 |
| Zn K | 4,53 | 3,70 |
| Totals | 100,00 | |

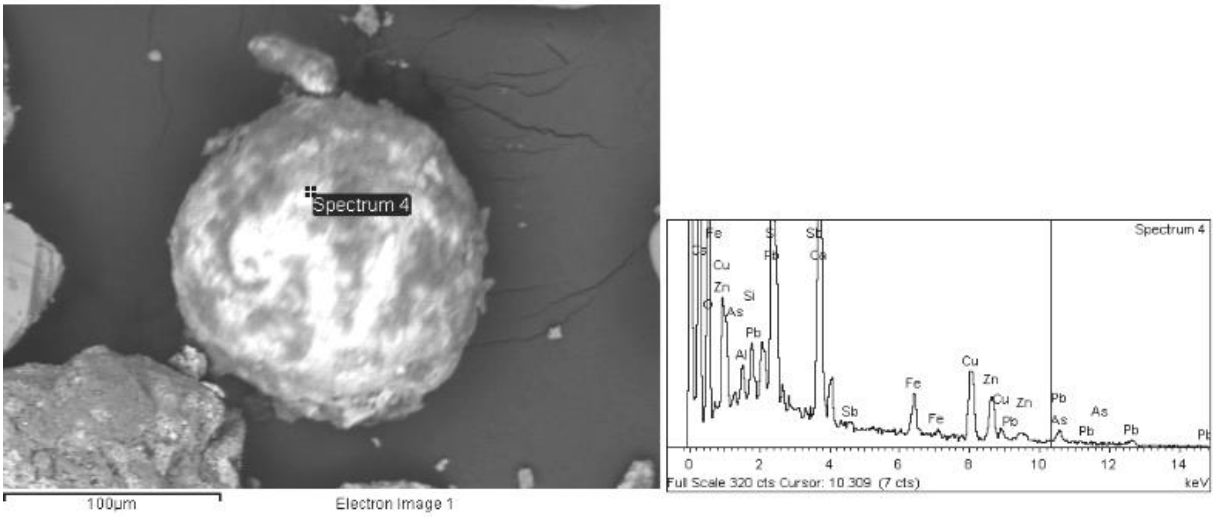
**Рис. 13.** Грязевой вулкан Шекихан

Интересны находки мелких кристалликов кварца в сопочной брекчии грязевого вулкана Дашмардан. Это явные новообразования.

О высокотемпературном воздействии свидетельствует и факт находки природной извести. Она образует идиоморфные ромбовидные кристаллы в глинисто-карбонатной массе (рис. 17, 18).

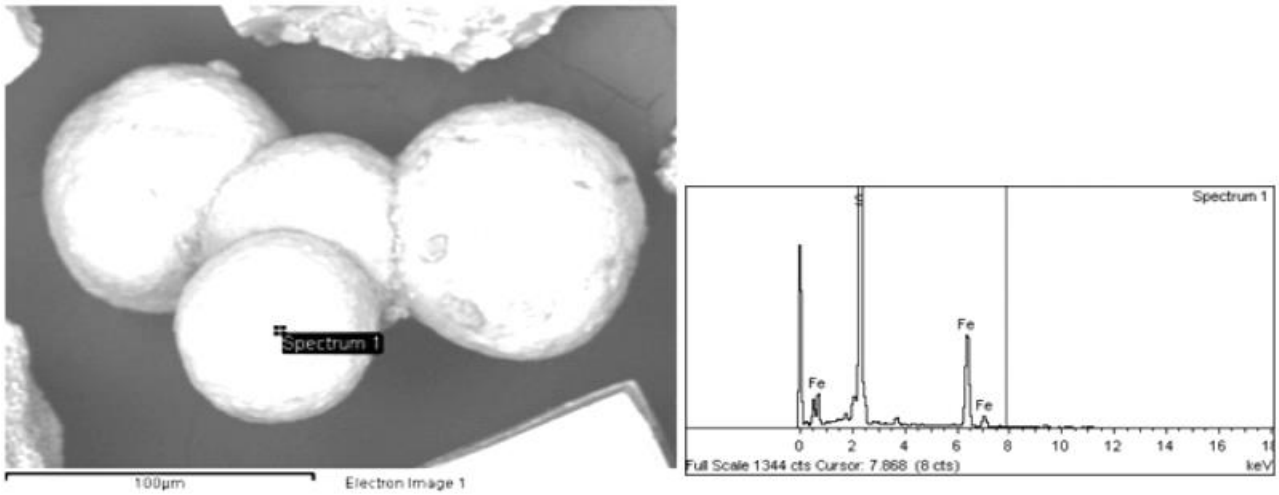
В минералогических руководствах Дэна (1950) и А.Г.Бетехтина (1950) отмечаются находки природной извести в лавах Везувия, где при извержении она образовалась за счет захваченных лавой известняков.

Известь встречается и как образование металлургических процессов. В целом возникновение извести связано с достаточно высокотемпературными процессами разрушения карбонатных пород.



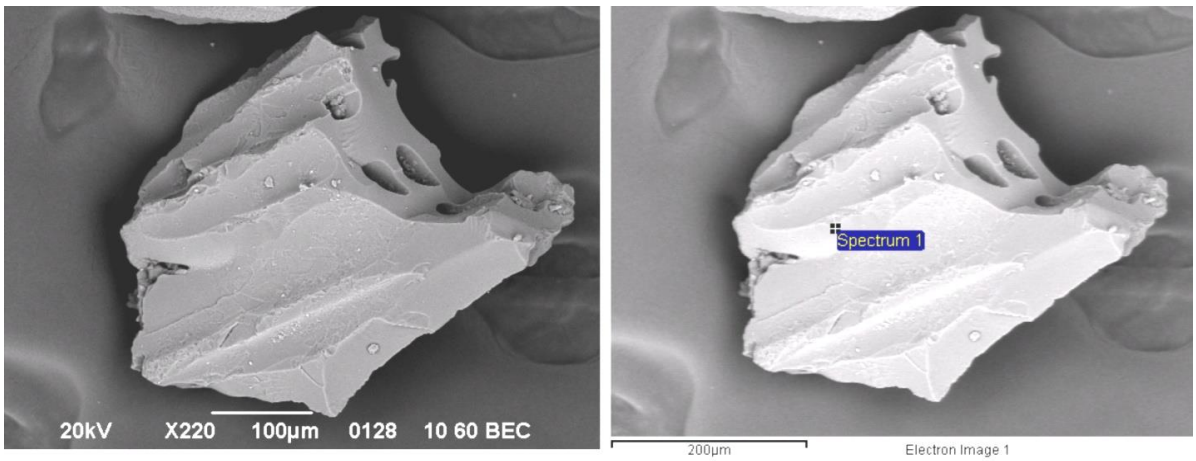

| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O K | 34,89 | 69,33 |
| Al K | 1,00 | 1,18 |
| Si K | 1,27 | 1,44 |
| S K | 0,62 | 0,62 |
| Ca K | 13,42 | 10,65 |
| Fe K | 3,32 | 1,89 |
| Cu K | 12,71 | 6.36 |
| Zn K | 9,53 | 4,63 |
| As L | 0,41 | 0,17 |
| Sb L | 2,10 | 0,55 |
| Pb M | 20,72 | 3,18 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 14.** Грязевой вулкан Дуровдаг



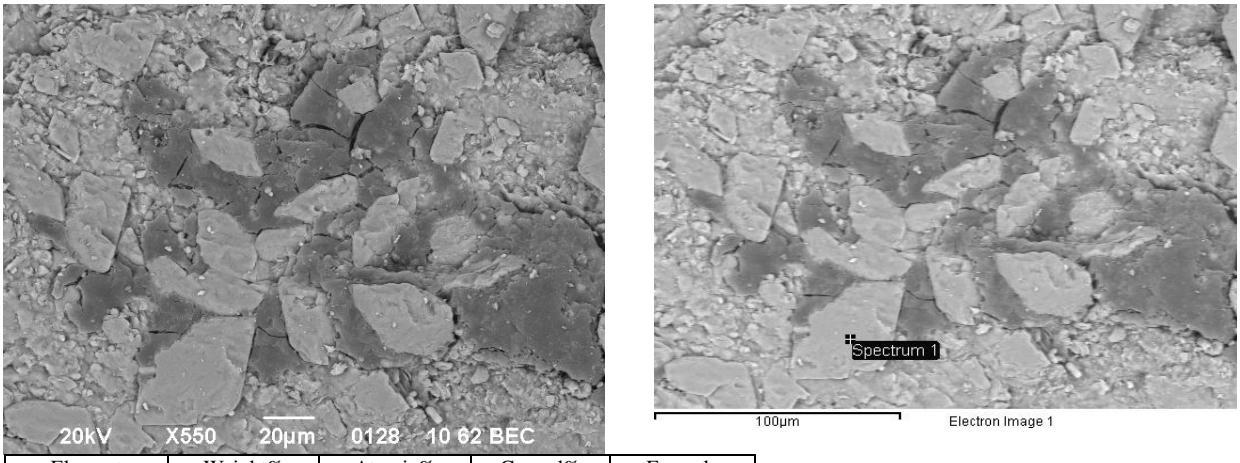

| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| S K | 52,48 | 65,79 |
| Fe K | 47,52 | 34,21 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 15.** Пирит. Грязевой вулкан Айрантекен




| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O | 56,44 | 70,56 |
| Na | 1,98 | 1,72 |
| Al | 5,23 | 3,88 |
| Si | 28,37 | 20,21 |
| K | 5,04 | 2,58 |
| Fe | 2,94 | 1,05 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 16.** Силикатный шлак. Расплавленный материал сопочной брекчии с многочисленными трубчатыми пустотами от газов. Вулкан Нардаранахтарма

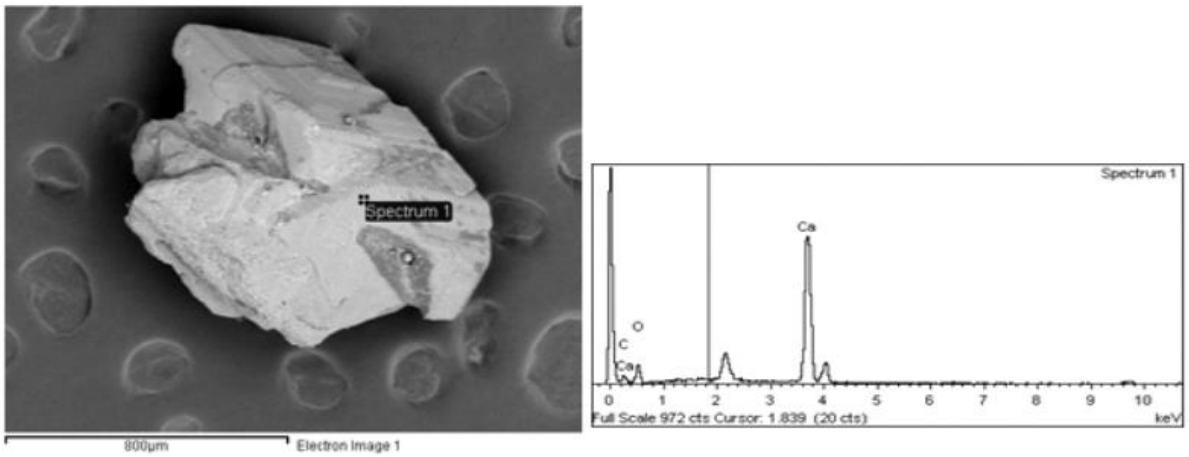



| Element | Weight% | Atomic% | Compd% | Formula |
|---|---|---|---|---|
| Ca | 71,47 | 50,00 | 100,00 | CaO |
| O | 28,53 | 50,00 | | |
| Totals | 100,00 | | | |

**Рис. 17.** Идиоморфные ромбовидные кристаллы природной извести в сопочной брекчии грязевого вулкана Ахтармаарды

Как видим, минералогический состав обнаруженных минералов, их габитус и форма выделений необычны. Многие из них образуют сферулы, сохраняют облик кристаллов и агрегатов, явно не окатаны, брекчия носит следы прорастания этими минералами. Отнести их к терригенным или аутигенным минералам осадочного процесса невозможно. Их нельзя объяснить и как продукты термального воздействия при поверхностных взрывах газов.

В связи со всеми приведенными данными приходится искать причины их развития в сопочной брекчии. А.Е.Лукин считает, что развитие дисперсных частиц многих минералов (самородные металлы, карбиды, силициды и т.д.), разнообразных как морфологически, так и химически в составе брекчии, трассирует движение флюидов (безводный сверхсжатый газ на основе углеводородов и других компонентов – S, Fe, Si, N, P, галогены и др.). Содержащие эти минералы неравновесные породы А.Е.Лукин именует «пригожинитами».




| Element | Weight% | Atomic% |
|---|---|---|
| O K | 63,00 | 81,01 |
| Ca K | 37,00 | 18,99 |
| Totals | 100,00 | |

**Рис. 18.** Природная негашеная известь CaO

Возможно истолкование их как новообразований флюидных плюмов в процессах газотранспортных реакций в недрах, как это предполагают Б.В.Кропоткин, Б.М.Валяев (1980), А.Н.Дмитриевский, Б.М.Валяев (2002а,б; 2010), Б.М. Валяев (2011), Ф.А.Летников (2010), Е.Ф.Шнюков (2016), А.Е.Лукин (2006, 2009, 2013) и др.

Ф.А.Летников (2010) рассматривает развитие Земли как монотонно угасающий процесс с истощением флюидных компонентов в верхних горизонтах литосферы, с периодическими импульсами интенсивной дегазации.

Выделяются две флюидные системы на основе водорода – водородно-углеродная и водородно-сернистая. Деятельность грязевых вулканов обусловлена действием водородно-углеродной системы.

Высокотемпературные и высокобарические флюидные потоки прожигают мантию и надмантийную толщу пород. Мантийные плюмы порождают флюидные потоки. Итогом их проникновения в сопочную брекчию и являются описываемые минералы.

Принятие представлений о глубинных флюидах, позволяет объяснить многие ранее непонятные факты – многочисленные находки высокотемпературных и высокобарических минералов в составе сопочной брекчии, их идиоморфные кристаллические формы (во многих случаях), неожиданный габитус – сферулы, стяжения, проволочки и тому подобные выделения. Находят в этом случае объяснение и многие особенности химизма минералов и иногда даже их химический состав в целом. Это минералы флюидогенного происхождения.

Фактически обнаруженная в грязевых вулканах минерализация позволяет нам предположить, что она является материальным подтверждением идей о глубинных плюмах. Наличие в сопочной брекчии изученных грязевых вулканов Азербайджана самородных минералов и включений объясняется возможностью их прохождения через утоненную толщу консолидированной коры в каналы вулканов, связанных с глубинными разломами.

**ЛИТЕРАТУРА**

Авдусин П.П. К петрографии продуктов извержений грязевых вулканов Крымско-Кавказской геологической провинции. В сборнике: Результаты исследования грязевых вулканов Крымско-Кавказской геологической провинции. Изд-во АН СССР. Москва-Ленинград, 1939, с. 58-66.

Авдусин П.П. Грязевые вулканы. Петрографические исследования. Изд-во АН СССР. Москва-Ленинград, 1948, 192 с.

Алиев Ад.А., Гулиев И.С., Дадашев Ф.Г., Рахманов Р.Р. Атлас грязевых вулканов мира. Nafta-Press. Баку, 2015, 322 с.

**REFERENCE**

Avdusin P.P. To petrography of mud volcanoes ejecta in Crimea-Caucasian geological province. In collection: Research results of mud volcanoes in Crimea-Caucasian geological province. Academy of Sciences of USSR. Moscow-Leningrad, 1939, pp. 58-66 (in Russian).

Avdusin P.P. Mud volcanoes. Petrographic research. Academy of Sciences of USSR. Moscow-Leningrad, 1948, p.192 (in Russian).

Aliyev Ad.A., Guliyev I.S., Dadashev F.H., Rakhmanov R.R. Atlas of the world mud volcanoes. Nafta-Press. Baku, 2015, 322 p. (in Russian).

Бетехтин А.Г. Минералогия. Госгеолиздат. Москва, 1950, 956 с.

Валяев Б.М. Углеводородная дегазация Земли, геотектоника и происхождение нефти и газа. В материалах конференции*:* Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. ГЕОС. Москва, 2011, с. 10-32.

Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М. Углеводородная дегазация через дно океанов: локальные проявления, масштабы, значимость. В материалах конференции: Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. ГЕОС. Москва, 2002а, с. 7-36.

Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М. Флюидогеодинамические и генетические аспекты гидратоносности разреза осадков дна Мирового океана. В: Геодинамика и нефтегазоносные структуры Черноморско-Каспийского региона. 2002б, с. 58-59.

Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М. 2010. Углеводородная дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений: развитие идей П.Н.Кропоткина. В материалах конференции: Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. ГЕОС. Москва, с. 7-10.

Дэна Дж.Д., Дэна Э.С., Пэлач Ч. и др. Система минералогии. Т.1. Москва-Ленинград, 1950, 608 с.

Карпов Г.А., Аникин Л.П., Николаев А.Г. Самородные металлы и интерметаллы в пеплах действующих вулканов Камчатки и Исландии. В материалах конференции: Вулканизм и связанные с ними процессы. Петропавловск-Камчатский, 2012, с. 183-187.

Кропоткин П.Н., Валяев Б.М. Геодинамика грязевулканической деятельности (в связи с нефтегазоносностью). В: Геологические и геохимические основы поисков нефти и газа. Наукова думка. Киев, 1980, с. 148-178.

Летников Ф.А. Углеводородная ветвь глубинной дегазации. В материалах конференции: Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений». ГЕОС. Москва, 2010, с.18-29

Лукин А.Е. Самородные металлы и карбиды глубинных геосфер. Геологический журнал, 2006, № 4, с.17-46.

Лукин А.Е**.** Самородно-металлические микро- и нановключения в формациях нефтегазоносных бассейнов – трассеры сверхглубинных флюидов. Геофизический журнал, В.31, № 2, 2009, с. 61-92.

Лукин А.Е. Минеральные сферулы – индикаторы флюидного режима рудообразования и нафтидогенеза. Геофизический журнал, В.35, № 6, 2013, с. 10-53.

Нестеренко Т., Іванченко В., Тиршикіна С. Онтогенія кулястих індивідів агрегатів техногенного походження. Мінералогічний збірник, В. 57, № 1, 2007, с. 76-80.

Сандимирова Е.И. Микросферулы как индикаторы флюидных (флюидно-магматических) процессов областей современного вулканизма. Вулканизм и геодинамика. В материалах: IV Всероссийский симпозиум по вулканологии и палеовулканологии. Петропавловск-Камчатский. № 2, 2008, с. 806-809.

Шнюков Е.Ф. Флюидогенная минерализация грязевых вулканов Азово-Черноморского региона. Логос. Киев, 2016, 194 с.

Betekhtin A.G. Mineralogy. Gosgeolizdat. Moscow, 1950, 956 p. (in Russian).

Valyayev B.M. Hydrocarbonic degassing of the Earth, geotectonics, oil and gas genesis. Conference materials: "Earth degassing and genesis of hydrocarbonic fluids and fields". GEOS. Moscow, 2011, pp. 10-32 (in Russian).

Dmitriyevsky A.N., Valyayev B.M. Hydrocarbonic degassing through oceans' seabed: local manifestations, scales, significance. Conference materials: "Earth degassing and genesis of hydrocarbonic fluids and fields". GEOS. Moscow, 2002a, pp. 7-36 (in Russian).

Dmitriyevsky A.N., Valyayev B.M. Fluid-geodynamic and genetic aspects of hydrate content of sediments section of World Ocean Seabed. In: Geodynamics and oil and gas bearing structures of Black Sea-Caspian region. 2002b, pp. 58-59 (in Russian).

Dmitriyevsky A.N., Valyayev B.M. 2010. Hydrocarbonic Earth degassing and genesis of oil and gas fields: development of P.N. Kropotkin's ideas. Conference materials: "Earth degassingand genesis of hydrocarbonic fluids and fields". GEOS. Moscow, 2010, pp. 7-10 (in Russian).

Dana J.D., Dana E.S., Palach Ch. et al. The System of mineralogy.V.1, Moscow-Leningrad, 1950, 608 p. (in Russian).

Karpov G.A., Anikin L.P., Nikolayev A.G. Native metals and intermetals in ash of acting volcanoes of Kamchatka and Iceland. Conference materials: Volcanism and processes dealing with it. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2012, pp. 183-187 (in Russian).

Kropotkin P.N., Valyayev B.M. Geodynamics of mud-volcanic activity (due to oil and gas content). In: geological and geochemical basis for oil and gas search. Naukova dumka. Kiyv, 1980, pp. 149-178 (in Russian).

Letnikov F.A. Hydrocarbonic branch of deep degassing. Conference materials: "Earth degassing and genesis of hydrocarbonic fluids and fields". GEOS. Moscow, 2010, pp. 18-29 (in Russian).

Lukin A.Y. Native metals and carbides of deep geospheres. Geological journal, №4, 2006, pp. 17-46 (in Russian).

Lukin A.Y. Native-metallic micro- and nanoinclusions in formations of oil and gas bearing basins – tracers of ultradeep fluids. Geophysical journal, V. 31, № 2, 2009, pp. 61-92 (in Russian).

Lukin A.Y. Mineral spherules – indicators of fluid regime of mineralization and naftidogenesis. Geophysical journal, V.35, №6, 2013, pp. 10-53 (in Russian).

Nesterenko T., Ivanchenko V., Tirshikina S. Ontogenesis of spherical individuum aggregates of technogenic origin. Mineralogical collection, V.1, №57, 2007, pp. 76-80 (in Ukrainian).

Sandimirova Y.I. Microspherules as indicators of fluid (fluid-magmatic) processes in recent volcanism area. Volcanism and geodynamics. In materials: 4th Russian symposium on volcanology and paleovolcanology. Petropavlovsk-Kamchatsky, V.2, 2008, pp. 806-809 (in Russian).

Shnyukov Y.F. Fluidogenic mineralization of mud volcanoes of Azov-Black Sea region. Logos. Kiyv, 2016, 194 p. (in Russian).

## ИЗУЧЕНИЕ АКЦЕССОРНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ СОПОЧНОЙ БРЕКЧИИ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА – ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПОЗНАНИЯ ИХ ГЕНЕЗИСА

**Е.Ф.Шнюков [1], Ад.А.Алиев [2]**
*[1]ГНУ «Отделение морской геологии и осадочного рудообразования» НАН Украины*
*01601, г.Киев, ул. Олеся Гончара, 55б*
*[2]Институт геологии и геофизики НАН Азербайджана*
*AZ1143, г.Баку, просп. Г.Джавида, 119: ad_aliyev@mail.ru*

***Резюме.*** В статье рассматривается необычный минералогический состав акцессорных минералов сопочной брекчии грязевых вулканов Азербайджана, в частности наличие самородных элементов (золото, золотистая медь, железо, никель, хром, серебро, олово), многих нехарактерных сульфидов, оксидов и других. Отмечаются также редкие формы выделения многих минералов – в том числе самородного железа, вюстита, гематита, образующих полые мелкие (доли мм) шарики в составе брекчии; многочисленные находки высокотемпературных минералов, имеющие идиоформные кристаллические формы, неожиданный габитус; сферулы, стяжения некоторых других элементов – меди, свинца, цинка; отдельные мелкие друзы гематита, оплавленные обломки сопочной брекчии, природная известь и др.

Все эти факты рассматриваются как признаки воздействия глубинных флюидов на сопочную брекчию грязевых вулканов. Обнаруженная в сопочной брекчии грязевых вулканов Азербайджана акцессорная минерализация, возможно, и является материальным подтверждением идей о глубинных плюмах. Наличие в сопочной брекчии изученных грязевых вулканов мантийных флюидов и включений можно объяснить их диффузией через атмосферу и утоненную толщу консолидированной коры в каналы вулканов, связанных с глубинными разломами.

***Ключевые слова****: грязевой вулканизм, сопочная брекчия, акцессорные минералы, самородные элементы, глубинные флюиды*

## AZƏRBAYCANIN PALÇIQ VULKANLARI SOPKA BREKÇİYASININ AKSESSOR MİNERALLAŞMASININ ÖYRƏNİLMƏSİ – ONLARIN GENEZİSİNİN DƏRK EDİLMƏSİNİN İSTİQAMƏTLƏRİNDƏN BİRİ KİMİ

**Ye.F.Şnyukov[1], Ad.A.Əliyev[2]**
*[1]Ukrayna MEA-nın DEİ "Dəniz geologiyası və çökmə filizəmələgəlmə bölməsi"*
*01601 Kiyev şəh., Oles Qonçar küç., 55b*
*[2]Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutu*
*AZ1143 , Bakı, Hüseyn Cavid prosp.,119: ad_aliyev@mail.ru*

***Xülasə.*** Məqalədə Azərbaycanın palçıq vulkanları sopka brekçiyasının aksessor minerallarının qeyri-adi mineraloji tərkibi, məsələn, təbii əmələ gələn minerallar (qızıl, qızıllı mis, dəmir, nikel, xrom, gümüş, qalay), çoxlu qeyri-adi sulfidlər, oksidlər və digərləri nəzərdən keçirilir. Eləcə də bir çox mineralların, o cümlədən təbii əmələ gəlmiş dəmirin, vyustititin, hematitin qeyri-adi formalarının ayrılması qeyd edilir. Onlar brekçiyanın tərkibində oyuq, xırda kürəcik və çəkilib-bağlanma, bəzi digər elementləri – mis, qurğuşun, sink, hematitın, ayr-ayrı xırda druzalar, sopka brekçiyasının əridilib təmizlənmiş qırıntıları, təbii əhəng və başqalarını əmələ gətirir.

Bütün bu dəlillər palçıq vulkanları sopka brekçiyasına dərinlik flüidlərinin təsiri əlaməti kimi izah edilir.

***Açar sözlər:*** *palçıq vulkanizmi, palçıq vulkan brekçiyası, aksessor minerallar, sərbəst elementlər, dərinlik flüidləri*

**ANAS Transactions Earth Sciences 1 / 2018**

*Theory and practice of oil and gas fields development*

http://www.journalesgia.com

# SƏPƏLƏNMİŞ MAYE KARBOHİDROGEN AMİLİ, ONUN FİZİKİ-TERMODİNAMİKİ MAHİYYƏTİ VƏ QAZ-KONDENSAT YATAQLARININ İSTİSMARINDA ƏHƏMİYYƏTİ HAQQINDA

**V.M.Fətəliyev, S.A.Səlimova, S.D.Məhərrəmova**
*AMEA Neft və Qaz İnstitutu*
*AZ1000, Bakı, F.Əmirov küçəsi, 9: fatavm@bp.com*

**PHYSICAL NATURE OF DISPERSED LIQUID HYDROCARBONS AND THEIR ROLE IN THE EXPLOITATION OF GAS-CONDENSATE RESERVOIRS**

**V.M.Fataliyev, S.A.Salimova, S.D.Maharramova**
*Institute of Oil and Gaz, Azerbaijan National Academy of Sciences, Amirov F. Str., 9, Baku, Azerbaijan, AZ1000: fatavm@bp.com*

***Keywords:*** *liquid phase, retrograde condensation, gas condensate fields, phase transformation, gas condensate system*

***Summary.*** As a result of the analysis of thermodynamic experiments as well as oil field data on production wells of Azerbaijan and Russia, three formation sources of the dispersed liquid hydrocarbons (DLH) in the reservoir condition were detected in the pressure range above the retrograde condensation. Those are: presence of heavy hydrocarbons that could not be transferred into the gas phase even at high pressures; liquid phase formed as a result of condensation at pressure above the retrograde condensation; and liquid phase dropped from the system due to early condensation because of surface forces. Two types of possible positions of DLH in reservoir conditions were determined. The liquid in the formation is closely linked to the surface of the rocks. This was caused by sufficiently high surface bonds as a result of adsorption of liquid molecule to the grain surface. The high content of heavy components contributes to the weakening the surface forces, that causes the liquid phase to be in a mobile state in the formation conditions. It has been noted that the factors above are important to take into account during projecting the rational methods of the exploitation of gas-condensate reservoirs.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

## Giriş

Qaz-kondensat yataqlarının istismar təcrübəsindən məlum olur ki, lay təzyiqi lay sisteminin retroqrad kondensasiya təzyiqindən böyük olduqda belə, yatağın istismarının hələ ilkin dövrlərində quyudibi zonaya ikifazalı axın mövcud ola bilər. Bu, yerüstü texnoloji avadanlıqlardan, quyuağzından və laydan götürülmüş flüid nümunələrinin fiziki-kimyəvi və termodinamiki analizləri vasitəsilə sübut edilmişdir (Абасов и др., 2009, 2013; Мамедова, 2011). Bəzi ədəbiyyatlarda verilmiş məlumatlara əsasən, hələ kəşfiyyat mərhələsində olan qaz-kondensat yataqlarından qazıma zamanı götürülmüş kern materiallarının tədqiqinə görə, məhsuldar qatın ilkin şəraitində yüksək qaynama temperaturuna malik komponentlərə rast gəlinir. Bu maye fazası istismar zamanı süxur məsamələrində kapilyar və səthi qüvvələr hesabına hərəkətsiz qala bilir. Müxtəlif alimlər tərəfindən həyata keçirilmiş tədqiqatlarda (Гриценко и др., 1995; Мамедова, 2011; Абасов и др., 2013) həmin maye komponentlərin qaz-kondensat olmadığı sübut edilmişdir. Bir çox yataqlardan götürülmüş süxur nümunələrinin fiziki-kimyəvi analizi də bunu təsdiqləmiş və ağır komponentlərdən ibarət olan həmin sistemlər səpələnmiş maye karbohidrogen adlandırılmışdır. Neft-qaz-kondensat tipli yatqlarda maye və qaz fazasının eyni vaxtda hidrodinamiki proseslərdə iştirak etməsi gözlənilməndir (Фейзуллаев, Алиев, 2014), lakin bu, sırf qaz-kondensat yatağı kimi tanınmış laylarda da müşahidə edilə bilər və mənşəyinə görə maraq doğurur (Аббасов, Фаталиев, 2016).

Bunu nəzərə alaraq təqdim olunan məqalədə qaz-kondensat yataqlarında rast gəlinən səpələnmiş

maye karbohidrogen qarışığının mövcudolma səbəbləri və onun qaz-kondensat yataqlarının işlənilməsində rolu təcrübi məlumatlar əsasında araşdırılmışdır.

## Layda səpələnmiş maye kondensatın hərəkətinin mədən və quyu məlumatları əsasında qiymətləndirilməsi

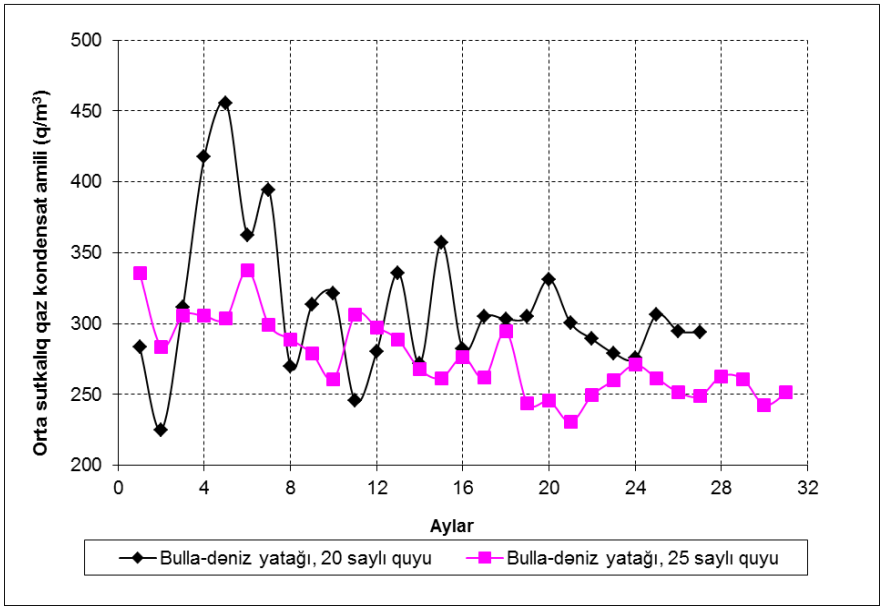
SMK ilk dəfə 1960-cı illərdə Qaradağ qaz-kondensat yatağının $VII_3$ horizontunun istismarı zamanı aşkar olunmuşdur (Гриценко и др., 1995). Burada bəzi hallarda VI-VIII horizontlar üzrə SMK-nın məsamələrin 30-70%-ni doydurması müəyyən edilmişdir. Termodinamiki tədqiqatlar vasitəsilə lay sisteminin retroqrad kondensasiya təzyiqinin (36-40 MPa) lay təzyiqinə, demək olar ki, bərabər olmasına baxmayaraq, yataq üzrə SMK-nın miqdarı 12% qəbul edilmişdir. Bu məlumatlardan sonra keçmiş sovet məkanının Şimali Qafqaz və digər regionlarında yerləşən qaz yataqlarının geoloji və istismar göstəricilərinin təhlili göstərdi ki, SMK hasilatı Leninqradsk, Stepaniovsk, Vostoçno-Komışansk, Orenburqsk və işlənilmənin son mərhələlərində Berezansk, Miriensk və başqa yataqlarda da müşahidə edilmişdir (Гриценко и др., 1995).

Məlumdur ki, qaz-kondensat sisteminin tərkibində ağır fraksiyaların olması böyük əhəmiyyətə malikdir (Фейзуллаев, Алиев, 2014). Məsələn, Rusiyanın Urenqoy neft-qaz-kondensat yatağının müxtəlif obyektləri üzrə layın kondensat amilinə uyğun olaraq (75-256 $q/m^3$) həmin obyektdə kondensatverimin 0,75-dən 0,65-ə qədər azalması təyin olunmuş, yəni sistemin tərkibində maye komponentlərin çoxluğu yatağın məhsuldarlığının azalmasına səbəb olması müəyyən edilmişdir (Краснова, 2014). Bu tendensiyanın səbəblərini aydınlaşdırmaq üçün aparılmış termodinamiki tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, burada əsas rola malik olan amil kondensatın tərkibində neft qarışıqlarının iştirakıdır. Müxtəlif quyular üzrə aparılmış təhlillər quyunun hasilat intensivliyindən asılı olaraq neft hasilatının müxtəlif miqdarda olmasını müəyyən etmişdir (Васильев и др., 2010). Tədqiqatçılar bu neftin mənbəyi kimi bir neçə amilləri: laylar arasında hidrodinamiki əlaqə; qalıq neftlə doymuş sahələr və linzaşəkilli neft araqatlarının olması kimi mülahizələri irəli sürmüşlər. Eksperimental tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, kondensatın tərkibində neft qarışığının olması (neft qarışığının 0-dan 15%-ə qədər artması kondensatverimini 72%-dən 48%-ə qədər azaldır) lay şəraitində fazalararası tarazlığı pozur və retroqrad prosesləri intensivləşdirir. Bu isə kondensat itkisinin artmasına səbəb olur.

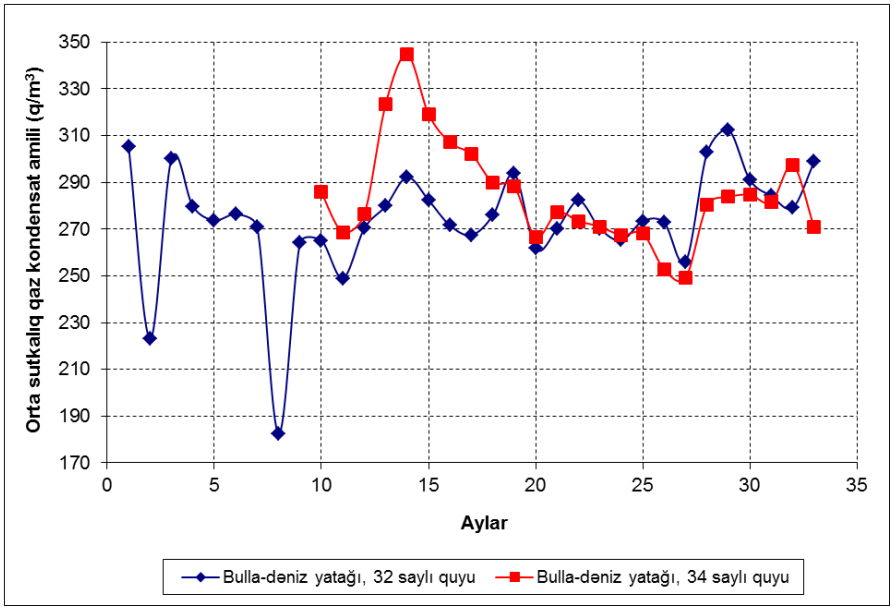
Neft araqatına malik yataqlarda quyu məhsulunun tərkibində uyğun fraksiyaların olması təbii hesab edilə bilər, lakin neft araqatına malik olmadığı sübut edilməsinə baxmayaraq, Bulla-dəniz qaz-kondensat yatağının VII horizontunun 20 və 22 saylı quyularında aparılmış ölçmələrə əsasən yatağın istismara başladığı ilk dövrlərdə (bu УГК tipli pVT bombasında aparılan tədqiqatlar nəticəsindədə təsdiq edilmişdir) hər iki quyuya ikifazalı axın başlamışdır. 1-ci şəkildə Bulla-dəniz qaz-kondensat yatağının VII horizontunun ilk quyularından olan 20 (1976-cı il) və 25 (1977-ci il) saylı quyuların orta sutkalıq kondensat amilinin istismarın ilk 3 ilində aylar üzrə dəyişməsi verilmişdir. Hər iki quyunun qaz və kondensat hasilatının dəyişmə dinamikasından məlum olur ki, ortasutkalıq kondensat amili quyunun ilkin istismar müddətində daha böyük intervalda dəyişir (20 saylı quyuda 225-456 $q/m^3$, 25 saylı quyuda 278-338 $q/m^3$), lakin getdikcə bu fərq azalır və stabilləşir (20 saylı quyuda 276-306 $q/m^3$, 25 saylı quyuda 242-262 $q/m^3$). Bu, istismarın ilkin dövründə qidalanma zonasında yerləşən SMK-nın quyudibinə sıxışdırılaraq hasil edilməsi ilə əlaqələndirilə bilər. Sonrakı müddətdə isə, sərbəst maye hasilatı (Абасов и др., 2013) işində təqdim edildiyi kimi, yüksək təzyiqlərdə səthi kondensasiya hesabına yaranır. Belə ki, lay təzyiqinin retroqrad kondensasiya təzyiqindən böyük intervalda azalması zamanı lay sistemində yaranan kondensat aerozolları süxur dənəciklərinin səth qüvvələri hesabına adsorbsiya edilir. Bu, təzyiqin düşməsi ilə davam edir və süxur səthinə çökmüş kondensat hissəciklərinin miqdarı çoxaldıqca onun qalınlığı artır. Nəticədə kondensat örtüyünün süxur səthi ilə əlaqəsi zəifləyir. Digər tərəfdən, kapilyarlarda yığılmış bu kondensat onların diametrinin kiçilməsinə və süzülmə müqavimətinin artmasına səbəb olur ki, bu da öz növbəsində quyudibi ilə qidalanma konturu arasında təzyiqlər fərqini artırır. Müəyyən müddətdən sonra quyudibi zonanın təzyiqlər fərqi bu zonada yığılmış maye kütləsini quyu gövdəsinə doğru hərəkətə gətirir (Abbasov, Fataliyev, 2015).

Beləliklə, 1-ci şəkildə müşahidə edilən tendensiya məsaməli mühitdə retroqrad kondensasiya nəticəsində çökmüş kondensatın dövri olaraq hasil edilməsi və həm də quyudan daha uzaq zonalarda yerləşən SMK-nın süzülməyə qismən qoşulması kimi izah edilə bilər. Xatırladaq ki, Bulla-dəniz yatağının VII horizontunun lay təzyiqi 1976-cı ildən 1979-cü ilə qədər 63-65 MPa-ya qədər düşmüşdür. Bu isə onu göstərir ki, ikifazalı axın retroqrad kondensasiyadan böyük təzyiqlərdə də baş verirdi. Bu hadisə bütün yataq üzrə baş verdiyindən oxşar hadisə VII horizontun 32, 34 saylı və digər quyularında da müşahidə edilmişdir.

2-ci şəkildə VII horizontu istismar edən 32 (1978-ci il aprel ayında istismara buraxılıb) və 34 (1978-ci ildən istismara buraxılıb) saylı quyuların ortasutkalıq kondensat amilinin ilk üç ildə aylar üzrə dəyişməsi verilmişdir.




**1-ci şəkil.** Bulla-dəniz yatağının VII horizontunun 20 və 25 saylı quyularının istismarın ilkin müddətində quyu məhsulunun ortasutkalıq qaz-kondensat amili




**2-ci şəkil.** Bulla-dəniz yatağının VII horizontunun 32 və 34 saylı quyularının istismarın ilkin müddətində quyu məhsulunun ortasutkalıq qaz-kondensat amili

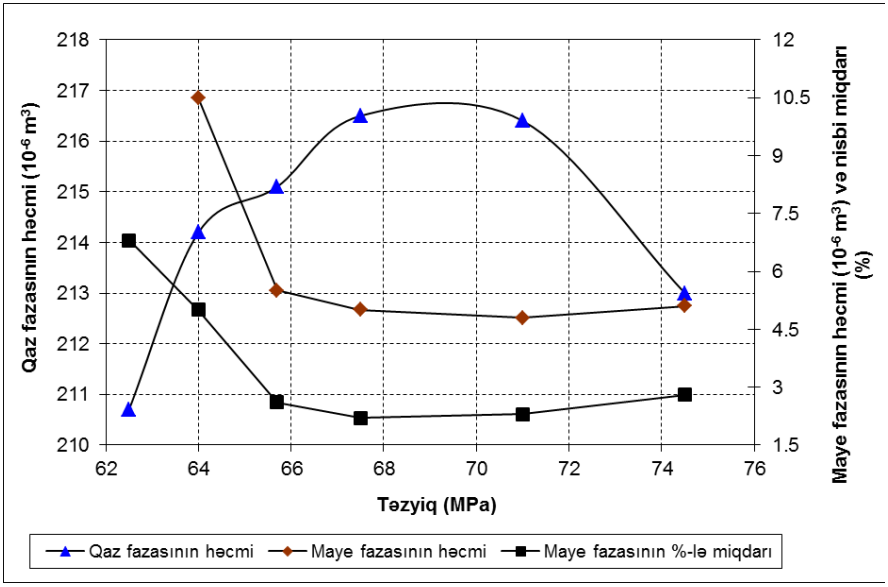
20 və 25 saylı quyularda olduğu kimi, burada da quyuların istismarının ilkin dövründə kondensat amilinin daha geniş intervalda dəyişməsi və daha sonra stabitləşməsi müşahidə edilir (2-ci şəkil). Xatırladaq ki, VII horizontun lay təzyiqi 1981-ci ildə artıq 56-57 MPa-ya qədər düşmüşdür və bu, retroqrad kondnsasiya təzyiqindən kifayət qədər aşağı təzyiqdir. Buna baxmayaraq, 2-ci şəkilə əsasən, quyunun kondensat hasilatında artım və uyğun olaraq quyu məhsulunun kondensat amilinində müəyyən qədər yüksəlməsi izlənilir. Bu isə quyudibi depressiya nəticəsində yatağın həyəcanlanma zonasının artması və bu zonada olan sərbəst mayenin (bu SMK və retroqrad çokmüş kondensat ola bilər) bir hissəsinin quyuya hərəkət etməsi hesabına yaranır, yəni bu faktlar SMK-nın və retroqrad çökmüş kondensatın hidrodinamiki proseslərdə iştirak etməsini sübut edir.

## Müxtəlif qaz-kondensat yataqları üzrə lay sisteminin termodinamiki tədqiqat nəticələrinin təhlili

Qeyd edildiyi kimi, Azərbaycanın bir sıra qaz-kondensat yataqlarında istismarın ilkin dövründə həyata keçirilmiş termodinamiki tədqiqatlar retroqrad kondensasiya təzyiqinin lay təzyiqindən böyük (bərabər) olmasına baxmayaraq, ilkin lay şəraitində yataqda maye fazasının mövcud olmasını və bu fazanın qismən istismar quyuları vasitəsilə hasil edilməsini təsdiq etmişdir (Гриценко и др., 1995; Мамедова, 2011). Aşağıda bu istiqamətdə bəzi nümunələr araşdırılmışdır.

Bulla-dəniz yatağını istismar edən 20 saylı quyudan götürülmüş nümunələrə əsasən təbii qazın tərkibi: $C_1$ – 87,37; $C_2$ – 4,52; $C_3$ – 1,77; $C_4$ – 1,12; $C_{5+}$ – 4,83; $CO_2$ – 0,39% təyin edilmiş, kondensat amili – 0,412 kq/m$^3$, stabil kondensatın sıxlığı isə 811,7 kq/m$^3$ ölçülmüşdür. Termodinamiki tədqiqatlar – kontakt kondensasiyası zamanı (1977-ci il) lay temperaturuna (114$^0$C) və təzyiqinə (71,3 MPa) uyğun şəraitdə sistemdə ümümi həcmin 2,3%-ni təşkil edən maye fazası müşahidə edilmişdir. Bu maye fazası xaric edildikdən sonra standart şəraitdə stabil vəziyyətə gətirilmiş və onun sıxlığı 857,6 kq/m$^3$, lay şəraitində qazla doyması 400 m$^3$/m$^3$ və həcmi genişlənməsi 1,94 müəyyən edilmişdir. Sistemdə maye fazasının mövcud olmasına baxmayaraq, onun lay temperaturuna uyğun izoterminin təhlili nəticəsində retroqrad kondensasiya təzyiqi 62,5 MPa qəbul edilmişdir (3-cü şəkil).

3-cü şəkildə maye və qaz fazalarının həcmlərinin və maye fazasının sistemin ümumi həcminə görə %-lə miqdarının təzyiqdən asılılıqlarından görünür ki, bu amillərin yüksək təzyiqlərdə dəyişmə dinamikası mürəkkəb xarakterə malikdir. Parametrlərin bu şəkildə dəyişməsi sistemin retroqrad kondensasiya təzyiqinin düzgün təyin edilməsində belə çətinlik yaradır. Burada tədqiqatçılar tərəfindən sistemin retroqrad kondensasiya təzyiqinin 62,5 MPa təyin edilməsinin səbəblərini əsaslandırmaq olar: 1) sistemin maksimal kondensasiya təzyiqi – 35,5 MPa və bu təzyiqdə sistemdə mövcud olan mayenin miqdarı 14,1% (36,2x10$^{-6}$ m$^3$) təyin edilmişdir. Bundan sonra təzyiqin artırılması zamanı maye fazasının azalması müşahidə edilmiş və təzyiqin 62,5 MPa qiymətindən sonra bu azalma tempi kəskin zəifləmiş və daha sonra nisbətən sabitləşmişdir; 2) ölçmələr nəticəsində təsdiq edilmişdir ki, bu təzyiqdən sonra qaz fazasında kondensatın sıxlığı, demək olar ki, sabit qalır; 3) retroqrad kondensasiya təzyiqinin bu qiyməti 70 MPa təzyiqdə sistemdən maye fazası xaric edildikdən sonra yenidən dəqiqləşdirilmişdir. Buna baxmayaraq, burada bəzi məqamlar ənənəvi qanunauyğunluqdan yayınır və maraq doğurur. Bu əlamətləri 3-cü şəkilə əsasən şərh etmək olar. Burada retroqrad kondensasiya təzyiqindən sonra istər maye fazasının və istərsə də qaz fazasının təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinin xarekterində kəskin dəyişikliklər yaranır. Maye fazası miqdarının azalması dayanır və təzyiqin 70 MPa qiymətindən sonra yenidən artmağa doğru meyillənir. Mayenin sistemin ümumi həcminə görə %-lə miqdarı isə 2,2%-dən aşağı düşmür və təzyiqin 70 MPa qiymətindən sonra hətta artmağa başlayır.




**3-cü şəkil.** Bulla-dəniz yatağının 20 saylı quyusunun numunələri əsasında 114$^0$C temperaturda kontakt kondensasiyası nəticəsində yüksək təzyiqlərdə əldə edilmiş məlumatlar

Burada qaz fazasının təzyiqdən asılı olaraq azalması da maraqlı xarakterə malikdir. Retroqrad kondensasiya təzyiqindən sonra təzyiqin artırılması qaz fazasının həcminin artmasına səbəb olur və bu artım (143,7-dən $183x10^{-6}$ $m^3$-ə qədər) təzyiqin təxminən 70 MPa qiymətindən sonra sabitləşir və hətta azalma tendensiyası müşahidə edilir. Tədqiqatçıların qeydinə əsasən (Мамедова, 2011; Абасов и др., 2013), retroqrad kondensasiya təzyiqindən böyük təzyiqlərdə pVT bombasının gözlüyündən sistemdə maye fazasının görünməsinə baxmayaraq mayedən qaz fazasına keçid tədrici–fasiləsiz xarakter alır. Buna görə də mayenin miqdarı dəqiq təyin edilə bilmir.

Azərbaycanın Bahar yatağının V-VII horizontları qaz-kondensat, "fasilə" lay dəstəsinin bəzi layları isə qaz-kondensat-neft yataqları kimi qiymətləndirilmişdir (Абасов и др., 2013). Bu, yatağın VI, VII, IX və X horizontlarının uyğun olaraq 67, 70, 26 və 54 saylı quyuları üzrə aparılmış termodinamiki tədqiqat məlumatlarından aşkar edilmişdir. Aparılmış bu təcrübi termodinamiki tədqiqatlar (1979-cu il) (Садых-заде и др., 1979) qeyd olunan horizontlarda lay sisteminin birfazalı halda olmasını sübut etmişdir. Tədqiqatlar УГК-3 tipli pVT bombasında aparıldığından parametrlərin dəyişmə diapazonu qurğunun texniki imkanları daxilində seçilmiş və buna görə də lay təzyiqi və ya retroqrad kondensasiya təzyiqi aproksimasiya edilərək təyin edilmişdir (Абасов и др., 1994; Мамедова, 2011). Horizontlar üzrə lay təzyiqi lay sisteminin retroqrad kondensasiya təzyiqinə bərabər hesab edildiyindən kontakt izoterminin dəyişmə qanunauyğunluğu saxlanılmaqla onun təzyiq oxu ilə kəsişmə nöqtəsinə uyğun gələn qiymət lay təzyiqinin qiyməti kimi qəbul edilmişdir. Uyğun olaraq, bu zaman maye fazasının sıfra bərabər olması şərti ödənilmiş olur.

Biz bu tədqiqat məlumatlarını yenidən nəzərdən keçirmiş və kontakt kondensasiya izoterminin retroqrad kondensasiya təzyiqi ətrafında dəyişmə qaunnauyğunluqlarını faktiki qiymətlər əsasında daha dəqiq araşdırmışıq. Yatağın 26, 67, və 70 saylı quyularından götürülmüş qaz-kondensat nümunələri əsasında alınmış nəticələr cədvəldə təqdim edilmişdir.

Cədvəldən göründüyü kimi, lay şəraitinə uyğun termobarik (təzyiq və temperaturda) vəziyyətdə lay sistemi hələ də ikifazalı haldadır. Verilmiş quyular üzrə maye fazası lay sisteminin 0,078, 0,04 və 0,2%-ni təşkil edir. Bu miqdar təqdim edilən eksperiment üçün kiçik olsa da, ümumi yataq üçün kifayət qədər böyükdür və hidrodinamiki proseslərdə müəyyən rol oynaya bilər.

Qeyd olunan quyuların qaz və kondensat hasilatlarının dinamikası və quyu məhsulunun kondensat amilinin zamandan asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluğu da quyuya ikifazalı axının olmasını və onun süzülmə proseslərinə təsirini təsdiq etmişdir (Аббасов, Фаталиев, 2016). Digər tərəfdən, qeyd etmək lazımdır ki, SMK-nın quyu hasilatı üzrə təyin edilmiş miqdarı onun ümumi yataq üzrə miqdarını tam əks etdirə bilməz, çünki bu, SMK-nın yalnız süzülmədə iştirak edən hissəsini təmsil edir.

Bahar yatağının 26, 67 və 70 saylı quyularından götürülmüş nümunələrin tədqiqi əsasında alınmış kontakt kondensasiya nəticələri

| Təzyiqin qiyməti, MPa | Kontakt kondensasiya zamanı maye fazasının miqdarı, %-lə | | |
|---|---|---|---|
| | 26 saylı quyu | 67 saylı quyu | 70 saylı quyu |
| 18 | 2,08 | 1,12 | 1,2 |
| 18,6 | | 1,09 | |
| 19,8 | | | 1,15 |
| 20 | 2,09 | | |
| 22,8 | | | 0,92 |
| 24 | | 0,852 | |
| 24,6 | 1,8 | | |
| 25,2 | | | 0,77 |
| 27,4 | | | 0,6 |
| 30 | 1,22 | 0,3 | |
| 30,5 | | | 0,36 |
| 33,6 | 0,53 | | |
| 33,7 | | 0,141 | |
| 36,8 | | 0,061 | |
| 39 | 0,078 | 0,04 | 0,2 |

Laboratoriyamızda aparılmış tədqiqatlarda (Abbasov, Fataliyev, 2015; Аббасов, Фаталиев, 2016) qaz-kondensat sisteminin retroqrad kondensasiya prosesi lay modelində və pVT bombasında qarşılıqlı şəkildə öyrənilmişdir. Tədqiqatlarla aşkar edilmişdir ki, lay şəraitində qaz-kondensat sisteminin retroqrad kondensasiyası onun duman halından (pVT bombasında retroqrad kondensasiya ərəfəsi müşahidə edilən) böyük təzyiqlərdə başlaya bilər. Bu nəticələr eksperiment və emprik ifadələrlə yanaşı, real qaz-kondensat quyu məlumatları əsasnda sübut edilmişdir. Alınan nəticələri ümumiləşdirməklə retroqrad kondensasiya təzyiqindən böyük təzyiqlərdə quyudibi zonada yaranan ikifazalı süzülmənin səbəbini yatağın ilkin şəraitində qaz fazasına keçə bilməyən ağır komponentlərdən ibarət sərbəst maye komponentlərin – "qalıq kondensat"ın; retroqrad kondensasiya təzyiqindən böyük təzyiqlərdə ikinci normal kondensasiya nəticəsində süxur səthinə adsorbsiya olunmuş karbohidrogen mayenin və məsaməli mühitdə səthi qüvvələr hesabına retroqrad kondensasiyanın tezləşməsindən yaranan maye fazasının müəyyən təzyiqlər fərqi hesabına hərəkət etməsi kimi izah etmək olar.

## NƏTICƏLƏR

Yuxarıda müxtəlif yataqlarda həyata keçirilmiş nəzəri və təcrübi tədqiqat məlumatlarının təhlilinə əsasən lay şəraitində SMK-nın yaranma mexanizmi layda yerləşmə vəziyyəti və hidrodinamiki proseslərdə rolu haqqında əldə edilən yeni nəticələri aşağıdakı şəkildə yekunlaşdıraraq əsaslandırmaq olar.

Bulla-dəniz və Bahar yataqlarının nümunələri əsasında həyata keçirilmiş termodinamiki tədqiqatlarından alınan məlumatlardan məlum olmuşdur ki, qaz-kondensat sistemləri retroqrad kondensasiya təzyiqindən böyük təzyiqlərdə belə, ikifazalı halda ola bilir, yəni bəzi ağır karbohidrogen komponentlər çox böyük təzyiqlərdə belə, qaz fazasına keçə bilmədiyindən lay şəraitində maye fazasını formalaşdırır. Bu səbəbdən, laboratoriya şəraitində də müşahidə edilən həmin maye kütləsi "qalıq kondensat" adlandırılır. Tədqiqatlardan məlum olur ki, "qalıq kondensat" layda rast gəlinən SMK-nın yalnız bir hissəsini təşkil edə bilər. Belə ki, qaz-kondensat yataqlarına məxsus lay sistemlərinin kontakt kondensasiya izotermlərinin tədqiqi zamanı məlum olmuşdur ki, təzyiqin izotermik olaraq retroqrad kondensasiya təzyiqindən sonra artırılması maye fazasının nəinki azalması və hətta artması ilə nəticələnə bilər. Rekombinə edilmiş nümünələrlə aparılan eksperimental tədqiqatlarda sistemin retroqrad kondensasiya təzyiqindən böyük təzyiqlərdə yenidən mayeləşməsi təcrübi olaraq sübut edilmişdir. Digər tərəfdən, lay modelində aparılmış tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, qaz-kondensat sistemləri verilmiş temperaturda, lay şəraitində retroqrad kondensasiya təzyiqinin pVT bombasında təyin edilmiş qiymətindən daha böyük təzyiqlərdə kondensasiya edir. Kondensasiya etmiş bu maye komponentlərinin süxur səthi ilə sıx əlaqədə olması səthi qüvvələrin hesabına baş verir və istismarın müəyyən müddətində retroqrad kondensasiya təzyiqindən (pVT bombasında təyin edilmiş) böyük təzyiqlərdə belə, layda maye fazasının yaranmasına səbəb olur. Alınan bu nəticələri ümumiləşdirməklə yataq şəraitində rast gəlinən SMK-nın üç müxtəlif mexanizm üzrə yaranan karbohidrogen mayenin hər hansı bir nisbətdə qarışığı şəkilində mövcud olmasını iddia etmək olar. Göründüyü kimi, bu mayenin tipinin əvvəlcədən məlum olması yataqların istismarının düzgün idarə edilməsində əhəmiyyətli ola bilər

Qeyd edildiyi kimi, layda mövcud olan SMK-nın bir hissəsi süxur səthi ilə sıx əlaqədə olur. Süxur səthinə adsorbsiya yatağın uzun illər ərzində formalaşması müddətində davam etdiyindən maye ilə səth arasında sabitləşmiş rabitənin yaranmasına səbəb olur. Burada səthi qüvvələr qravitasiya qüvvələrini dəf etdiyindən bu növ əlaqədə olan kondensat kütləsi qravitasiya qüvvələrinin təsirinə məruz qalmır və yatağın geoloji quruluşundan asılı olmayaraq müxtəlif sahələrində rast gəlinir. Bir sıra qaz-kondensat yataqlarından kəşfiyyat zamanı götürülmüş süxur nümunələrinin tədqiqi də bunu təsdiq etmişdir (Фатеев, 2014). Neft araqatına məxsus olan qaz-kondensat yataqlarında isə bu, fərqli şəkil alır. Ağır komponentlərin çoxluğu hesabına süxur səthində maye qatının qalınlığı artır və səth ilə əlaqə zəifləyir. Başqa sözlə, məsamələrdə maye fazası sərbəst şəkildə mövcud olur. Belə karbohidrogen qarışığı yataq əmələgəlmə müddətində və hətta bundan sonra belə, qravitasiya qüvvələrinin təsiri altında maye kütləsi yaradaraq miqrasiya etməkdə olur. Bu növ yataqlarda ayrı-ayrı quyularda istismarın ilkin müddətində (neft zolağı olan hissələrdə qazılmış quyularda) və ya istismarın müəyyən mərhələsindən sonra quyudibi zonaya ağır komponentlərin süzülməsi müşahidə edilir (Мамедова, 2011; Фатеев, 2014).

Lay və quyu məlumatlarının təhlilindən məlum olur ki, SMK-nın layın ayrı-ayrı hissələrində səthi qüvvələr hesabına hərəkətsiz qalan yatağın formalaşması zamanı qravitasiya qüvvələrinin təsiri altında yaranan proseslərdə iştirak etməyən hissəsi də yatağın istismarı zamanı quyudibi zonada yaradılan müəyyən təzyiq depressiyası hesabına süzülmə proseslərində iştirak edə bilir. Bu fraksiyalar əsasən yüksək qaynama temperaturuna malik komponentlərdən ibarət olduğundan quyular vasitəsilə hasil edildikdə neft, yüngül neft və ya səpələnmiş kondensat adlandırılmışdır. Bu, Bulla-dəniz yatağını istismar edən quyuların göstəricilərinin təhlilində sübut edilmişdir. Bəzən miqdarı kiçik olduğundan bu maye nəzərə alınmır və beləliklə, yataqların istismarında əhəmiyyətə malik olan bir amilin nəzərdən qaçırılmasına səbəb olur. Halbuki bu maye fazasının miqdarının, layda hərəkətinin və onun hasilatının nəzərə alınması qaz-kondensat yataqlarının rasional istismar üsullarının seçilməsində əhəmiyyətli ola bilər.

### ƏDƏBİYYAT

Abbasov Z.Y., Fataliyev V.M. About the physical nature of the retrograde condensation pressure of gas-condensate systems in the porous media condition. The reports of NAS of Azerbaijan, 1, LXXI, 2015, c. 60-65.

Абасов М.Т., Джеваншир Р.Д., Кондрушкин Ю.М. и др. Оценка подтверждаемости промышленных запасов газа и конденсата, анализ текущего состояния и рекоменда-

### REFERENCE

Abasov M.T., Abbasov Z.Ya., Fataliyev V.M. et al. About phase transition during development of gas-condensate deposits. Doklady of RAS, V.6, №427, 2009, pp. 802-805 (in Russian).

Abasov M.T., Abbasov Z.Ya., Fataliyev V.M., Hamidov N.N., Mammadova G.G. Applied issues of thermodynamics during oil and gas production. Nafta-Press. Baku, 2013, 212 p. (in Russian).

ции по повышению надежности подсчета запасов на морских месторождениях Каспийского моря Азербайджана. Фонды Института проблем глубинных нефтегазовых месторождений АН Азербайджана. Баку. 1994, 150 с.

Абасов М.Т., Аббасов З.Я., Фаталиев В.М. и др. О фазовых превращениях при разработке газоконденсатных залежей. Доклады РАН, В.6, № 427, 2009, с. 802-805.

Абасов М.Т., Аббасов З.Я., Фаталиев В.М., Гамидов Н.Н., Мамедова Г.Г. Прикладные вопросы термодинамики при добыче нефти и газа. Nafta-Press. Баку, 2013, 212 с.

Аббасов З.Я., Фаталиев В.М. Исследование физико-термодинамических процессов в углеводородных системах при давлениях выше давления ретроградной конденсации. В материалах научной сессии, посвященной 90-летию со дня рождения академика Митата Теймур оглы Абасова: Фундаментальные и прикладные проблемы разработки месторождений нефти и газа. Баку, 2016, с.135-186.

Васильев В.В., Коваленко А.П., Патраков, Д.П. Особенности эксплуатации среднедевонских залежей летучей нефти с высоким газовым фактором Первомайской группы месторождений. Нефтяное хозяйство, № 11, 2010, с. 58-61.

Гриценко А.И., Николаев В.А., Тер-Саркисов Р.М. Компонентоотдача пласта при разработке газо-конденсатных залежей. Недра. Москва, 1995, 264 с.

Краснова Е.И. Исследование влияния геолого-физических особенностей залежей на конденсатоотдачу в процессе разработки месторождений углеводородного сырья. Дис. канд. тех. наук. Тюмень, 2014, 121 с.

Мамедова Г.Г. Закономерности изменения физико-химических и термодинамических свойств флюидов газоконденсатных залежей по месторождениям Азербайджана. Дис. …докт. философии по техническим наукам. Баку, 2011, 139 с.

Садых-заде Э.С., Разамат М.С., Ягубов М.С. Исследование сепарации нефтегазоконденсатной системы месторождения Бахар. Известия ВУЗ «Нефть и газ», № 10, 1979, с. 39-42.

Фатеев Д.Г. Исследование фазового поведения газоконденсатных смесей в условиях аномально высокого пластового давления. Дис. ...канд. тех. наук. Тюмень, 2014, 132 с.

Фейзуллаев Х.А., Алиев И.Н. Влияние состава углеводородной смеси на конденсатоотдачу при разработке пласта в режиме истощения. Научные Труды SOCAR, № 3, 2014, с.71-76.

Abasov M.T., Jevanshir R.D., Kondrushkin Yu.M. et al. Assessment demonstration of industrial reserves of oil and gas-condensate, analysis of current conditions and recommendations on increase of gas reserves estimation in marine fields of Caspian Sea. Azerbaijan Funds of Institute of Deep Oil and Gas fields, AS of Azerbaijan. Baku, 1994, 150 p. (in Russian)

Abbasov Z.Ya., Fataliyev V.M. About the physical nature of the retrograde condensation pressure of gas-condensate systems in the porous media condition. The reports of NAS of Azerbaijan, V. LXXI, №1, 2015, pp. 60-65.

Abbasov Z.Ya., Fataliyev V.M. Study of physics-thermodynamic processes in hydrocarbonic systems during pressure above retrograde condensation pressure. Proceedings of scientific session dedicated to 90th anniversary of academician Mitat Teimur ogly Abasov: Fundamental and applied problems of oil and gas fields development. Baku, 2016, pp. 135-186 (in Russian).

Fateyev D.G. Study of phase behavior of gas condensate fluid under conditions of abnormal high reservoir pressure. PhD thesis (Engineering Sciences). Tyumen, 2014, 132 p. (in Russian).

Feizullayev Kh.A., Aliyev I.N. Influence of hydrocarbon mixture composition on condensate recovery during development of bed by pressure depletion. SOCAR Proceedings, №3, 2014, pp. 71-76 (in Russian).

Gritsenko A.I., Nikolayev V.A., Ter-Sarkisov P.M. Extraction of components of stratum during development of gas-condensate deposits. Nedra. Moscow, 1995, 264 p. (in Russian).

Krasnova Ye.I. Study of influence of geologic-physical peculiarities in deposits upon extraction of components during development of raw hydrocarbons deposits. PhD thesis (Engineering Sciences).Tyumen, 2014, 121 p. (in Russian).

Mammadova G.G. Change patterns of physics-chemical and thermodynamic properties of fluids from gas-condensate deposits along fields of Azerbaijan. PhD thesis (Engineering Sciences). Baku, 2011, 139 p. (in Russian).

Sadykh-zade E.S., Razamat M.S., Yagubov M.S. Study of separation of oil and gas-condensate system of Bakhar field.“Oil and Gas studies”, Tyumen, 10, 1979, pp. 39-42 (in Russian).

Vasilyev V.V., Kovalenko A.P., Patrakov D.P. Exploitation peculiarities of volatile oil deposits with high gas factor of 1st May group of fields in the Middle Devonian. Oil industry, 11, 2010, pp. 58-61 (in Russian).

## SƏPƏLƏNMİŞ MAYE KARBOHİDROGEN AMİLİ, ONUN FİZİKİ-TERMODİNAMİKİ MAHİYYƏTİ VƏ QAZ-KONDENSAT YATAQLARININ İSTİSMARINDA ƏHƏMİYYƏTİ HAQQINDA

**V.M.Fətəliyev, S.A.Səlimova, S.D.Məhərrəmova**
*AMEA Neft və Qaz İnstitutu*
*AZ1000, Bakı, F.Əmirov küçəsi, 9: fatavm@bp.com*

***Xülasə.*** Məqalədə Azərbaycanın və Rusiyanın bir sıra yataqlarının mədən və termodinmiki tədqiqat məlumatlarından istifadə etməklə retroqrad kondensasiya təzyiqindən böyük təzyiqlərdə qaz-kondensat yataqlarında mövcud olan maye fazasının, yəni səpələnmiş maye karbohidrogenin (SMK) yaranma mexanizmi araşdırılmış və onun üç növü müəyyən edilmişdir. Bunlar lay sistemində hətta yüksək təzyiqlərdə belə, qaz fazasına keçə bilməyən ağır maye komponentlərin olması, yüksək təzyiqlərdə sistemin yenidən kondensasiya etməsi və lay şəraitində retroqrad kondensasiyanın səthi qüvvələrin təsirindən daha böyük təzyiqlərdə başlaması hesabına yaranan kondensatdır. Təcrübi nəticələrin təhlili əsasında SMK-nın yataq şəraitində yerləşmə vəziyyəti qiymətləndirilmişdir. SMK yatağın uzun illər ərzində formalaşması müddətində dənəciklərin səthinə adsorbsiya edərək süxur səthi ilə sıx əlaqədə olan və lay sistemində ağır komponentlərin çox olması hesabına süxur səthi ilə zəif əlaqəyə malik, sərbəst formada olan və hidrodinamiki proseslərdə iştirak edə bilən hissələrə ayrılmışdır. Qeyd edilir ki, belə maye faza miqdarının, layda hərəkətinin və onun hasilatının qaz-kondensat yataqlarının rasional istismar üsullarının seçilməsində nəzərə alınması əhəmiyyətli ola bilər.

***Açar sözlər:*** *maye fazası, retroqrad kondensasiyası, qaz-kondensat yatağı, faza çevrilməsi, qaz-kondensat sistemi*

# ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ РАССЕЯННЫХ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ИХ РОЛЬ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОКОНДЕНСАТНОЙ ЗАЛЕЖИ

**В.М.Фаталиев, С.А.Салимова, С.Д.Магеррамова**
*Институт нефти и газа Национальной Академии Наук Азербайджана*
*AZ1000, Баку, ул. Ф.Амирова, 9: fatavm@bp.com*

***Резюме.*** В результате анализа термодинамических экспериментальных, а также промысловых данных по добывающим скважинам ряда месторождений Азербайджана и Российской Федерации выявлены три источника образования рассеянных жидких углеводородов (РЖУ) в интервале давлений выше давления ретроградной конденсации: наличие тяжелых углеводородов, не перешедших в газовую фазу даже при высоких давлениях; конденсата, образовавшегося в результате конденсации системы вновь, и конденсата, выделяющегося из системы за счет конденсации при более высоких давлениях из-за влияния поверхностных сил в пластовых условиях. Было установлено, что РЖУ в условиях залежи могут образовываться и в результате комбинации этих трех названных выше причин. Определено два вида расположения РЖУ в условиях залежи. Жидкость в пласте тесно связана с поверхностью пород, т.к. происходит длительная адсорбция молекул жидкости на поверхность песчинок. Высокое содержание тяжелых углеводородов ослабляет поверхностные силы между породой и жидкостью, из-за чего жидкость в условиях пласта находится в более свободном состоянии. Отмечается, что при выборе рациональных методов эксплуатации газоконденсатных месторождений необходимо обращать внимание и на объем этой жидкой фазы, ее движение в пласте и извлечение.

***Ключевые слова:*** *жидкая фаза, ретроградная конденсация, газоконденсатные месторождения, фазовое превращение, система газового конденсата*

**ANAS Transactions Earth Sciences 1 / 2018**

*Theory and practice of oil and gas fields development*

http://www.journalesgia.com

# MULTİFAZALI YIĞIM-NƏQL BORU KƏMƏRLƏRİNDƏ KORROZİYA PROBLEMLƏRİ

**Q.Q.İsmayılov[1], E.X.İskəndərov[2], F.B.İsmayılova[2]**
*[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,*
*[2]Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya ETİ,*
*AZ1010, Bakı şəhəri, Azadlıq prospekti, 20: e.iskenderov62@mail.ru*

**CORROSION PROBLEMS IN MULTIPHASE CHARGE AND TRANSPORTATION PIPE LINES**

**G.G.Ismayilov[1], E.Kh.Iskandarov[2], F.B.Ismayilova[2]**
*[1]Azerbaijan State Oil and Industrial University*
*[2]Research Institute of Technological Problems of Oil, Gas and Chemistry*
*Baku, Azadlig Ave., Baku, Azerbaijan, AZ1010: e.iskenderov62@mail.ru*

***Keywords:*** *pipe line, multiphase flows, charge and transport system, corrosion-erosion rate, fractional composition, hydrodynamic regulation, oilfield environment*

***Summary.*** Analysis of the inter-field multiphase pipeline operation shows that the destruction has an erosional feature, with corrosion rate reaching 20 mm/year. The dynamic influence of multiphase flows on the pipeline corrosion-erosion destruction rate for the oil and gas charge and transportation was not studied. The paper investigates the reasons of corrosion-erosion processes in the multiphase oilfield pipeline system on the Azerbaijan deposits, as a case study. It was found out that the pipeline corrosion-erosion rate is mainly defined by the friction forces with the measure to be determined not much by a number of mechanical particles, but by the size. The paper suggests specific possible options for reducing the corrosion rate and utilization of the separated mechanical impurities and water in oilfield environment. In particular, as an effective innovative method, it was proposed the way to prevent from corrosion based on removing large particles in multiphase flow prior to the intake of well products into the reservoir.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

**Giriş.** Karbohidrogenlərin çıxarılması, yığılması, hazırlanması və nəqli laydan məhsulun yer səthinə qaldırılması, separasiya məntəqələrinə istiqamətləndirilməsi, fazalara ayrılması və mədəndaxili nəql məsələləri ilə bağlı prosesləri özündə cəmləşdirən neft, neft qazı, lay suyu və mexaniki hissəciklərdən ibarət olan multifazalı qarışıqların hərəkətinə əsaslanır. Mühitin multifazalılığı ilə bağlı olan mədən problemlərinə işçi mühitin (məhsulun) hərəkətini, neftyığımı şəbəkəsində baş verən pulsasiyaları və digər mürəkkəbləşmələri, habelə çıxarılan məhsulun uçotu, mədən texnoloji boru kəmərlərinin korroziyası, multifazalı nasoslardan istifadə olunması məsələlərini və s. aid etmək olar.

Karbohidrogen yataqlarının istismar təcrübəsində neft-qaz yığımını və nəqlini həyata keçirən mədən texnoloji boru kəmərləri sistemində zədələnməqəza halları nəticəsində neft dağılmalarının baş verməsi ətraf mühitə mənfi təsir göstərən əsas amillərdən biridir. Təhlil göstərir ki, boru xətlərinin dağılmasının böyük əksəriyyəti eroziya və ya eroziya-korroziya xarakterli dağılmalarıdır. Belə ki, kəmərin dağılması onun aşağı səthi boyu baş verir və qısa zaman ərzində borunun divarını dağıdan yarıq əmələ gətirir (Лутошкин, 1977; Сулейманов и др., 1986).

**Tədqiqat obyekti.** Ümumiyyətlə, korroziya fəallığının qiymətləndirilməsi üzrə aparılan tədqiqatların nəticələrinə görə, əgər neftin və qazın tərkibində hidrogen-sulfid qazı yoxdursa, onlar aşağı korroziya fəallığı olan mühit hesab edilir. Belə ki, bu zaman polad borular üçün korroziya sürəti çox da böyük olmur və 0,1 mm/il təşkil edir. Yüksək minerallaşma dərəcəsinə malik olan lay suları belə statik şəraitdə orta korroziya fəallığına malik olur. Adətən, belə mühitdə polad konstruksiyaların korroziyaya uğrama sürəti 0,3 mm/il-dən çox olmur. Nisbətən böyük korroziya sürəti su-neft emulsiyalarının nəqlini həyata keçirən, əsasən kiçik nəql sürəti və aşağı sulaşma

hədlərində mədən boru kəmərlərində müşahidə olunur. Belə ki, bu zaman korroziya sürəti 3-5 mm/il-ə çatır və təsadüfi deyil ki, həmin kəmərlər 1-2 il ərzində sıradan çıxa bilər.

Mədən təcrübəsi onu da təsdiqləyir ki, qarışığın böyük sürətlərində polad boru kəmərləri korroziyaya qarşı daha dayanıqlı olur. Mövcud faktlara əsasən, demək olar ki, korroziya sürəti ilə qarışığın boru xətlərində hərəkət rejimləri arasında korrelyasiya əlaqəsi xeyli güclüdür.

Son illərdə aparılan tədqiqat işləri boru xətlərində baş verən yarıq korroziyalarının ümumi korroziya fəallığı ilə yanaşı, həm də nəql olunan multifazalı neft-qaz-su qarışıqlarının tərkibindəki mexaniki qarışıqların mövcudluğu ilə əlaqəli olduğunu təsdiqləyir.

Aktiv dağılmalar daha çox boru kəmərlərinin qalxan hissələrinin başlanğıcında baş verir. Bu hissələrin daha çox eroziyaya məruz qalması onunla bağlıdır ki, məhz bu hissələrdə bərk mexaniki hissəciklərin toplanması və onların qarışığın axını boyu dövri olaraq aşağı-yuxarı yerdəyişməsi baş verir.

Ümumiyyətlə, neftyığımı şəbəkəsinin və həmin şəbəkəyə daxil olan ayrı-ayrı boru xətlərinin dağılmasının statistikası ətraf mühitə neft dağılmaları və təmir-izolyasiya işlərinin həcminin əhəmiyyətli dərəcədə çox olduğunu göstərir. Mədən boru kəmərləri ilə ayrı-ayrılıqda komponentlərin nəqli ciddi təhlükə törətmir. Əmtəə neftləri isə korroziya üçün aktiv komponentlərə malik olmadığından inert mühit hesab edilir. Bu neftlər üçün korroziya sürəti 0,1 mm/il təşkil edir. Neft qazları da bu baxımdan inert hesab olunur və polad borular üçün korroziya sürəti 0,1 mm/il-dən çox olmur. Qaz-neft-su qarışıqlarının nəqli zamanı isə mədən texnoloji boru kəmərlərinin korroziya sürəti daha çox, təxminən 4-5 mm/il təşkil edir. Bu kəmiyyət su-neft emulsiyalarının nəqli zamanı təbəqələşmiş hərəkət rejimləri üçün daha da böyük qiymətlərə malik ola bilər. Ən başlıca rolu oynayan amil isə bu cür axınlar üçün hidrodinamik rejimin necə dəyişməsidir. Boru kəmərlərində eroziyalı (yarıq) korroziyaların baş verməsinin aşağıdakı səbəblərini göstərmək olar:

– ümumi korroziya fəallığı;

– nəql olunan neft-qaz-su qarışıqlarında mexaniki qarışıqların olması.

Təhlil və müşahidələr göstərir ki, ən çox dağılmalar relyefli boru kəmərlərinin qalxan hissələrinin başlanğıc sahələrində baş verir. Müəlliflər hesab edirlər ki, neft-qaz kəmərlərinin dağılmalardan mühafizə üsullarından biri hidrodinamik rejimin elə seçilməsidir ki, multifazalı qarışığın boru kəmərində ayrı-ayrı fazalara ayrılmış şəkildə nəqlinə yol verilməsin (Маричев и др., 1981; Бабенко, Стрелец, 2013).

Nisbətən böyükdiametrli neftyığımı boru kəmərləri üçün boruların alt hissəsində uzun yarıqların yaranması ilə müşahidə olunan korroziya dağılmaları Azərbaycan yataqlarının yığım-nəql sistemləri üçün çox xarakterikdir. Bu eroziya-korroziya yarıqlarının eni 20-60 mm, uzunluqları isə 5-20 m arasında dəyişə bilir. Belə bir sual ortaya çıxır: bəs necə olur ki, çox da aktiv olmayan korroziya mühitində bu uzunluqda yarıqlar, özü də məhz boru xətlərinin alt hissəsində yaranmış olur? Korroziya ilə məşğul olan tədqiqatçıların böyük əksəriyyəti bu cür halların baş verməsini metalın korroziya prosesinin turş mühitdə baş verməsi ilə əlaqələndirirlər (yəni karbon qazının su mühitində karbonat turşusu əmələ gətirməsi və turşunun metalı korroziyaya uğratması ilə). Ümumiyyətlə, baş verən hidravlik zərbələr, vibrasiyalar, mexaniki-kimyəvi həllolma kimi təsirləri əvvəlcədən söyləmək mümkün deyil və bu təsirlər boruların alt hissələrində müşahidə olunan lokal korroziya dağılmalarının izahını heç də verə bilmir. Çox da böyük olmayan axın sürətlərində (1 m/s-dək) qazmaye qarışıqlarının təbəqələşmiş struktur formalı axınları formalaşır və su fazası aşağıda ayrı faza kimi, onun üzərində isə neft emulsiyası və qaz hərəkət edir. Təmasda olan fazaların özlülükləri arasında olan fərqə görə maye fazaların arasında dalğalar yaranır. Bu zaman su fazasında olan mexaniki qarışıqlar (dəmir karbonatları və sulfidləri, qum, gil və s.) fazanın maye damlasına düşərək boruların daxili səthinin aşağı hissəsində karbonatlardan ibarət olan müdafiə qatına daim hidroeroziya təsiri göstərmiş olur. Odur ki, borunun aşağı hissəsindən həmin örtüyün təmizlənməsi prosesi baş verir ki, bu da korroziya-eroziya prosesini sürətləndirir. Uzun illərin təcrübəsi və təhlil göstərir ki, korroziya inhibitorlarının tətbiq olunması bu cür proseslərin qarşısını ala bilmir.

**Məsələnin qoyuluşu.** Boru kəmərlərinin aşağı hissəsində baş verən korroziya-eroziya proseslərinin qarşısının alınması probleminin həlli geniş tədqiqatlar tələb edir. İlk növbədə, daxili amillər hesabına baş verən bu proseslər multifazalı axınların, o cümlədən tərkibində mexaniki qarışıqlar olan axınların hidravlik xüsusiyyətlərinin nəzərə alınmasını tələb edir. Hər şeydən öncə, yataqların abadlaşdırılması mərhələsində (və ya onların istismarı prosesində) neft və qaz yığım xətlərinin kiçildilmiş diametrinin hesablanmış qiymətləri nəzərə alınmalıdır ki, borularda neft-qaz və su qarışıqlarının hərəkət sürətlərinin optimal səviyyəsi təmin edilə bilsin, yəni heç olmasa, multifazalı qarışıqlardan sərbəst su fazasının ayrılmasına yol verilməsin. Məlumdur ki, Xəzər dənizinin Azərbaycan sektorunda neft və qaz yataqlarının işlənilməsi əsasən dəniz özüllərindən qazılan quyular və məhsulun nəqlini həyata keçirən sualtı boru kəmərləri vasitəsilə həyata keçirilir. Neft və qazın nəqli üçün tikilən mədən texnoloji boru kəmərlərinin uzunluğu bir neçə kilometrdən onlarla kilometrə çatır. Əksər hallarda bu kəmərlərlə çoxfazalı və çox-

komponentli qarışıqların (neft-qaz, neft-qaz-su, qaz-kondensat, qaz-kondensat-su, o cümlədən mexaniki qarışıqlarla) nəqli həyata keçirilir və bu zaman bir sıra çətinliklər baş verir. Çoxfazalı sistemlərin nəqli zamanı yaranan problemlərin bir hissəsi boru kəmərləri trasının relyefinin müxtəlifliyi ilə bağlı olur. Müxtəlif relyef əmsalına ($R_ə$) malik olan boru kəmərləri üçün trasın mövcud olan əsas profilləri 1-ci şəkildə göstərilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, dəniz yataqları, o cümlədən Günəşli yatağı üçün xarakterik olan profillər *f* və *g* profilləridir. Belə ki, dəniz yataqlarının işlənilməsi ilə bağlı çəkilən sualtı neft-qaz kəmərlərinin tərkib hissəsində dik borular mövcud olduğundan həmin kəmərlərdə vertikal yuxarıdan aşağıya və aşağıdan yuxarıya hərəkət formalarının hesabına kəmərin relyefi mürəkkəb hesab edilir. Neft-qaz yığım kollektorlarının səmərəli fəaliyyətinə təsir edən amillər içərisində onların trasının profili ilə yanaşı, nəql olunan heterogen quyu məhsullarının özlülüyünü də göstərmək olar. Apardığımız hesablamaların təhlili göstərir ki, bu cür sistemlər üçün optimal nəql məsafəsinin qiymətləndirilməsi vacibdir. Trasın relyefindən və quyu məhsullarının özlülüyündən asılı olaraq multifazalı sistemlərin müxtəlif həcmdə və dəyişəndiametrli boru kəmərlərində hərəkəti zamanı optimal nəql məsafəsinin dəyişməsinin hesablanmış qiymətləri 1-ci cədvəldə göstərilmişdir. Ayrı-ayrı diametrlərdə kəmərin başlanğıc təzyiqinin müxtəlif qiymətləri üçün optimal nəql məsafəsinin relyef əmsalından asılı olaraq dəyişməsini əksetdirən asılılıqlar, uyğun olaraq 2-4-cü şəkillərdə göstərilmişdir. Şəkillərdən göründüyü kimi, təzyiq artdıqca və kəmərin diametri böyüdükcə optimal nəql məsafəsi artarsa, relyef əmsalının yüksəlməsi ilə bu məsafə azalır.

**Məsələnin həlli və müzakirəsi.** Mexanikadan məlumdur ki, eroziya təsirinin gücü – sürtünmə qüvvəsinin gücü (*N*) aşağıdakı kimi təyin edilir (Пустовит, 1980; Манжосов и др., 2011):

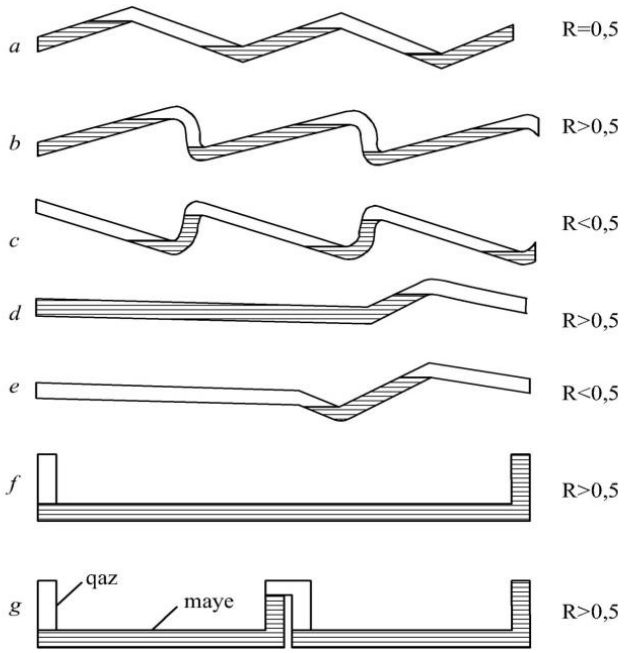
$$N = F \cdot \upsilon \qquad (1)$$

Burada, *N* – mexaniki qarışıqların borunun səthində sürtünmə qüvvəsinin gücü;
*F* – hissəciyin boruda sürtünmə qüvvəsi;
$\upsilon$ – hissəciyin hərəkət sürətidir (bu sürət hissəciyin ağırlıq mərkəzinə uyğun nöqtədə mayenin hərəkət sürəti qəbul edilir).

Boru kəmərində hərəkət zamanı mexaniki hissəcik üçün sürtünmə qüvvəsi aşağıdakı asılılığa əsasən müəyyən edilir:

$$F = (\rho_{m.h.} - \rho_m) g \varphi \pi d^3 / 6 \qquad (2)$$

Burada, *d* – mexaniki hissəciyin diametri;
$\rho_{m.h.}$ və $\rho_m$ – uyğun olaraq, mexaniki hissəciyin və mayenin sıxlığı;
$\varphi$ – hissəciyin metalla sürtünmə əmsalıdır.




**1-ci şəkil.** Müxtəlif relyef əmsallı ($R_ə=h_{qal}/L$) boru kəmərləri üçün trasın profilləri

Mexaniki hissəciyin yerdəyişmə sürətini kəmərin en kəsiyi boyu sürətin aşağıdakı paylanma qanunundan istifadə edərək müəyyənləşdirmək olar:

$$\upsilon = u\left[1 - \left(\frac{2r}{D}\right)^2\right] \qquad (3)$$

Burada, *u* – axının orta sürəti kimi qəbul edilə bilər.
*r* – axının oxu ilə mexaniki hissəciyin oxu arasındakı məsafədir.

Nəzərə alsaq ki, $r = \frac{D-d}{2}$, onda alarıq:

$$\upsilon = \frac{ud\left(2 - \frac{d}{D}\right)}{D} \qquad (4)$$

*F* və $\upsilon$-nin qiymətlərini (1) ifadəsində yerinə yazsaq, aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$N = 5{,}144(\rho_{m.h.} - \rho_m)\varphi u(2 - d/D)d^4/D \qquad (5)$$

Sonuncu ifadədən görünür ki, boru kəmərinə eroziya təsirinin gücü daha çox mexaniki hissəciklərin diametrindən asılıdır.

***1-ci cədvəl***

Trasın relyefi və məhsulun özlülüyündən asılı olaraq multifazalı sistemlərin optimal nəql məsafəsi

| Məhsulun həcmi, min t/il | Kəmərin başlanğıc təzyiqi, MPa | Boru kəmərinin daxili diametri, m | Quyu məhsulunun (neft, qaz, su) özlülüyü, $m^2/s$. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $10^{-5}$ | | | $8 \cdot 10^{-5}$ | | | $2 \cdot 10^{-4}$ | | |
| | | | Kəmər trasının relyef əmsalı, m/km | | | | | | | | |
| | | | 15 | 30 | 40 | 15 | 30 | 40 | 15 | 30 | 40 |
| | | | Multifazalı sistemlərin optimal nəql məsafəsi ($L_{opt.}$), km | | | | | | | | |
| 100 | 1,5 | 0,255 | 21,6 | 11,8 | 8,3 | 20,0 | 11,5 | 8,2 | 17,3 | 10,3 | 7,3 |
| 300 | | 0,357 | 21,0 | 11,6 | 8,2 | 19,4 | 11,3 | 8,0 | 18,0 | 10,6 | 7,4 |
| 1000 | | 0,509 | 19,7 | 11,3 | 8,1 | 17,9 | 10,8 | 7,8 | 16,3 | 10,0 | 7,2 |
| 100 | 2,0 | 0,255 | 36,7 | 19,6 | 14,6 | 34,0 | 19,0 | 14,3 | 29,1 | 17,0 | 12,5 |
| 300 | | 0,357 | 35,7 | 19,4 | 14,5 | 33,3 | 18,7 | 14,1 | 30,0 | 17,4 | 12,7 |
| 1000 | | 0,509 | 33,7 | 18,9 | 14,2 | 30,6 | 18,0 | 13,7 | 27,8 | 16,7 | 12,4 |
| 100 | 3,0 | 0,255 | 70,0 | 38,1 | 33,8 | 63,8 | 37,4 | 32,0 | 54,6 | 31,7 | 25,0 |
| 300 | | 0,357 | 66,3 | 37,9 | 33,5 | 64,8 | 37,0 | 32,3 | 56,4 | 32,6 | 25,6 |
| 1000 | | 0,509 | 65,5 | 37,2 | 32,2 | 60,0 | 35,6 | 31,5 | 53,5 | 31,5 | 25,0 |

Aşağıda multifazalı qarışıqların dinamikası nəzərə alınmaqla Azərbaycan yataqlarının timsalında neft-mədən texnoloji boru kəmərlərinin korroziyası prosesləri araşdırılmış və təhlil edilmişdir.

Azərbaycanın neftçıxarma tarixi göstərir ki, quyu-yığım sistemində multifazalı axınlarda olan mexaniki qarışıqlar təkcə texnoloji avadanlıqları və yığım-nəql kəmərlərini çirkləndirmir, həm də onları korroziyaya və aşınmaya – eroziyaya məruz qoyur. "Abşeronneft", "Neft Daşları" və "28 May" neft və qazçıxarma idarələrinin yataqlarında aparılan müşahidə və tədqiqatlar göstərir ki, quyudan çıxarılan hər litr mayenin tərkibində 0,01-0,4 mm ölçülü 0,5-5 q miqdarında mexaniki qarışıqlar (əsasən qumlar) olur. Texnoloji avadanlıqlar həmin mexaniki qarışıqların çökməsindən sonra qısa müddətdə (bir neçə həftəyə) çirklənmiş olur. Nasosların işlək hissələri mexaniki hissəciklərin təsirindən 3-4 aya yeyilərək sıradan çıxır, sızmalar və itkilər baş verir, ətraf mühit çirklənir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu zaman avadanlıqların dib çöküntülərindən təmizlənməsinə xeyli vaxt və əmək sərf olunur. Nəzərə alsaq ki, "Abşeron Bankası" yatağında dənizin dərinliyi 8-20 m, "Neft Daşları" yatağında 15-50 m, "Günəşli" yatağında isə 80-150 m arasında dəyişir, onda quyu məhsulunun meydançalararası nəqlində, nəql kəmərlərinin dənizin dibindən meydançaya qalxma yerində mexaniki qarışıq, parafin və duz çöküntülərindən çirklənməsindən borunun işçi en kəsiyinin azalması labuddur. Hər hansı səbəbdən nəql kəmərində dayanma olarsa və ya nəql sürəti azalarsa, mexaniki qarışıqların sualtı nəql kəmərinin meydançaya qalxma yerində dibə çökməsi və uzun müddət qaldıqda kipləşərək tıxac əmələ gətirməsi mümkündür.

Yüksəktəzyiqli quyuların neft-qaz axını təzyiqinin alçaqtəzyiqli (zəif) quyuların atqı xətlərinə əkstəsiri nəticəsində həmin quyuların iş rejimi pozulmuş olur.

Qeyd olunan yataqlar üzrə neft layının əsasən qum, qumdaşı və alevrolitlərdən ibarət olduğunu nəzərə alsaq, ayrı-ayrı fraksiyaların orta ölçüləri və onların borulara olan təsirinə görə nisbi paylanmasını şərti olaraq 2-ci cədvəldə göstərildiyi kimi qəbul etmək olar. Cədvəl məlumatlarına əsasən boru kəmərinə olan eroziya təsirinin gücü (5) ifadəsinə əsasən hesablanmışdır. Hesablamalar aşağıdakı ilkin məlumatlara əsasən aparılmışdır:

$D$ = 200 mm = 0,2 m;
$\rho_{m.h.}$ = 1800 kq/m$^3$;
$\rho_m$ = 800 kq/m$^3$;
$\upsilon$= 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 m/s.

Hesablamaların nəticələri 2-ci cədvəldə və 3-cü şəkildə verilmişdir. 2-ci cədvəldən göründüyü kimi, demək olar ki, 100% sürtünmə gücünün payı əsasən ölçüsü d > 0,5 mm olan fraksiyaların – mexaniki hissəciklərin payına düşür. Maraqlıdır ki, eroziya effektinin böyük əksəriyyətini (95%) ən böyük diametrli (1-2 mm) fraksiyalar yaradır. 0,1-0,3 mm ölçülü hissəciklərin mexaniki qarışıqların ümumi həcminin yarıdan çoxunu (56%) təşkil etməsinə baxmayaraq, ümumi sürtünmə gücündə onların payı, demək olar ki, yox dərəcəsindədir (2-ci cədvəl və 4-cü şəkil).

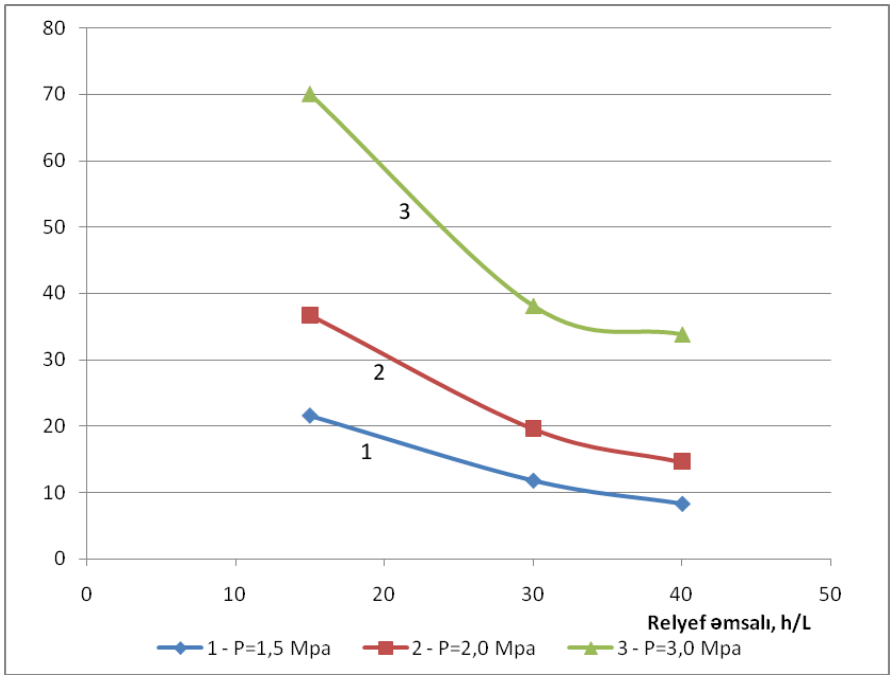
**Nəticə.** Quyu məhsullarının yığılması və nəqli zamanı boru xətlərində lokal şəkildə eroziya-korroziya hadisələrindən baş verən dağılmaların qarşısını

almaq üçün multifazalı axınların hidravlik xüsusiyyətləri nəzərə alınmalı, ilk növbədə, neft emulsiyalarından suyun və mexaniki qarışıqların ayrı-ayrı faza şəklində ayrılmasına yol verilməməlidir. Yığım-nəql xətlərini ən çox eroziyaya məruz qoyan mexaniki hissəciklərin diametri 0,5 mm-dən böyük olan fraksiyaları olduğu üçün həmin fraksiyaların boru kəmərlərinin başlanğıcında qum kameraları olan hidrosiklonların quraşdırılması ilə drenaj tutumlarına yığılmaqla utilizasiyası korroziya sürətinin xeyli azalmasına səbəb olar.

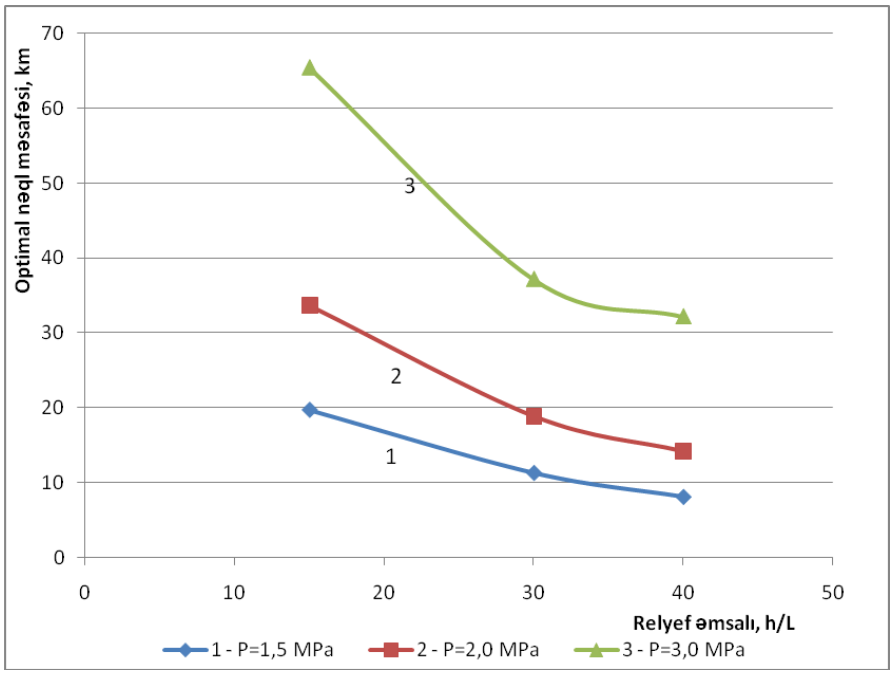
***2-ci cədvəl***

Mədən yığım-nəql xətlərində axının müxtəlf sürətlərində mexaniki hissəciklərdən yaranan sürtünmə gücünün hissəciklərin ölçüsündən asılılığı

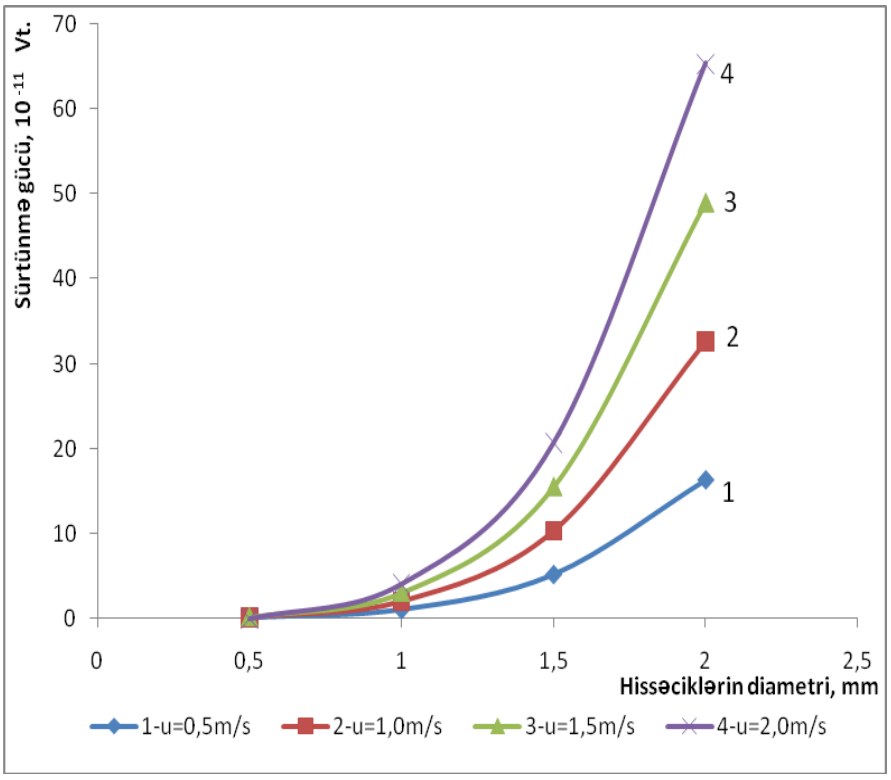
| Mexaniki hissəciklərin orta diametri, mm | Həcmdə hissə payı | Sürtünmənin gücü (müxtəlif axın sürətlərində), $N$, $10^{-11}$Vt | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,5 m/san. | | 1,0 m/san. | | 1,5 m/san. | | 2,0 m/san. | |
| | | güc | pay nisbəti | güc | pay nisbəti | güc | pay nisbəti | güc | pay nisbəti |
| 2,00 | 0,01 | 16350,00 | 0,72 | 32690,00 | 0,72 | 49040,00 | 0,72 | 65390,00 | 0,72 |
| 1,50 | 0,02 | 5179,00 | 0,23 | 10360,00 | 0,23 | 15540,00 | 0,23 | 20710,00 | 0,23 |
| 1,00 | 0,03 | 1024,00 | 0,05 | 2048,00 | 0,05 | 3073,00 | 0,05 | 4097,00 | 0,05 |
| 0,50 | 0,05 | 64,09 | 0,00 | 128,20 | 0,00 | 192,30 | 0,00 | 256,40 | 0,00 |
| 0,30 | 0,25 | 8,31 | 0,00 | 16,62 | 0,00 | 24,93 | 0,00 | 33,24 | 0,00 |
| 0,20 | 0,16 | 1,64 | 0,00 | 3,28 | 0,00 | 4,93 | 0,00 | 6,57 | 0,00 |
| 0,10 | 0,15 | 0,10 | 0,00 | 0,21 | 0,00 | 0,31 | 0,00 | 0,41 | 0,00 |
| 0,08 | 0,05 | 0,04 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,17 | 0,00 |
| 0,06 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,05 | 0,00 |
| 0,04 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| 0,02 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,01 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 1,00 | | 1,00 | | 1,00 | | 1,00 |




**2-ci şəkil.** Təzyiqin müxtəlif qiymətlərində multifazalı sistemlərin optimal nəql məsafəsinin relyef əmsalından asılılığı (D = 0,255 m)




**3-ci şəkil.** Təzyiqin müxtəlif qiymətlərində multifazalı sistemlərin optimal nəql məsafəsinin relyef əmsalından asılılığı (D = 0,509m)




**4-ci şəkil.** Mədən yığım-nəql xətlərində axının müxtəlif sürətlərində mexaniki hissəciklərdən yaranan sürtünmə gücünün hissəciklərin ölçüsündən asılılığı

**ƏDƏBİYYAT**

Бабенко А.П., Стрелец И.В. Гидравлическая крупность – основная характеристика при расчете отстойников. Интернет-журнал "Строительство уникальных зданий и сооружений", № 6 (11), 2013.

Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды. Недра. Москва, 1977, 192 с.

Манжосов В.К., Новикова О.Д., Новиков А.А. Теоретическая механика. Часть II. Динамика. Аналитическая механика. Ульяновский Государственный Технический Университет. Ульяновск, 2011, 194 с.

Маричев Ф.Н., Гетманский М.Д., Тетерина О.П. и др. Внутренняя коррозия и защита трубопроводов на нефтяных месторождениях Западной Сибири. ВНИИОЕНГ. Серия "Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности", № 8, Москва, 1981, 44 с.

Пустовит Б.В. Механика движения жидкостей в трубах. Недра. Москва, 1980, 160 с.

Сулейманов А.Б., Кулиев Р.П. и др. Эксплуатация морских нефтегазовых месторождений. Недра. Москва, 1986, 285 с.

**REFERENCE**

Babenko A.P., Strelets I.V. Hydraulic size-the main characteristics for calculation of settling tanks. Website journal "Construction of unique buildings and structures", 2013, 6 (11), pp. 34-42 :doi: or link (in Russian).

Lutoshkin G.S. Gathering and conditioning of oil, gas and water. Nedra. Moscow, 1977, 192p. (in Russian).

Marichev F.N., Getmansky M.D., Teterina O.P. et al. Internal corrosion and defense of pipelines at Western Siberia oil fields. VNIIOENG "Corrosion and protection in oil and gaz production" series. Issue 8. Moscow, 1981, 44 p. (in Russian).

Manjosov V.K., Novikova O.D., Novikov A.A. Theoretical mechanics. Vol. 2. Dynamics. Analytical mechanics. Ulyanovsk State Technical University. Ulyanovsk, 2011, 194 p. (in Russian).

Pustovit B.V. Mechanics of liquid flow in the pipeline. Nedra. Moscow, 1980, 160 p. (in Russian).

Suleymanov A.B., Kuliyev R.P. et al. Exploitation of offshore oil and gas fields. Nedra. Moscow, 1986, 285 p.(in Russian).

## MULTİFAZALI YIĞIM-NƏQL BORU KƏMƏRLƏRİNDƏ KORROZİYA PROBLEMLƏRİ

**Q.Q.İsmayılov[1], E.X.İskəndərov[2], F.B.İsmayılova[2]**
*[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,*
*[2]Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya ETİ,*
*AZ1010, Bakı şəhəri, Azadlıq prospekti, 20: e.iskenderov62@mail.ru*

***Xülasə.*** Məqalədə multifazalı yığım-nəql sistemində korroziya-eroziya proseslərinin səbəbləri araşdırılmış, problemin həlli istiqamətində tədqiqatlar aparılmış və Azərbaycan yataqlarının timsalında neft-mədən texnoloji boru kəmərlərinin korroziyası prosesləri təhlil edilmişdir. Başlanğıc təzyiqin fərqli qiymətlərində müxtəlifdiametrli boru kəmərləri üçün trasın relyefindən və nəql olunan məhsulun özlülüyündən asılı olaraq multifazalı sistemlər üçün optimal nəql məsafəsinin təzyiq və kəmərin diametri artdıqca çoxalması, relyef əmsalının artması ilə isə azalması göstərilmişdir. Axının müxtəlif sürətləri üçün boru kəmərlərində yaranan sürtünmə gücünün mexaniki hissəciklərin ölçüsündən asılılığı müəyyən edilmişdir. Təhlil göstərmişdir ki, yığım-nəql xətlərini daha çox eroziyaya məruz qoyan d>0,5 mm ölçülu fraksiyaların kəmərin başlanğıcında süzgəcdən keçirilməsi korroziya sürətini əhəmiyyətli dərəcədə aşağı salmağa imkan verir. Texnoloji boru kəmərlərinin başlanğıcında hidrosiklonların quraşdırılması ilə mexaniki hissəciklərin drenaj tutumlarında yığılması və utilizasiyası tövsiyə edilmişdir.

***Açar sözlər:*** *boru kəməri, multifaza axınları, toplama və nəql sistemi, korroziya, eroziya, mexaniki hissciklər, fraksiya tərkibi, müqavimət gücü, relyef əmsalı, korroziya surəti, hidrodinamik tənzilməmə, ətraf mühit.*

## ПРОБЛЕМЫ КОРРОЗИИ В МУЛЬТИФАЗНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ СБОРА И ТРАНСПОРТА

**Г.Г.Исмайылов[1], Е.Х.Искендеров[2], Ф.Б.Исмайылова[2]**
*[1]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности*
*[2]Институт геотехнологических проблем нефти и газа и химия*
*AZ1010, г.Баку, просп.Азадлыг, 20: e.iskenderov62@mail.ru*

***Резюме.*** Анализ функционирования внутрипромысловых, мультифазных трубопроводов показывает, что картина их разрушения носит ярко выраженный эрозионный характер, т.е. разрыв происходит в основном по нижней образующей, где за короткий промежуток времени образуется канавка, разрезающая стенку трубопровода. Скорость коррозии достигает 20 мм/год. Такой результат взаимодействия не укладывается в рамки физических моделей процессов химической коррозии. Влияние динамики мультифазных потоков на скорость коррозионно-эрозионного разрушения трубопроводов сбора и транспортировки нефти и газа до настоящего времени остается неизученным.

В статье проанализированы причины коррозионно-эрозионных процессов в мультифазных промысловых трубопроводных системах на примере месторождений Азербайджана. Было исследовано влияние фракционного состава содержащихся в нефти механических примесей на коррозионно-эрозионные процессы во внутрипромысловых трубопроводах с учетом гидродинамики мультифазных потоков. Установлено, что скорость коррозионно-эрозионного процесса трубопровода в основном будет определяться мощностью сил трения, величина которой определяется не столько количеством механических частиц, столько их размерами. Предложены возможные варианты снижения скорости коррозии и утилизации отделившихся механических примесей и воды в промысловых условиях. В частности, в качестве эффективного инновационного способа предложен способ борьбы с коррозией, заключающийся в удалении крупных частиц в мультифазном потоке до поступления продукции скважин в коллектор.

***Ключевые слова****: трубопровод, мультифазные потоки, система сбора и транспорта, коррозия, эрозия, механические частицы, фракционный состав, мощность трения, коэффициент рельефа, скорость коррозии, гидродинамическое регулирование, окружающая среда*

**ANAS Transactions** **Earth Sciences** **1 / 2018**

*Geography*

http://www.journalesgia.com

# İQLİM DƏYİŞMƏLƏRİ FONUNDA XƏZƏR DƏNİZİ BAKI ARXİPELAĞI HİDRO-METEOROLOJİ REJİMİNİN DƏYİŞMƏ TENDENSİYASI

**R.M.Məmmədov, Z.S.Allahverdiyev**
*Azərbaycan MEA akad. H.Əliyev ad. Coğrafiya İnstitutu*
*AZ1143, Bakı ş., H.Cavid pr., 115: zabit.allahverdiyev@mail.ru*

**CHANGING TRENDS IN HYDROMETEOROLOGICAL REGIME OF CASPIAN SEA BAKU ARCHIPELAGO ON CLIMATE CHANGE EFFECT**

**R.M.Mammadov, Z.S.Allahverdiyev**
*Institute of Geography after acad. H.A. Aliyev, Azerbaijan National Academy of Sciences*
*Javid Ave., 115, Baku, Azerbaijan, AZ1143: zabit.allahverdiyev@mail.ru*

***Keywords:*** *aquatorium, archipelago, surface water, precipitations, wind, wave*

***Summary.*** The paper attempts to study the hydro-meteorological conditions of Baku archipelago auqatorium during 1991-2012 years between island and cape. From the economical viewpoint, the aquatorium has a very important position. Oil and gas transported in the sea through pipeline are transferred to the final destination. In this regard, the study of the hydro-meteorological conditions of the aquatorium in the climate change period during 1991-2012 has scientific and practical importance. For the paper's aim, hydro-meteorological conditions of the aquatorium, air temperature and surface water, precipitation regime, currents, winds and waves were studied on the basis of observations from four hydrometeorological stations operating in Baku archipelago. Researches revealed that during this period, in the aquatorium there was an increase in average long-term indicators of precipitation, air temperature and surface water and a decrease in average annual wind speed. Southward currents prevailed on the surface, middle and lower layers, and their speeds were 2.8 m/s, 5.2 m/s and 5.7 m/s, respectively. In aquatorium, northward, southeward and southwestward waves were predominant: 92.7% of the waves had 0.1-3.0 m height and 0,04% of waves had 3.1-5.0 m height range.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

## Giriş

Məqalədə Qum adası ilə Bəndovan burnu arasındakı məsafəni birləşdirən düz xətt ilə (83,3 km) sahil xətti arasında yerləşən (uzunluğu 143 km-ə yaxındır) Bakı arxipelağı akvatoriyasının (1-ci şəkil) 1991-2012-ci illərdə hidrometeoroloji şəraitinin öyrənilməsi əsas məqsəd kimi qarşıya qoyulmuşdur. Akvatoriyanın Abşeron yarımadasının cənub-qərb hissəsində yerləşməsi, şelf yamacının dayazlığı və xeyli geniş sahə tutması, güclü şimal, şimal-qərb, cənub və cənub-qərb küləklərinin ilboyu üstünlük təşkil etməsi burada mürəkkəb hidrometeoroloji şərait formalaşdırır. Akvatoriya iqtisadi baxımdan çox əhəmiyyətli mövqeyə malikdir. Belə ki, açıq dənizdən nəql olunan neft-qaz borular vasitəsilə məhz buradan təyinatı üzrə yerlərə ötürülür. Bu baxımdan da, iqlim dəyişmələrinin getdiyi bir dövrdə (1991-2012-ci illərdə) akvatoriyanın müasir hidrometeroloji şəraitinin öyrənilməsinin elmi-praktiki əhəmiyyəti vardır.

## Problemin qoyuluşu

Məqalədə Bakı arxipelağı akvatoriyasının 1991-2012-ci illərdə havasının və səth suyunun temperaturu, yağıntı, axın, külək və dalğa kimi hidrometeoroloji parametrlərinin ortaaylıq, fəsillik, illik və çoxillik göstəricilərinin hesablanması, trend təhlillərin aparılması və iqlim dəyişmələri dövründə baş vermiş hidrometeoroloji dəyişkənliklərin qiymətləndirilməsi əsas məqsəd kimi qarşıya qoyulmuşdur.

## Problemin həlli

Bakı arxipelağı akvatoriyasının 1991-2012-ci illərdə hidrometeoroloji şəraitinin tədqiqində akvatoriyada yerləşən Qum adası, Xərə-Zirə, Ələt və Səngi-Muğan hidrometeoroloji stansiyalarının çoxillik müşahidə məlumatları əsasında havanın və səth suyunun temperaturu, külək və dalğa rejimləri, yağıntı və axınlar araşdırılmışdır. Parametrlərin ortaaylıq,

fəsillik, illik və çoxillik göstəriciləri hesablanmış, trend təhlilləri aparılmış, iqlim dəyişmələrinin hidrometeoroloji şəraitə təsiri qiymətləndirilmişdir.

**Akvatoriyanın hidrometeoroloji şəraitinin öyrənilməsinin icmalı**

Bakı arxipelağı akvatoriyasının külək rejiminin öyrənilməsi İ.V.Fiqurovskinin, L.N.İkonnikovanın, S.D.Koşinskinin, T.M.Şıxlinskinin, A.A.Mədətzadənin və bir çox müəlliflərin tədqiqatlarında öz əksini tapmışdır.

Akvatoriyada dalğa elementlərinin, axınların, qabarma və çəkilmə hadisələrinin öyrənilməsində B.X.Qluxovskinin, Y.M.Krılovun, A.A.Kərimovun, L.P.Tambovsevanın, L.A.Veselovanın, K.K.Gülün, N.D.Klevtsovanın və başqalarının tədqiqat işlərini qeyd etmək olar.

Xəzər dənizində temperatur rejiminin öyrənilməsində E.Arxipovanın, T,İ.Furmanın, T.X.Zülfüqarovun və başqalarının çoxsaylı tədqiqat işləri vardır (Терзиев и др.,1992).




**1-ci şəkil.** Bakı arxipelağı akvatoriyası

Son illərdə Xəzər dənizinin hidrometeorologiyasının öyrənilməsində Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akad. H.Əliyev ad. Coğrafiya İnstitutunun direktoru, akademik R.M.Məmmədo-vun rəhbərliyi altında hazırlanmış "Xəzər dənizinin hidrometeoroloji atlası"nı xüsusi göstərmək olar (Məmmədov, 2014).

**Akvatoriyada havanın temperaturu**

Bakı arxipelağı akvatoriyasının 1991-2012-ci illəri əhatə edən dövrdə hidrometeoroloji şəraitinin tədqiqində ilkin olaraq bu dəniz rayonunda havanın çoxillik temperatur paylanmalarına aydınlıq gətirək. Bunun üçün də akvatoriyadakı hidrometeoroloji stansiyalar üzrə 1991-2012-cı illəri əhatə edən dövrdə havanın ortaaylıq, fəsillik və çoxillik temperatur göstəriciləri hesablanmışdır (Рождественский, Чеботарев, 1974). Belə ki, Qum adası hidrometeoroloji stansiyası ərazisində çoxillik üzrə havanın ortaaylıq temperatur göstəriciləri 5,0 (yanvar, fevral) – 26,7$^0$C (avqust) aralığında dəyişmişdir. Adada fəsillər üzrə orta temperatur göstəriciləri isə aşağıdakı kimi olmuşdur: qışda 5,7$^0$C, yazda 11,7$^0$C, yayda 25,0$^0$C və payızda 18,1$^0$C. Ortaillik temperaturlar 14,2$^0$C ilə (2003-cü ildə) 15,5$^0$C arasında (2006-cı ildə) dəyişmiş və ortaçoxillik temperatur 15,1$^0$C-yə bərabər olmuşdur.

Qum adası ərazisində 1991-2012-ci illəri xarakterizə edən havanın ortaillik temperatur göstəricilərinin trend təhlilindən havanın ortaçoxillik temperatur rejimində artımın olmadığı məlum olmuşdur.

Xərə-Zirə hidrometeoroloji stansiyası ərazisində isə havanın ortaaylıq temperatur göstəriciləri 5,3 (yanvar) – 26,3$^0$C (iyul) aralığında dəyişmişdir. Burada fəsillər üzrə orta temperatur göstəriçiləri: qışda 6,1$^0$C, yazda 12,6$^0$C, yayda 25,2$^0$C və payızda 18,4$^0$C-yə bərabər olmuşdur. Ortaillik temperaturlar 14,8$^0$C ilə (2003-cü ildə) 16,0$^0$C aralığında dəyişmiş (2009-cu ildə) və ortaçoxillik temperatur 15,6$^0$C təşkil etmişdir.

Xərə-Zirə adasında 1991-2012-ci illər üzrə havanın ortaillik temperatur göstəricilərinin trend təhlilindən havanın ortaçoxillik temperatur rejimində artımın baş verdiyi məlum olmuşdur.

Ələt hidrometeoroloji stansiyası ərazisində isə havanın ortaaylıq temperatur göstəriciləri 4,7 (yanvar) – 26,9$^0$C (avqust) aralığında dəyişmişdir. Bu ərazidə fəsillər üzrə temperatur göstəriciləri isə aşağıdakı kimi olmuşdur: qışda 4,3$^0$C, yazda 12,7$^0$C, yayda 25,5$^0$C və payızda 16,7$^0$C. Ortaillik temperaturlar 13,6$^0$C ilə (1993-cü ildə) 16,1$^0$C arasında (2001-ci ildə) dəyişmiş və ortaçoxillik temperatur 15,1$^0$C-yə yaxın olmuşdur.

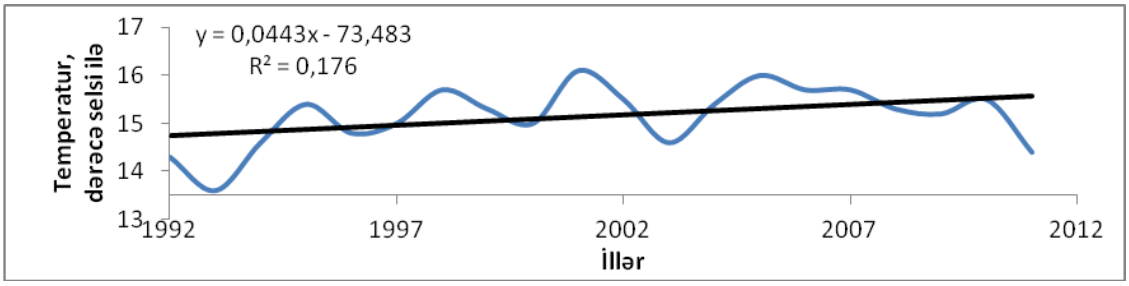
Ələt ərazisində 1991-2012-ci illəri xarakterizə edən havanın ortaillik temperatur göstəricilərinin trend təhlilindən havanın ortaçoxillik temperatur rejimində artımın baş verdiyi məlum olmuşdur.

Bakı arxipelağı akvatoriyasında yerləşən Səngi-Muğan hidrometeoroloji stansiyası ərazisində havanın ortaaylıq temperatur göstəriciləri 5,5$^0$C (fevral) ilə 27,5$^0$C (iyul) aralığında dəyişmişdir. Adada fəsillər üzrə orta temperatur göstəriciləri isə aşağıda verilənlər kimi olmuşdur: qışda 6,7$^0$C, yazda 13,1$^0$C, yayda 26,0$^0$C və payızda 19,4$^0$C. Ortaillik temperaturlar 15,8$^0$C ilə (2008-ci ildə) 17,0$^0$C aralığında (2005-ci ildə) dəyişmiş və ortaçoxillik temperatur 16,3$^0$C-yə bərabər olmuşdur.

Səngi-Muğan adası ərazisində 1991-2012-ci illəri xarakterizə edən havanın ortaillik temperatur göstəricilərinin trend təhlilindən havanın ortaçoxillik temperatur rejimində azalmanın baş verdiyi məlum olmuşdur.

Bakı arxipelağı akvatoriyasında fəaliyyətdə olan hidrometeoroloji stansiyalar üzrə havanın orta temperatur göstəriciləri hesablandıqdan və təhlil edildikdən sonra adı gedən akvatoriya üzrə havanın orta statistik göstəriciləri hesablanmaşdır. Məlum olmuşdur ki, akvatoriyada ortaaylıq temperaturların paylanma intervalı 5,2 (yanvar) – 26,7$^0$C (avqust) aralığındadır və ortaçoxillik temperatur 15,5$^0$C-yə yaxındır. Hesablamalardan məlum olmuşdur ki, orta temperaturun ortakvadratik meyiletməsi 0,61-ə, dispersiyası isə 0,35-ə bərabərdir. Bu dövrdə fəsillər üzrə orta temperaturlar qışda 5,7$^0$C, yazda 12,7$^0$C, yayda 25,4$^0$C və payızda 18,2$^0$C təşkil etmişdir. R.Məmmədovun hesablamalarında (Мамедов, 2007; Məmmədov, 2013) Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1961-2000-ci illərdə ortaçoxillik temperatur 14$^0$C-yə bərabər olmuşdur.

Bakı arxipelağı akvatoriyası üzrə havanın ortaillik temperatur göstəricilərinin paylanma qrafiki qurulmuş və buradan da 1991-2012-ci illərdə havanın temperaturunda artımın baş verdiyi aydın görünür (2-ci şəkil).




**2-ci şəkil.** Bakı arxipelağı akvatoriyasında ortaillik temperatur paylanması

**Akvatoriyada səth suyunun temperaturu**

Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1991-2012-ci illərdə havanın ortaçoxillik temperaturunda artımın baş verməsinin səth qatında suyun temperaturuna necə təsir göstərdiyinə aydınlıq gətirək. Burada dənizin dərinliyi 7,5-12 m aralığında dəyişir. Dənizin dayaz olmasına baxmayaraq, bu hissənin səth qatının sularında müxtəlif dövrlərdə temperaturun paylanma xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi elmi-praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Dənizin Qum adası hissəsində 1991-2012-ci illərdə səth qatında suyun ortaçoxillik temperaturu $15,6^0$C-yə bərabər olmuşdur (norma $14,9^0$C). Temperaturun fəsillər üzrə paylanması isə aşağıdakı kimidir: qışda $7,1^0$C; yazda $12,0^0$C; yayda $24,5^0$C və payızda $19,0^0$C. Bu isə onu göstərir ki, bu dövrün qışında və payızında səth qatda suyun temperaturu normaya nəzərən (norma – qışda $6,3^0$C; payızda $18,2^0$C) $0,8^0$C, yazında və yayında isə $0,7^0$C (norma – yazda $11,3^0$C; yayda $23,9^0$C) yüksək olmuşdur. Səth qatda suyun temperaturunun belə artımını həmin dövrdə havanın temperaturunun yüksək olması və digər amillərin müsbət təsiri ilə də əlaqələndirmək olar.

Qum adası rayonunda 1991-2012-ci illərdə səth qatında ən yüksək ortaillik temperatur 2005-ci ildə ($16,9^0$C) qeydə alınmışdır. Stansiyada müşahidə edilən səth qatında suyun ortaillik temperaturlarının trend təhlilindən ortaçoxillik temperaturların artan templə getdiyi məlum olmuşdur.

Akvatoriyanın Xərə-Zirə adası hissəsində 1991-2012-ci illərdə səth suyunun ortaçoxillik temperaturu $15,8^0$C (norma $15,3^0$C) olmuşdur. Səth qatında suyun temperaturunda bu artım özünü həm fəsillər üzrə, həm də ortaaylıq temperaturlarda göstərmişdir. Belə ki, fəsillər üzrə səth qatında suyun orta temperatur göstəriciləri aşağıdakı kimi olmuşdur: qışda $7,0^0$C, yazda $12,4^0$C, yayda $24,6^0$C və payızda $19,0^0$C. Ortaaylıq temperatur göstəricilərinin paylanma intervalı 5,8 (fevral) – $26,4^0$C (avqust) aralığında (Allahverdiyev, 2012) dəyişmişdir.

Akvatoriyanın Xərə-Zirə adası hissəsində səth qatında suyun ortaçoxillik (1991-2012-ci illər) temperaturunun normadan yüksək olmasını son onillikdə havanın temperaturunun yüksək olması ilə əlaqələndirmək olar. Onu da qeyd edək ki, stansiyada səth qatında suda ən yüksək ortaillik temperatur ($16,5^0$C) 2005-ci ildə müşahidə edilmişdir.

Akvatoriyanın Xərə-Zirə hissəsinin səth suyunda ortaillik temperatur paylanmalarının trend təhlilləri səth qatında suyun ortaillik temperaturlarının artan tendensiya ilə getdiyini aşkar etmişdir.

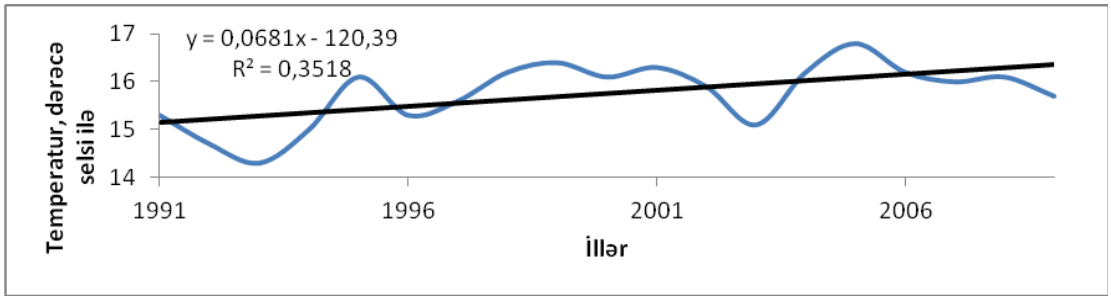
Akvatoriyanın Səngi-Muğan adası hissəsində bu dövrdə ortaaylıq temperaturların dəyişmə intervalı $5,6\text{-}28,6^0$C aralığında olmuş və ortaçoxillik temperatur $16,4^0$C təşkil etmişdir (norma $16,5^0$C). Bu illərin qış ($6,9^0$C) və payız ($14,4^0$C) fəsillərində orta temperaturlar normadan (qışda $7,4^0$ C; payızda $18,9^0$ C) az, yaz ($17,7^0$ C) və yay ($26,7^0$ C) fəsillərində isə normadan (yazda $12,1^0$ C, yayda $24,5^0$ C) çox olmuşdur.

Akvatoriyanın bu hissəsində də ortaillik temperatur paylanmalarının trend təhlillərindən səth qatında suyun ortaillik temperaturlarında azalma tempinin baş verdiyi aşkar edilmişdir.

Xəzər dənizinin Bakı arxipelağı akvatoriyası üzrə səth suyunun orta temperatur göstəriciləri hesablanaraq trend təhlilləri aparılmışdır. Hesablamalardan məlum olmuşdur ki, səth qatında suyun ortaaylıq temperaturları 5,8 (yanvar) – $26,7^0$C (avqust) aralığında dəyişmiş və səth qatında ortaçoxillik temperatur $15,7^0$C-yə, ortakvadratik meyiletməsi 1,24-ə, dispersiyası isə 0,75-ə bərabər olmuşdur. Bu dövrdə fəsillər üzrə səth qatında suyun orta temperaturları qışda $7,0^0$C, yazda $14,0^0$C, yayda $25,3^0$C və payızda 17,5 $^0$C təşkil etmişdir.

R.Məmmədovun hesablamalarında (Мамедов 2007; Məmmədov, 2013) Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1961-2000-ci illərdə səth qatında suyun ortaçoxillik temperatur göstəricisi $15,5^0$C təşkil etmişdir.

Bakı arxipelağı akvatoriyası üzrə səth suyunun ortaillik temperatur paylanmalarının əyrisi qurulmuş və buradan da 1991-2012-ci illərdə səth qatında suyun temperaturunda artımın baş verdiyi aydın görünür (3-cü şəkil).




**3-cü şəkil.** Bakı arxipelağı akvatoriyasında səth suyunda ortaillik temperaturun paylanması

**Akvatoriyada yağıntı rejimi**

Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1991-2012-ci illərdə ortaçoxillik yağıntı göstəricisi 187 mm-ə bərabər olmuşdur. Ortaaylıq yağıntılar isə 4 mm-lə (iyul) 29 mm (noyabr) aralığında dəyişmişdir. Bu dövrdə illik yağıntılar 87 mm-lə (2007-ci ildə) 314 mm (2003-cü ildə) aralığında dəyişmişdir. Fəsillər üzrə ortaaylıq yağıntılar isə qışda 19, yazda 18, yayda 7 və payızda 25 mm-ə bərabər olmuşdur.

R.Məmmədovun hesablamalarında (Мамедов 2007; Məmmədov, 2013) Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1961-2000-ci illərdə orta çoxillik yağıntının 180 mm-ə bərabər olduğu göstərilir.

Aparılan təhlildən və illik yağıntıların paylanmasını xarakterizə edən göstəricilərdən görünür ki, Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1991-2012-ci illərdə yağıntılarda az da olsa artım tempi müşahidə olunmuşdur (4-cü şəkil), (Allahverdiyev, 2012).

**Akvatoriyada axınlar rejimi**

Bakı arxipelağı akvatoriyasının axın rejimlərinin öyrənilməsində Qum adası və Xərə-Zirə stansiyalarında 1991-2012-ci illərdə 3 horizontda (0,5; 3; 6 və 0,5; 5; 8 m) sutkada 4 dəfə aparılmış ölçü materiallarından (ümumi sayı 50840) istifadə edilmişdir.

Abşeron şelfində axınların dinamikası olduqca mürəkkəb və dəyişkəndir. Coğrafi şərait, sahilin konfiqurasiyası və meteoroloji amillərin kompleks təsirindən burada yaranan axın rejimlərinin və bir çox məsələlərin açıq qaldığını xüsusi qeyd etmək lazımdır.

Tədqiqat rayonunun ildaxili axın rejimlərinin tam təsnifatını vermək üçün hər iki stansiyanın üç horizontda axınların istiqamətləri üzrə aylıq təkrarlanmaları araşdırılmışdır. Əvvəlcə hər iki stansiyanın səthində (0,5 m) axınların 8 əsas istiqamət üzrə dəyişmələrinin təhlilini aparaq.

Qum adası stansiyasında şimal istiqamətli axınlar mart ayında (16,3%), Xərə-Zirə stansiyasında isə (20,0%) aprel ayında yüksək təkrarlanmaya malik olmuşdur. Burada şimal-şərq istiqamətli axınların aylar üzrə təkrarlanmaları da kifayət qədər yüksəkdir. Qum adası stansiyasında bu istiqamətli axınlar ən çox (30,9%) yanvar ayında təkrarlanmışdır. Xərə-Zirədə isə bu istiqamətdə maksimum təkrarlanma (15,0%) aprel ayında müşahidə edilmişdir.

Qum adası stansiyasında şərq istiqamətli axınlar aprel ayında ən çox (11,5%) təkrarlanmaya malik olduğu halda, Xərə-Zirədə bu göstərici dekabr ayında (28,2%) müşahidə edilmişdir.

Hər iki stansiyada cənub və cənub-şərq istiqamətli axınların aylar üzrə təkrarlanmaları kifayət qədər yüksəkdir. Belə ki, Qum adası stansiyası üzrə bu istiqamətli axınlar, müvafiq olaraq, 34,1% (sentyabrda) və 34,2%-ə (dekabrda), Xərə-Zirə stansiyasında isə bu göstəricilər, müvafiq olaraq, 32,4% (yanvarda) və 38,5%-ə (iyulda) bərabər olmuşdur.

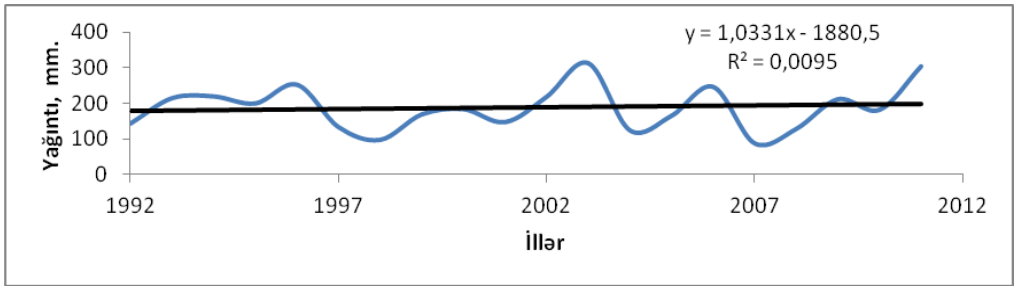
Qum adası stansiyasında qərb və cənub-qərb istiqamətli axınların aylar üzrə təkrarlanması (payız fəsli istisna olmaqla) çox da yüksək deyildir. Yalnız payız fəslində bu istiqamətli axınlar maksimum təkrarlanmaya (43,2% və 13,3%) malik olmuşdur. Bu cür təkrarlanma Xərə-Zirə stansiyasına da aiddir. Lakin burada maksimum təkrarlanmalar yaz fəslində (25,6 və 23,7%) müşahidə edilmişdir.

Hər iki stansiyada şimal-qərb istiqamətli axınların aylar üzrə təkrarlanmalarının maksimum qiymətləri (26,0 və 26,6%) payız fəslində qeydə alınmışdır.

Axınların orta qatlarda (3 və 5 m) istiqamətlər üzrə aylıq təkrarlanmalarının araşdırılması şimal-qərb və qərb istiqamətli axınların azalmasını, cənub-şərq, cənub və cənub-qərb istiqamətli axınların isə artmasını göstərir.

Belə ki, Qum adası stansiyasında cənub istiqamətli axınların təkrarlanması iyul ayında maksimum qiymətə (64,0%-ə) çatmışdır ki, bu da Xərə-Zirə stansiyası üzrə eyni ayda olan göstəricidən (50,2%) 14%-ə qədər çoxdur. Ümumiyyətlə, dərinlik artdıqca cənub istiqamətli axınların təkrarlanmasının artımı müşahidə olunur. Bunu hər iki stansiyanın dib (6 və 8 m) axınlarının aylar üzrə təkrarlanmalarından da görmək olur. Belə ki, Qum adası stansiyasında cənub istiqamətli dib axınlarının aylar üzrə təkrarlanmalarının 32,9-64,7%, Xərə-Zirə stansiyası üzrə bu göstəricinin 22,4-50,2% aralığında dəyişməsi də əyani olaraq sübut edir.

Hər iki stansiyada axınların qatlarda istiqamətlər üzrə ortaillik təkrarlanmaları da hesablanmışdır. Burada bütün horizontlarda cənub istiqamətli axınlar üstünlüyə malikdir. Belə ki, səthdə bu istiqamətli axınlar 49,5-51,9% aralığında, orta və dib horizontlarda isə, müvafiq olaraq, 58,0-61,6% aralığında dəyişmişdir.




**4-cü şəkil.** Bakı arxipelağı akvatoriyasında yağıntıların ortaillik paylanması

Axının həm istiqamətlər üzrə, həm də ortaillik sürətləri də hesablanmışdır. Səth axınlarında maksimum orta sürət şimal-şərq (2,7 sm/san) və şimal (3,7 sm/san) istiqamətlərində olmuşdur. Orta və dib horizontlarda isə maksimum orta sürət (7,5 və 7,1 sm/san) cənub istiqamətli axınlarda müşahidə olunmuşdur.

Ümumiyyətlə, səth axınlarında ortaillik sürət 2,5 və 3,1 sm/san-yə, orta qatlarda 5,7 və 5,2 sm/san-yə və dib axınlarlnda isə bu göstərici 5,1 sm/san-yə bərabər olmuşdur. Göründüyü kimi, maksimum ortaillik sürət orta qatlarda müşahidə olunur.

R.Məmmədovun hesablamalarında (Мамедов, 2007; Məmmədov, 2013; Панин и др., 2015) Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1961-2000-ci illərdə səth axınlarının ortaçoxillik sürətlərinin 13-61 sm/san aralığında dəyişdiyi verilmişdir.

**Akvatoriyada külək rejimləri**

Bakı arxipelağı akvatoriyasında külək rejimlərini tədqiq etmək üçün Qum adası, Xərə-Zirə və Ələt hidrometeoroloji stansiyalarının çoxillik müşahidə məlumatlarından istifadə edilmişdir. Bu zaman küləyin istiqamət və sürət qradasiyaları üzrə dəyişmələri geniş təhlil edilmişdir.

Qum adası stansiyasında 1991-2012-ci illərdə müşahidə olunan külək məlumatlarının təhlilindən burada sürəti 21,5 m/san-yə olan küləklərin bütün istiqamətlərdə müşahidə olunduğu məlum olmuşdur. Daha yüksək sürətli küləklər isə (sürəti 21,5 m/san-dən böyük) yalnız şimal, şimal-qərb, cənub-qərb və qərb istiqamətlərində müşahidə olunmuşdur. Təhlildən görünür ki, Qum adası ərazisində ən çox sürəti 3-4 m/san (27,9%) və 7-8 m/san (19,5%), ən az isə qərb istiqamətli (2,9%) küləklər əsir. Onların az əsməsinə baxmayaraq, sürətləri 21,5 m/san-yə çatır.

Ümumiyyətlə, 20 il ərzində küləklərin 96,1%-nin sürəti 1-14 m/san aralığında olanlar təşkil etmişdir. Güclü küləklərin (>15 m/san) təkrarlanması isə 3,9% olmuşdur.

Qum adası ərazisində müşahidə edilən küləklərin maksimum sürətlərinin təhlilindən görünür ki, küləyin sürəti bir dəfə 33 m/san, 5 dəfə 28 m/san, 5 dəfə 26 m/san, 4 dəfə 25 m/san, 77 dəfə 20-24 m/san və 56 dəfə 15-19 m/san olmuşdur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, güclü küləklər, əsasən, üç istiqamətdə – şimal, şimal-qərb və cənub-qərb istiqamətlərində müşahidə edilmişdir (Allahverdiyev, 2012).

Bakı arxipelağı akvatoriyasının Xərə-Zirə stansiyasında küləyin ortaaylıq sürətləri 4,2-9,7 m/san, Qum adası stansiyasında isə 4,5-9,1 m/san aralığında olmuşdur. Bu stansiyalarda küləyin ortaillik sürətləri isə, uyğun olaraq, 6,3-7,0 m/san və 6,0-7,3 m/san aralığında dəyişmişdir. Bu rayonda il ərzində əsən küləklərin 47,2%-nin sürəti 4 m/san-yə qədər olan küləklər təşkil edir. Sürətləri 5-9, 10-15, 16-20 və 21-24 m/san olan küləklərin illik təkrarlanmaları isə, uyğun olaraq, 32,7; 14,3; 4,9 və 0,6%-ə bərabər olmuşdur. Sürəti 25 m/san-dən çox olan küləklərin illik təkrarlanması isə 0,3%-ə bərabərdir. Ümumiyyətlə, hər iki stansiyada 3 ildə bir dəfə sürəti 34 m/san olan şimal küləyi qeydə alınmışdır.

Tədqiqat rayonunda külək istiqamətlərinin mövsümi və illik təkrarlanmaları araşdırılmışdır. Qış mövsümündə şimal və qərb istiqamətli küləklər digər istiqamətli küləklərə nisbətən daha çox təkrarlanır. Yaz mövsümündə cənub-şərq və cənub istiqamətli, yayda şimal və cənub-şərq istiqamətli, payız fəslində isə ən çox şimal istiqamətli küləklər təkrarlanır.

Təhlillərdən görünür ki, tədqiqat rayonunda il ərzində müxtəlif istiqamətli güclü küləklər əsir və əsasən, şimal-şərq külәkləri üstünlük təşkil edir. Elə bunun nəticəsi olaraq həm Qum adasında, həm də Xərə-Zirə adasında küləyin ortaillik sürəti yüksək, yəni müvafiq olaraq, 6,8 və 6,2 m/san olur.

Ələt ərazisində də küləyin istiqamətlər üzrə təkrarlanmaları araşdırılmış və nəticədə məlum olmuşdur ki, ən çox – 27243 dəfə və ya 38,4%, sürəti 1 m/san-yə qədər və sürəti 2-3 m/san aralığında olan küləklər 18685 dəfə və ya 26,4% müşahidə edilmişdir. Sürəti 4-5 m/san olan küləklər 13837 dəfə, sürəti 6-7 m/san olan küləklər 6394 dəfə, sürəti 8-9 m/san olan küləklər 2379 dəfə, sürəti 10-11 m/san olan küləklər 1369 dəfə və sürəti 12-13 m/san olan küləklər 513 dəfə təkrarlanmışdır. Sürəti 14 m/san-dən çox olan küləklər 466 dəfə təkrarlanmışdır ki, bu da təxminən müşahidə edilən küləklərin 0,7%-ni təşkil etmişdir.

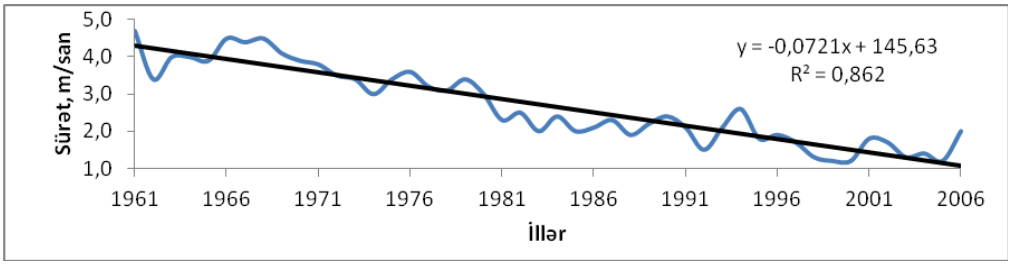
Ələt ərazisində müşahidə edilən küləklərin ortaaylıq və illik sürət göstəriciləri də hesablanmışdır. Yüksək ortaaylıq sürət iyun (3,7 m/san), iyul (3,5 m/san) və avqust (3,4 m/san) aylarında, aşağı ortaaylıq sürət isə aprel və dekabr (2,9 m/san) aylarında müşahidə edilir. Burada küləyin fəsillər üzrə sürətləri yayda və payızda 3,5 və 3,3 m/san-yə, qışda və yazda isə 3,0 və 3,1 m/san-yə yaxın olur (Allahverdiyev, 2012).

Bakı arxipelağı akvatoriyasında küləklərin ortaillik sürətlərinin paylanma əyrisi də qurulmuşdur (5-ci şəkil).

5-ci şəkildən də göründüyü kimi, çoxillik dövrdə küləyin ortaillik sürətlərində ardıcıl olaraq azalma tendensiyası baş vermiş və ortaillik sürət 4,7 m/san-dən 1,2 m/san-yə qədər azalmışdır. Nəticədə ortaçoxillik sürət 2,7 m/san-yə düşmüşdür.

Ələt ərazisində şimal, şimal-şərq istiqamətli küləklər əhəmiyyətli dərəcədə üstünlüyə (23%) malik olur.

R.Məmmədovun hesablamalarında isə (Мамедов, 2007; Məmmədov, 2013; Панин и др., 2015) Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1961-2000-ci illərdə küləklərin ortaillik sürətlərinin 5,0-5,5 sm/san aralığında dəyişdiyi göstərilir.




**5-ci şəkil.** Bakı arxipelağı akvatoriyasında küləyin ortaillik sürət göstəriciləri

**Akvatoriyada dalğa rejimləri**

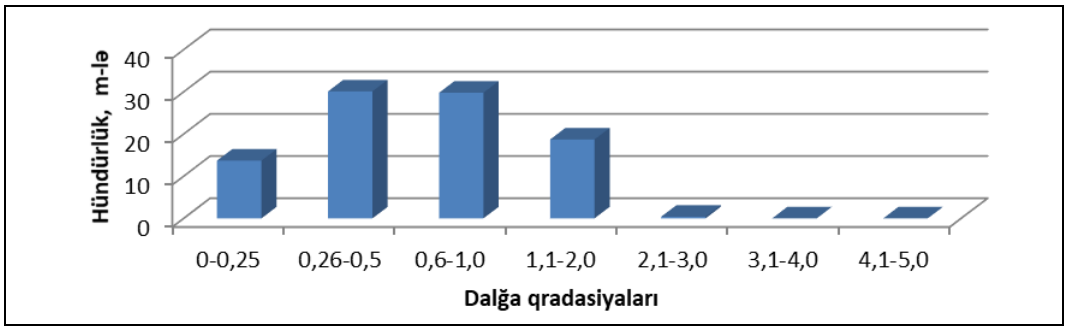
Bakı arxipelağı akvatoriyasında dalğa rejimlərinin tədqiqində Qum adası hidrometeoroloji stansiyasının 1991-2012-ci illəri əhatə edən dalğa müşahidə məlumatlarından istifadə edilmişdir. Bu dalğa məlumatları istiqamət və hündürlük qradasiyalarına ayrılması vasitəsilə təhlil edilmişdir.

Tədqiqat akvatoriyasında dalğaların istiqamət və hündürlük üzrə çoxillik təkrarlanmalarında şimal (38,3%), cənub (14,7%) və cənub-qərb (10,9%) istiqamətli dalğalar üstünlük təşkil edir. Digər beş istiqamətdə dalğaların təkrarlanmaları 2,3-8,3% aralığında dəyişmişdir. Bütün dövr ərzindəki dalğaların 92,7%-i hündürlüyü 0,1-3 m, 0,04%-i isə hündürlüyü 3,1-5 m aralığında olan dalğaların payına düşür. Onu da qeyd edək ki, hündürlüyü 3,1-5 m aralığında olan dalğalar şimal və cənub istiqamətlidir (6-cı şəkil), (Allahverdiyev, 2012).

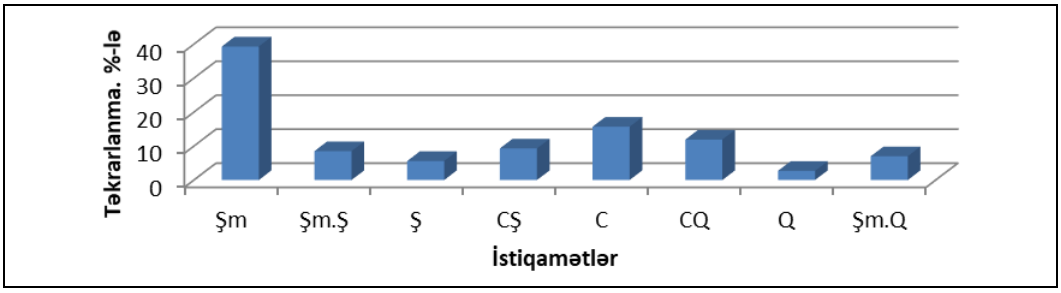
R.Məmmədovun hesablamalarında (Мамедов, 2007; Məmmədov, 2013; Панин и др., 2015) Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1961-2000-ci illərdə dalğaların ortaçoxillik hündürlüyünün 0,1-0,5 m aralığında dəyişdiyi göstərilir.

Maksimum dalğa hündürlüklərinin illər üzrə dəyişkənliyindən görünür ki, 1985-ci ildəki dalğaların maksimum hündürlükləri digər illərdəkindən kəskin şəkildə fərqlənir. Akvatoriyada maksimum dalğa hündürlüyü 1985-ci ilin yanvar ayının 24-də (5,7 m) cənub-qərb istiqamətində müşahidə edilmişdir (7-ci şəkil).

Beləliklə, Bakı arxipelağı akvatoriyasının hidrometeoroloji şəraitinin çoxillik təhlilindən alınan nəticələri aşağıdakı kimi ifadə etmək olar.




**6-cı şəkil.** Bakı arxipelağı akvatoriyasında dalğaların qradasiyalar üzrə təkrarlanması




**7-ci şəkil.** Bakı arxipelağı akvatoriyasında dalğaların istiqamətlər üzrə təkrarlanması

**Alınmış nəticələr**

– Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1991-2012 -ci illərdə havanın, səth suyunun və atmosfer yağıntılarının çoxillik orta göstəricilərində artım tendensiyası baş vermişdir.

– Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1991-2012-ci illərdə küləyin ortaillik sürətlərində azalma tendensiyası baş vermiş və çoxillik küləyin orta sürəti 2,7 m/san-yə bərabər olmuşdur.

– Bakı arxipelağı akvatoriyasında 1991-2012-ci illərdə səthdə (50,7%), orta (58,0) və dib (61,6%) qatlarında cənub istiqamətli axınlar üstünlük təşkil etmiş və onların ortaillik sürətləri, müvafiq olaraq, 2,8 m/san, 5,2 m/san və 5,7 m/san-yə bərabər olmuşdur.

– Bakı arxipelağı akvatoriyasında şimal (38,3%), cənub (14,7%) və cənub-qərb (10,9%) istiqamətli dalğalar üstünlük təşkil edir. Dalğaların 92,7%-i hündürlüyü 0,1-3 m, 0,04%-i isə hündürlüyü 3,1-5,0 m aralığında olanların payına düşür. Hündürlüyü 3,1-5 m aralığında olan dalğalar şimal və cənub istiqamətlidir. Burada maksimum dalğa hündürlüyü 1985-ci ilin yanvar ayının 24-də (5,7 m) cənub-qərb istiqamətində müşahidə edilmişdir.

**Məqalə Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişaf Fondu qrant layihələri müsabiqəsindən keçmiş (Kompleks Elmi-Tədqiqat Proqramları Layihələri Müsabiqəsi EİF-KETPL-2015-1(25)) "XƏZƏR DƏNİZİ EKOSİSTEMİNİN FƏNLƏRARASI ANALİZİ VASİTƏSİLƏ RİYAZİ MODELLƏŞDİRİLMƏSİ" LAYİHƏSİNİN yerinə yetirilməsi məqsədilə işlənmişdir.**

**ƏDƏBİYYAT**

Allahverdiyev Z.S. İqlim dəyişmələrinin Xəzər dənizinin hidrometeoroloji şəraitinə təsirinin tədqiqi. Elmi hesabat. AMEA Elmi İnnovasiyalar Mərkəzi, döv. qeyd. № 0110 Аз 2001, İnven. № 0311Аз142, Bakı, 2012, 162 s.

Məmmədov R.M. Xəzər dənizinin hidrometeorologiyası. Avropa. Bakı, 2013, 187 s.

Məmmədov R.M. Xəzər dənizinin hidrometeoroloji atlası. "Nafta-Press". Bakı, 2014, 298 s.

Мамедов Р.М. Гидрометеорологическая изменчивость и экогеографические проблемы Каспийского моря. Элм. Баку, 2007, 453 с.

Панин Г.Н., Мамедов Р.М., Митрофанов И.В., Современное состояние Каспийского моря. Наука. Москва, 2005, 356 с.

Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. Гидрометеоиздат. Ленинград, 1974, 416 с.

Терзиев Ф.С., Косарев А.Н., Керимов А.А. (Под ред.). Гидрометеорология и гидрохимия морей. Проект «моря». Том VI. Каспийское море. Выпуск 1. Гидрометеорологические условия. Гидрометеоиздат. Санкт-Петербург, 1992, 360 с.

**REFERENCE**

Allakhverdiyev Z.S. The research of climate changes effect on the hydrometeorological condition of the Caspian Sea. Scientific report "The Scientific Innovations Centre", №0110, Baku, 2012, 162 p. (in Azerbaijani)

Mammadov R.M. The hydrometeorology of the Caspian Sea. Europe. Baku, 2013, 187 p. (in Azerbaijani).

Mammadov R.M. The hydrometeorological atlas of the Caspian Sea. Baku. Nafta Press, 2014, 298 p. (in Azerbaijani).

Mammadov R.M. Hydrometeorological change and ecogeographical problems of the Caspian Sea. Elm. Baku, 2007, 453 p. (in Russian).

Panin G.N., Mammadov R.M., Mitrofanov I.V. Recent conditions of the Caspian Sea. Nauka. Moscow, 2005, 356 p. (in Russian).

Rozhdestvenskey A.V., Chebotarev A.I. Statistical methods in hydrology. Hydrometeoizdat. Leningrad, 1974, 416 p. (in Russian).

Terziyev F.S., Kosarev A.N., Kerimov A.A. Hydrometeorology and hydrochemistry of seas. Project of "Sea". V. VI. Caspian Sea. Issue 1. Hydrometeorological conditions. Hydrometeoizdat. Sankt-Petersburg, 1992, 360 p. (in Russian).

## İQLİM DƏYİŞMƏLƏRİ FONUNDA XƏZƏR DƏNİZİ BAKI ARXİPELAĞI HİDROMETEOROLOJİ REJİMİNİN DƏYİŞMƏ TENDENSİYASI

**R.M.Məmmədov, Z.S.Allahverdiyev**
*Azərbaycan MEA akad. H.Əliyev ad. Coğrafiya İnstitutu*
*AZ1143, Bakı ş., H.Cavid pr., 115: zabit.allahverdiyev@mail.ru*

***Xülasə.*** Tədqiqat işində 1991-2012-ci illərdə Bakı arxipelağı akvatoriyasında fəaliyyət göstərən 4 hidrometeoroloji stansiyanın müşahidə məlumatlarından istifadə edilərək akvatoriyanın hidrometeoroloji şəraiti, havasının və səth suyunun temperaturu, yağıntı, axın, külək və dalğa rejimləri tədqiq olunur.

Tədqiqatdan məlum olur ki, bu dövrdə akvatoriyada havanın, səth suyunun temperaturu və atmosfer yağıntılarının ortaçoxillik göstəricilərində artım, küləyin ortaillik sürətlərində isə azalma baş vermişdir. Səthdə, orta və dib qatlarda cənub istiqamətli axınlar üstünlük təşkil etmiş və onların ortaillik sürətləri, müvafiq olaraq, 2,8 m/san, 5,2 m/san və 5,7 m/san-yə bərabər olmuşdur. Akvatoriyada şimal, cənub və cənub-qərb istiqamətli dalğalar üstünlük təşkil edir və bu dalğaların 92,7%-nin hündürlüyü 0,1-3 m, 0,04%-nin hündürlüyü isə 3,1-5,0 m aralığında olan dalğaların payına düşür.

***Açar sözlər:*** *arxipelaq, akvatoriya, müşahidə, temperatur, səth suları, çöküntülər, külək, dalğa*

# ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА БАКИНСКОГО АРХИПЕЛАГА КАСПИЙСКОГО МОРЯ НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

**Р.М.Мамедов, З.С.Аллахвердиев**
*Институт Географии Азербайджанской НАН им. акад. Г.Алиева*
*AZ1143, г.Баку, пр. Г.Джавид, 115: zabit.allahverdiyev@mail.ru*

***Резюме.*** Основной целью было изучение гидрометеорологических условий 1991-2012 годов акватории Бакинского архипелага между Песчаным островом и мысом Бяндован. Расположение акватории в юго-западной части Абшеронского полуострова, пологость шельфа и занятие им большой территории, преобладание здесь сильного северного, северо-западного, южного и юго-западного ветра на протяжении года формируют здесь сложные гидрометеорологические условия. В экономическом отношении акватория имеет очень важную позицию. Так, нефть и газ, транспортируемые в открытом море по трубопроводу, именно отсюда переправляются по месту назначения. В этом отношении, изучение гидрометеорологических условий акватории в период климатических изменений (в 1991- 2012 годы) имеет научно-практическое значение. Для достижения этой цели были исследованы гидрометеорологические условия акватории, температуры воздуха и поверхностных вод, режим осадков, потоков, ветров и волн на основе данных наблюдений четырех гидрометеорологических станций, действующих на территории Бакинского архипелага.

Исследования выявили, что в акватории в этот период отмечалось повышение средних многолетних показателей атмосферных осадков, температуры воздуха и поверхностных вод и понижение среднегодовой скорости ветра. На поверхностных, средних и нижних слоях преобладали течения южного направления, и их скорости составляли соответственно 2,8 м/сек., 5,2 м/сек. и 5,7 м/сек. В акватории преобладают волны северного, южного и юго-западного направления: 92,7% волн имели высоту 0,1-3 м; 0,04% в диапазоне 3,1-5,0 м.

***Ключевые слова:*** *архипелаг, акватория, наблюдение, температура, поверхностная вода, осадки, ветер, волна*

**ANAS Transactions** **Earth Sciences** **1 / 2018**

*Geography*

http://www.journalesgia.com

# KİÇİK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ YAMACINDA HOLOSEN YAŞLI BASDIRILMIŞ TORPAQLARIN FORMALAŞMASININ BƏZİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

**R.Ə.Fətəliyev, Ye.N.Tağıyeva, A.İ.Əliyev**
*AMEA akad. H.Ə.Əliyev ad. Coğrafiya İnstitutu*
*AZ1143, Bakı, H.Cavid pr., 115: r.fataliyev@mail.ru*

## SOME FEATURES OF THE FORMATION OF HOLOCENE BURIAL SOILS ON THE NORTH-EASTERN SLOPE OF THE LESSER CAUCASUS

**R.A.Fataliyev, E.N.Tagieva, A.I.Aliyev**
*Institute of Geography, Azerbaijan National Academy of Sciences*
*H.Javid Ave., 115, Baku, Azerbaijan, AZ1143: r.fataliyev@mail.ru*

***Keywords:*** *Holocene, buried soils, humus, carbonate, correlation, climate, paleogeographic condition*

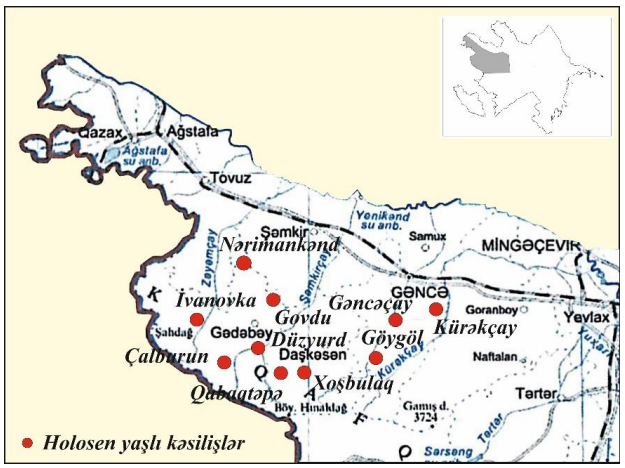
***Summary.*** The paper defines the stratigraphic position of the Holocene buried soils among other deposits of the northeastern slope of the Lesser Caucasus with analysis of their mineralogical and palynological composition. The correlation and dynamics of content amendments of carbonates and humus was studied, which are the main indicators of the composition of soils, according to the sections and depth of the soil layers. On the basis of the results obtained, the features of formation were determined and the paleogeographic conditions for the formation of Holocene buried soils, including the climate and vegetation of this period, were restored. The results prove the presence of three warm and three relatively cold periods of the Holocene climate in the study area. In general, the buried soils of the region were formed in warm climatic conditions, which, in some periods, differed in moisture regime (moderate, wet, relatively dry), genetic origin (alluvial, deluvial) and landscape (forest, meadow, swampy) conditions.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

**Giriş.** Azərbaycan Respublikasının ərazisində basdırılmış torpaqların (paleotorpaqların) geniş yayılmasına baxmayaraq, onların tədqiqinə ötən əsrin 70-80-ci illərindən başlanılmışdır (Ələsgərov, 1974; Мамедов, Алескеров, 1978). Əsas etibarilə Dördüncü dövr çöküntüləri arasında daha tez-tez rast gəlinən basdırılmış torpaqlar ətraf çöküntülərlə müqayisədə zəif öyrənilmişdir. Holosen yaşlı kontinental çöküntülərdən ibarət kəsilişlərdə bu tip torpaqlar qismən tədqiq edilsə də (Алескеров, 1985; Ələsgərov və b., 2000, Ələsgərov, 2003), onların əmələgəlməsi, formalaşdığı paleocoğrafi şərait, inkişaf tarixi, morfogenetik xüsusiyyətləri və s. kifayət qədər öyrənilməmişdir.

Məlumdur ki, Holosen epoxası Yerin inkişaf tarixinin son 11,7 minillik dövrünü əhatə etdiyindən basdırılmış torpaq qatları onun çöküntüləri arasında daha yaxşı saxlanılmışdır və bu da həmin dövrün paleoilqim və paleolandşaftının bərpası üçün zəruri olan məlumatların əldə edilməsinə geniş imkan yaradır. Son illərdə Yer kürəsində baş verən qlobal iqlim dəyişmələri, ekoloji tarazlığın pozulması və bunlarla əlaqədar ətraf mühitin qorunması məsələlərinə diqqətin artırılması, təbiətin əsas ünsürü kimi, nəinki müasir, eləcə də qədim torpaqların əmələgəlmə prosesləri və onların sürəkliliyi, morfogenetik xüsusiyyətləri, dəyişmə qanunauyğunluqları kimi problemlərin öyrənilməsini getdikcə daha aktual edir. Keçmişdə mövcud olmuş paleocoğrafi şəraitin, iqlim dəyişikliklərinin, ekoloji mühitin inkişaf dinamikasının öyrənilməsi təbiətin gələcək inkişafı barədə etibarlı proqnoz verməyə imkan yaradır (Величко, 1973). Bu baxımdan paleotorpaqlar böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, xarici mühitin dəyişkənliyindən asılı olaraq, şəraitə uyğunlaşmaq xüsusiyyətlərinə malik olan flora və fauna qalıqlarına nisbətən onlar qədim iqlim şəraiti və bitki formasiyaları barədə daha zəngin və doğru informasiya mənbələri hesab edilir (Величко, Морозова, 1976; Fətəliyev və b., 2017).

**Tədqiqat obyekti.** Holosen yaşlı basdırılmış torpaqqatlar Kiçik Qafqazın orta və alçaqdağlıq qurşaqlarında, xüsusilə onun şimal-şərq yamacında daha geniş yayılmışdır (1-ci şəkil).



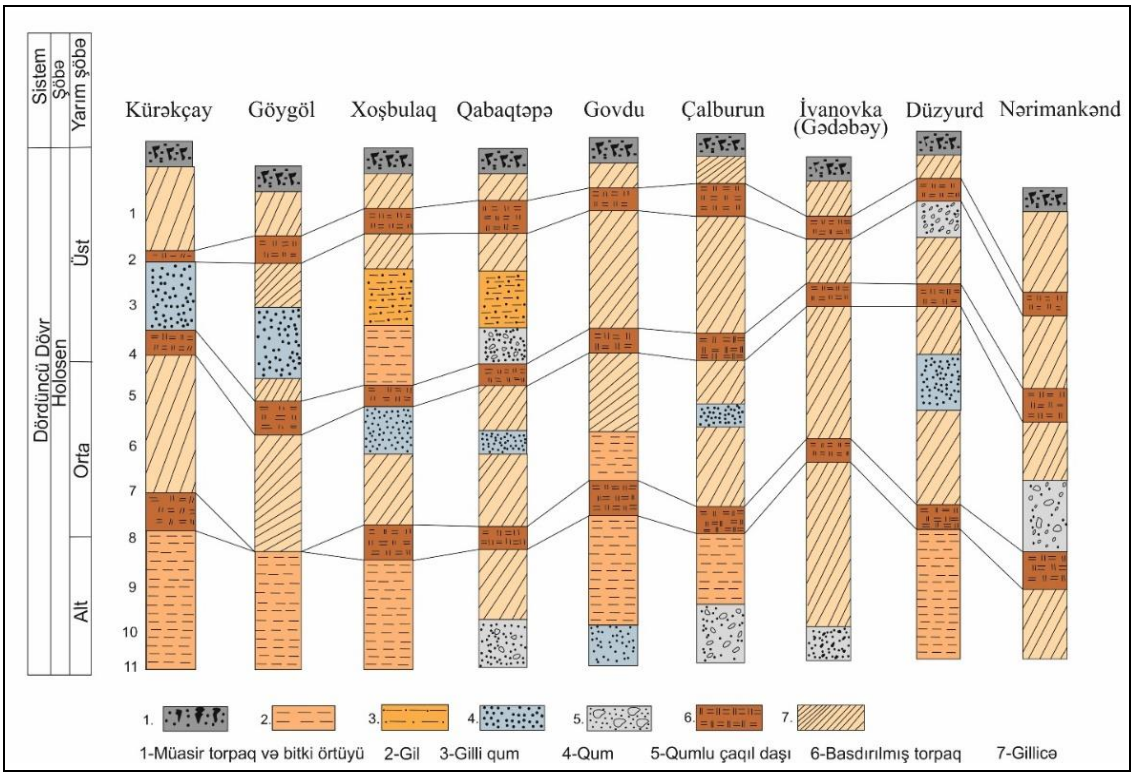

**1-ci şəkil.** Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının Holosen yaşlı basdırılmış torpaqsaxlayan kəsilişlərinin yerləşmə xəritə-sxemi

Onlara müxtəlif genetik tipli, xüsusilə allüvial, allüvial-prolüvial, delüvial mənşəli çöküntülərin tərkibində yer səthindən 1,2-11,5 m dərinlikdə və 0,5-1,5 m qalınlıqda və dəniz səviyyəsindən müxtəlif yüksəkliklərdə rast gəlinir. Xoşbulaq, Qabaqtəpə, Govdu və s. kəsilişlərinin hər birində iki-üç basdırılmış torpaq qatı olduqca yaxşı saxlanılmışdır (Ələsgərov, 2003).

**Tədqiqat üsulları.** Basdırılmış torpaqlar çöl və laboratoriya tədqiqat üsullarından istifadə etməklə öyrənilmişdir. Tədqiqatın çöl mərhələsində Holosen çöküntüləri tərkibində müşahidə edilən basdırılmış torpaqların hansı genetik tipə aid olması müəyyənləşdirilmiş və onlardan mineraloji, kimyəvi və palinoloji analizlər üçün nümunələr götürülərək tədqiq edilmişdir. Nümunələrin böyük əksəriyyətində karbonatlılıq və humusun miqdarı təyin edilmiş və onların kəsilişlər və torpaq təbəqələrinin dərinlikləri üzrə dəyişmə dinamikası və korrelyasiyası öyrənilmişdir. Humus – torpağın məhsuldarlığının mühüm göstəricilərindən olmaqla bitkilərin azotla qidalanmasını təmin edir, onların inkişafına müsbət təsir göstərir və torpağın udma qabiliyyəti, sukeçiriciliyi, rütubətliliyi onun miqdarından asılıdır (Иванов, Александровский, 1984).

Basdırılmış torpaqların yaşı müəyyən edilərkən korrelyasiya (Мамедов и др., 1998), geomorfoloji (çay terraslarına görə) və qismən də arxeoloji üsullardan (Ələsgərov, 2003), nəticələrin qiymətləndirilməsində isə əvvəlki tədqiqatçıların məlumatlarından istifadə edilmişdir. Kəsilişlər əksərən çay terraslarında olduğu üçün yaşı məlum olmayan bu terraslar, yaşı əvvəllər təyin edilmiş dəniz terrasları ilə müqayisə edilərək, eləcə də basdırılmış torpaqsaxlayan çöküntülər spor-tozcuq spektri əsasında bir-biri ilə, həmçinin yaxın ərazilərdəki məlum yaşlı horizontların spektrləri ilə korrelyasiya edilərək, onların yaşları təyin edilmişdir.

**Tədqiqatın məzmunu.** Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında aşkar edilmiş Holosen yaşlı basdırılmış torpaq qatları doqquz kəsiliş üzrə öyrənilmişdir (2-ci şəkil) və onların səkkizində basdırılmış torpaq qatlarının ilkin xüsusiyyətləri daha yaxşı saxlanıldığından onlar digərlərinə nisbətən daha ətraflı tədqiq edilmişdir (cədvəl).




**2-ci şəkil.** Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının Holosen yaşlı kontinental çöküntülərində basdırılmış torpaq qatlarının stratqrafik vəziyyəti

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının Holosen yaşlı basdırılmış torpaqlarının əsas göstəriciləri

| Sıra № | Basdırılmış torpaq kəsilişinin adı, yeri və yüksəkliyi | Basdırılmış torpaq qatı | | | Karbo - natlılıq, % | Humus, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | aşağıdan sıra sayı | dərinliyi, m | qalınlığı, m | | |
| 1. | Qabaqtəpə,1650 m (Daşkəsən r-nu) | III<br>II<br>I | 3,2<br>5,5<br>8,5 | 1,1<br>1,0<br>0,9 | 11,5<br>5,7<br>6,5 | 7,3<br>7,5<br>6,5 |
| 2. | Xoşbulaq,1750 m (Daşkəsən r-nu) | III<br>II<br>I | 3,5<br>6,0<br>9,0 | 1,0<br>0,9<br>1,1 | 3,9<br>5,6<br>7,3 | 7,3<br>7,3<br>8,5 |
| 3. | Govdu,1450 m (Gədəbəy r-nu) | II<br>I | 5,3<br>1,5 | 1,0<br>1,1 | 5,7<br>4,5 | 7,3<br>6,5 |
| 4. | Çalburun,1400 m (Gədəbəy r-nu) | I | 9,5 | 0,8 | 11,5 | 6,5 |
| 5. | İvanovka,1400 m (Gədəbəy r-nu) | I | 7,5 | 0,8 | 6,5 | 5.8 |
| 6. | Düzyurd,1480 m (Gədəbəy r-nu) | I | 6,5 | 0,7 | 5,0 | 6,5 |
| 7. | Nərimankənd, 1300 m (Gədəbəy r-nu) | II<br>I | 3,1<br>5,2 | 1,0<br>1,0 | 6,9<br>7,9 | 5,5<br>3,5 |
| 8. | Gəncəçay,600 m (Göygöl r-nu) | II | 4,8 | 1,2 | 7,8 | 5,6 |

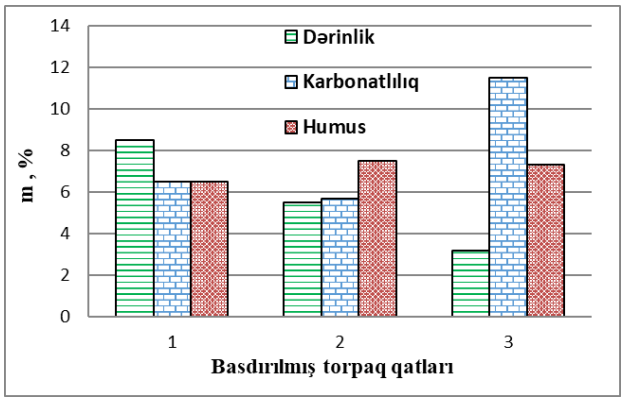
Bu kəsilişlərin, demək olar ki, hamısı kontinental (allüvial, delüvial, göl və s.) mənşəli olub, gillərin, gillicələrin, basdırılmış torpaqların, qismən də çaqıldaşı və qumların növbələşməsindən ibarətdir. Kəsilişləri daha dolğun səciyyələndirmək üçün nümunələr həm basdırılmış torpaq qatlarından, həm də onları saxlayan gil, gillicə və s. laylardan götürülmüşdür.

Kəsilişlərdəki paleotorpaqların tərkibində karbonatlılığın (3,9-11,5%) və humusun miqdarının (3,5-8,5%) geniş diapazonda dəyişməsi onların əmələgəlmə xüsusiyyətlərinin və formalaşdıqları paleocoğrafi şəraitin müxtəlifliyi ilə izah olunur. Humusun miqdarının hipsometrik olaraq ortadağlığın yuxarılarında yerləşən kəsilişlərdə (Qabaqtəpə, Xoşbulaq, Govdu) nisbətən yüksək olması (6,5-8,5%) həmin torpaq qatlarının mülayim və rütubətli iqlim şəraitində formalaşdığını göstərir və vizual olaraq, eləcə də humusun tutumuna görə müasir dağ-çəmən və qonur dağ-meşə torpaqlarına (5-8% – Məmmədov, 2002) bənzəyir. Digər tərəfdən, Qabaqtəpə kəsilişinin üçüncü, Xoşbulaq və Çalburun kəsilişlərinin isə birinci torpaq qatında karbonatlılığın yüksək olması (7,3-11,5%) onların əmələ gəldiyi dövrdə iqlimin isti və quru olması ilə deyil, həmin torpaqların genetik xüsusiyyətləri ilə, yəni ətraf ərazilərdə geniş yayılmış Üst Yura yaşlı əhəngdaşı süxurlarının aşınaraq çay terraslarında çökdürülməsi ilə əlaqədardır. Göstərilən torpaq qatlarında çaqıl və çınqıl şəklində iştirak edən əhəngdaşı tərkibli çoxsaylı süxur qırıntıları da bu faktı təsdiqləyir.

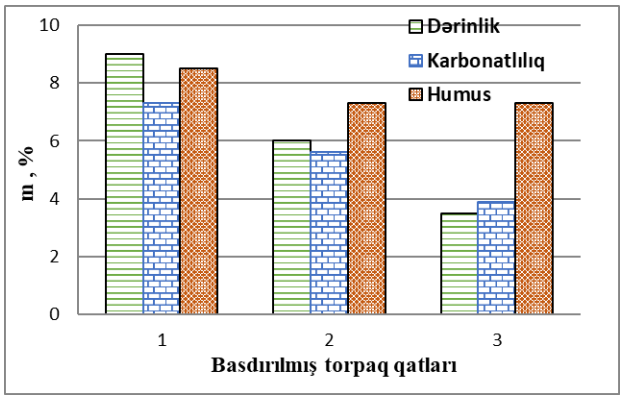
Holosenin səciyyəvi kəsilişlərdən olan Daşkəsən rayonundakı Qabaqtəpə və Xoşbulaq kəsilişləri dəniz səviyyəsindən, müvafiq olaraq, 1650 m və 1750 m yüksəklikdə yerləşir və hər ikisində təqribən eyni qalınlıqlarda və dərinliklərdə üç basdırılmış torpaq qatı aşkar edilmişdir. Lakin bütün bunlara və hər iki kəsilişin yaxın ərazidə yerləşməsinə baxmayaraq, basdırılmış torpaq qatlarının tərkibində dərinlik üzrə karbonatlılığın və humusun miqdarının dinamikasına nəzər salsaq, fərqli mənzərə görmüş olarıq. Belə ki, Qabaqtəpə kəsilişində karbonatlılığın aşağıdan yuxarıya doğru birinci qata nisbətən ikinci qatda bir qədər azalması, üçüncü qatda isə kəskin artması; humusun miqdarının bir qədər artması, ikinci və üçüncü qatlarda eyni olması; Xoşbulaq kəsilişində, əksinə, hər iki göstəricinin birinci qata nisbətən sonrakı qatlarda bir qədər azalması, ikinci və üçüncü qatlarda humusun miqdarının eyni olması müşahidə edilir (3-cü, 4-cü şəkillər). Bu əlamətlər həmin torpaqların, oxşar iqlim mühitində formalaşdığını göstərməklə, onların fərqli paleolandşaft şəraitdə əmələ gəldiyinə və müxtəlif genetik xüsusiyyətlərə malik olduğuna dəlalət edir.

Qabaqtəpə kəsilişinin birinci basdırılmış torpaqdan tünd-qonur rəngdə olub, tərkibində tək-tək orta dərəcədə hamarlanmış çaqıldaşı və quru faunası (*Helix*), çoxlu sayda çürümüş ağac və ot qalıqları müşahidə edilir və xırdaonurğalı heyvanın (dovşan) qabırğa sümüyünün qalığına rast gəlinir. İkinci basdırılmış torpaq qatı tünd-şabalıdı torpaqlarla oxşar olub, tərkibində seyrək ağac və ot gövdəsi qalıqları və ağacın kök sisteminin şaxələnmiş izləri müşahidə edilir ki, bu da onun formalaşdığı zaman ərazidə isti mülayim iqlim şəraiti və meşə örtüyünün olduğunu göstərir.

Üçüncü basdırılmış torpaq qatı isə müasir dağ qaratorpaqlarına çox bənzəyir və tərkibində çoxlu sayda müxtəlifölçülü vəhşi heyvan sümüklərinin qalıqlarına rast gəlinir ki, bu da ovçuluq fəaliyyəti ilə məşğul olan qədim insanların həmin kəsilişin yerləşdiyi terrasın səthində müəyyən vaxt ərzində məskunlaşdığını göstərir (Ələsgərov, 2003; Kərimov, 2005). Kəsilişin basdırılmış torpaq qatlarının qalınlığı 0,9-1,1 m, karbonatlılıq və humusun miqdarı isə, müvafiq olaraq, 6,5-11,5% və 6,5-7,5% arasında dəyişir.




**3-cü şəkil.** Qabaqtəpə kəsilişində (Daşkəsən r-nu) Holosen yaşlı basdırılmış torpaq təbəqələri tərkibinin dərinlik üzrə dəyişmə diaqramı




**4-cü şəkil.** Xoşbulaq kəsilişində (Daşkəsən r-nu) Holosen yaşlı basdırılmış torpaq təbəqələri tərkibinin dərinlik üzrə dəyişmə diaqramı

Xoşbulaq kəsilişinin birinci və ikinci basdırılmış torpaq qatlarının tərkibi ot qalıqları ilə zəngindir, ağac bitkiləri qalıqlarına isə nadir rast gəlinir. Torpaq qatının tərkibində çoxlu sayda soxulcan izləri onun formalaşdığı zaman rütubətli və ya göl-bataqlıq şəraitinin üstünlük təşkil etdiyini göstərir. Bu torpaq qatları rütubətli mülayim iqlim və sıx ot örtüyü şəraitində formalaşdığına görə humusla daha zəngindir (8,5 və 7,3%), bu səbəblərdən və vizual olaraq, müasir dağ qaratorpaqlarına çox bənzəyir. Məlumdur ki, göl bitkiləri altında inkişaf edən dağ qaratorpaqları humusun yüksək miqdarı (6-7%) ilə seçilir (Məmmədov, 2002). Karbonatlılığın nisbətən yüksək olması (müvafiq olaraq, 7,3 və 5,6%) ətraf dağların aşınma məhsulları olan əhəngdaşı tərkibli xırda çınqılların torpaq qatlarında iştirak etməsi ilə əlaqədardır (4-cü şəkil).

Əmələgəlmə vaxtının yaxınlığına baxmayaraq, üçüncü basdırılmış torpaq qatı struktur və tərkibcə həmin ərazidə yayılmış müasir dağ qaratorpaqlarından bir qədər fərqlənir. Tərkibində qədim insanlar tərəfindən ovlanmış və ətindən istifadə edilmiş, təyinatı mümkün olmayan heyvanın çoxlu sayda sümük qalıqları, bəzən ocaq izləri müşahidə edilir ki, bu da həmin ərazidə çay terraslarında qədim insanların məskunlaşmasını sübut edir. Horizontun qalınlığı 1,0 m-ə yaxın, humusun tutumu 7,3%, karbonatlılıq – 3,9%-dir.

Hər iki kəsilişin təhlili göstərir ki, birinci və ikinci torpaq qatları yaxın ərazidə və təqribən bərabər dərinliklərdə əmələgəlməsinə baxmayaraq, fərqli genetik xüsusiyyətlərə malik olmuş və fərqli paleocoğrafi şəraitdə formalaşmışdır. Qabaqtəpə kəsilişinin birinci və ikinci torpaq təbəqələri formalaşarkən iqlimin mülayim isti, ətraf ərazilərin isə sıx meşə ilə örtülü oduğu halda, qonşu Xoşbulaq ərazisində nisbətən rütubətli isti iqlim şəraiti, bataqlıq və sıx ot örtüyü mövcud olmuş, birinci kəsilişdəkilər delüvial, ikincidəkilər isə allüvial çöküntülər üzrə formalaşmışdır. Hər iki kəsilişdə humusun miqdarının yüksək olması nisbətən mülayim iqlimlə, karbonatlılığın çox olması isə ətraf əhəngdaşı tərkibli süxurların aşınma məhsulları ilə əlaqədardır. Qabaqtəpə kəsilişində birinci və ikinci torpaq qatlarından götürülmüş nümunələrdə ağac və bitki qalıqlarının, xüsusilə istisevər ağac növlərinə, Xoşbulaq kəsilişində isə, əksinə, ot bitkilərinə məxsus spor və tozcuqların miqdarının üstünlük (60-70%) təşkil etməsi də deyilənləri təsdiqləyir. Bunlar, həmin torpaq təbəqələri formalaşdığı dövrlərdə Qabaqtəpə ətraflarında palıd, vələs, ağcaqayın, cökə, fıstıq ağaclarından ibarət sıx meşə örtüyünün, Xoşbulaq ətraflarında isə dənlilər, bənövşəkimilər, efedra, tərəçiçəklilər, cil, gicitkən və s. ot bitkilərindən ibarət subalp çəmənliklərinin mövcudluğu ilə izah olunur.

Basdırılmış torpaq qatlarının arasındakı gil və gillicə laylarından götürülmüş nümunələrin palinoloji tərkibində ot bitkiləri qalıqlarının çoxalması; fıstıq, cökə kimi istisevər ağac tozcuqlarının azalması və eyni zamanda, tozağacı, söyüd və iynəyarpaqlı soyuqsevər ağac tozcuqlarının miqdarının artması həmin qatların nisbətən soyuq şəraitdə formalaşdığını göstərir (Kərimov, 2005).

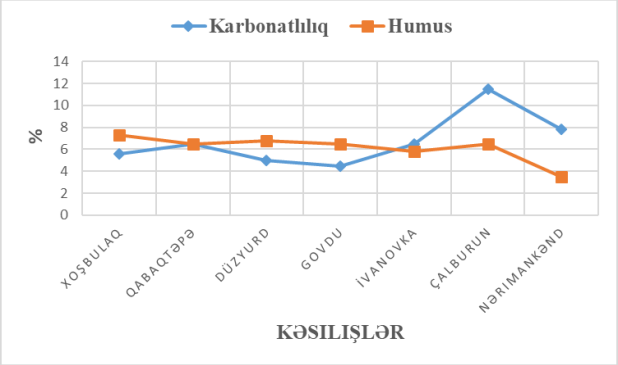
Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında yerləşən Holosen yaşlı basdırılmış torpaqsaxlayan digər kəsilişlərdə də üç (yalnız Gəncəçayda iki) basdırılmış torpaq qatı qeyd edilsə də, onlar nisbətən zəif tədqiq edilmişdir, yəni Govdu və Nərimankənd kəsilişlərində I və II, Çalburun, İvanovka, Düzyurd kəsilişlərində I və Gəncəçay kəsilişində yalnız II paleotorpaq

qatında karbonatlılıq və humusun miqdarı təyin edilmişdir. Bunlardan yalnız Nərimankənd kəsilişində humusun (3,5-5,5 %), Govdu və Düzyurd kəsilişlərində isə karbonatlılığın miqdarı (4,5-5,0%) nisbətən azdır, digərlərində isə bu göstəricilər ərazi üzrə orta qiymətlərə yaxın olub, karbonatlılıq 5,7-7,9%, humusın miqdarı isə 5,6-7,3% arasında dəyişir. Bu göstəricilər Holosen epoxasında Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında oxşar paleocoğrafi şəraitin mövcud olduğunu göstərsə də, onların fərqli landşaft xüsusiyyətlərinə malik mühitdə formalaşdıqlarını əks etdirir.

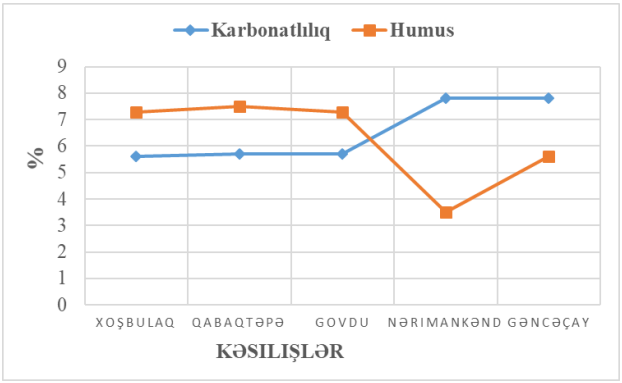
Səciyyəvi kəsilişlərdən biri Şəmkirçayın sol sahilində dəniz səviyyəsindən 1400 m hündürdə yerləşən, ümumi qalınlığı 12,5 m olan Govdu kəsilişidir. Bu kəsilişin birinci və ikinci basdırılmış torpaq qatlarının tərkibində külli miqdarda ağac və ot qalıqlarının iştirak etməsi həmin torpaqlar formalaşarkən ətraf ərazilərin sıx meşələrlə örtülü olmasından xəbər verir. Hazırda həmin yerlər çəmənlikdir və seyrək yabanı alma, armud ağacları bitir. Govdu kəsilişinin yer səthinə yaxın üçüncü basdırılmış torpaq qatının tərkibində zəngin ot bitkiləri qalıqları və ocaq izləri müşahidə edilir. Əvvəlki qatlara nisbətən sonuncuda ot bitkiləri (60-65%), o cümlədən dənli bitki qalıqlarının çoxalması (20-25%), ağac qalıqlarının isə azalması (35-40%) Holosenin son dövrlərində ərazidə məskunlaşmış insanların təsərrüfat fəaliyyətləri ilə əlaqıdardır. Heyvandarlıq və əkinçiliyin inkişaf etməsi meşə örtüyünün məhvinə səbəb olmuşdur (Ələsgərov, 2003). Sonuncu torpaq qatında rast gəlinən arxeoloji tapıntılar, o cümlədən saxsı parçaları, ocaq izləri, müxtəlif ov heyvanları və quşlarının sümükləri də insanın təbiətə aktiv müdaxiləsinin şahidləridir. Analoji mənzərə fərqli intensivliklə digər, o cümlədən Çalburun, İvanovka və Düzyurd kəsilişlərində də müşühidə edilir.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında formalaşmış Holosen yaşlı basdırılmılş torpaqları həmin ərazidəki müasir torpaqlarla müqayisə edərkən, bəzi kəsilişlərin ayrı-ayrı qatları ilə müasir torpaqlar arasında oxşarlıq müşahidə edilir. Məsələn, Düzyurd kəsilişinin birinci, İvanovka kəsilişinin ikinci torpaq qatı qonur dağ-meşə torpaqlarına, üçüncü qatı isə dağ qaratorpaqlarına, Kürəkçay kəsilişinin üçüncü qatı müasir tünd-şabalıdı torpaqlara çox oxşardır və s. Əsasən rənglərində, humusun miqdarında, bitki örtüyündə və qismən də mexaniki tərkibində özünü göstərən bu oxşarlıqlar, arada min illərlə fərq olmasına baxmayaraq, həmin torpaqların nisbətən oxşar iqlim və landşaft şəratində əmələ gəlmələrini göstərir.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının Holosen yaşlı kəsilişlərinin birinci və ikinci basdırılmış torpaq qatlarında karbonatlılıq və humus arasında korrelyasiya araşdırılmış və müvafiq qrafik tərtib edilmişdir (5-ci, 6-cı şəkillər).




**5-ci şəkil.** Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının Holosen yaşlı kəsilişlərinin birinci basdırılmış torpaq qatlarında karbonatlılıq və humusun korrelyasiyası




**6-cı şəkil.** Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının Holosen yaşlı kəsilişlərinin ikinci basdırılmış torpaq qatlarında karbonatlılıq və humusun korrelyasiyası

Təqdim olunan qrafiklərdə karbonatlılıq və humusun həm də relyefə görə dəyişməsini izləmək məqsədilə kəsilişlər hipsometriyaya uyğun yerləşdirilmişdir. Birinci qrafikdə yüksəklikdən (Xoşbulaq k.) relyefin aşağılarına doğru humusun miqdarının tədricən, Nərimankənd kəsilişində kəskin azaldığı; karbonatlılığın əvvəl tədricən azaldığı, sonra isə kəskin artdığı (Calburun k.) və yenidən azaldığı müşahıdə edilir. Bu da kəsilişlərdəki birinci torpaq qatlarının müxtəlif landşaft xüsusiyyətlərinə malik şəraitdə formalaşdığını göstərir. Karbonatlılıq və humusun miqdarı arasında ümumi asılılıq – korrelyasiya izlənilir, lakin onun bir qədər pozulması, yəni eyni basdırılmış torpaq qatında həm humusun, həm də karbonatlılığın miqdarının yüksək olması (Calburun k.), yuxarıda deyildiyi kimi, ətrafda yayılmış əhəngdaşı tərkibli süxur qırıntılarının basdırılmış torpaqlarda çoxlu miqdarda iştirakı ilə əlaqədardır. Bütün bunlar ərazinin həmin dövrdə tektonik aktivliyinin və iqlimin rütubətlilıyinin, eyni zamanda, yağıntıların miqdarının nisbətən yüksək olduğunu göstərir. İkinci qrafikdə (6-cı şəkil) isə humus və karbonatlılıq arasında aydın korrelyasiya müşahidə edilir: belə ki, relyefin 1300 m-dən hündür olan yerlərində (Xoşbulaq, Qabaqtəpə, Govdu) hər iki göstəricinin

miqdarı nisbətən sabit qaldığı halda, aşağılarda (Nərimankənd, Gəncəçay) humusun miqdarı xeyli azalır, karbonatlılıq isə artır. Bu da təxminən Orta Holosen zamanında ərazinin dağlıq hissələrində mülayim isti və rütubətli, aşağılarda isə nisbətən isti və quru iqlim şəraitinin mövcudluğuna dəlalət edir.

Holosenin sonlarına yaxın (4-2 min il əvvəl) Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının ortadağlıq hissələrindəki (dəniz səviyyəsindən 1300-1800 m hündürlükdə) kəsilişlərinə (Xoşbulaq və s.) nisbətən alçaqdağlıqda (600-1000 m) yerləşən kəsilişlərdə (Gəncəçay və s.) ağac qalıqlarının kəskin azalması (25-30%) və ot bitkiləri qalıqlarının isə xeyli artması (60-65%) insanın təbiətə təsirinin relyefin aşağılarında daha erkən başladığını göstərir.

**Nəticələr.** Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında aşkar edilmiş Holosen yaşlı basdırılmılş torpaqların kompleks tədqiqi onların eyniyaşlı kəsilişlərini korrelyasiya etməyə və hansı paleocoğrafi şəraitdə formalaşdığını öyrənməyə imkan verir. Belə ki, basdırılmış torpaqların və çöküntülərin palinoloji və litoloji-mineraloji analizi, torpaq qatlarında karbonatlılığın və humusun miqdarının kəsilişlər və dərinlik üzrə dəyişməsi, eləcə də ağac və bitki qalıqlarının torpaq qatlarında fərqli tərkibi həmin torpaqların çox müxtəlif iqlim və landşaft xüsusiyyətlərinə malik paleocoğrafi şəraitdə formalaşdığını göstərir. Alınmış nəticələr tədqiq olunan ərazidə Holosen epoxasında üç isti və üç nisbi soyuq iqlim şəraitinin mövcud olduğunu göstərir. Basdırılmış torpaq qatları, ümumiyyətlə, iqlimin isti fazalarında əmələ gəlsələr də, onun fərqli rejimlərində (mülayim-isti, rütubətli, nisbi quru və s.), müxtəlif genetik (allüvial, delüvial və s.) və landşaft (meşə, çəmənlik, bataqlıq və s.) şəraitində formalaşmışdır. Holosenin ortalarından başlayaraq, Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının paleocoğrafi mühitində yaranmış dəyişikliklərdə, əsasən təbii proseslərlə əlaqədar olsa da, həmin dövrdə insan amilinin rolu kifayət qədər təsirli olmuşdur və bu hal yüksək ərazilərə (1400-1700 m) nisbətən aşağılarda (600-1000 m) daha erkən baş vermişdir.

**ƏDƏBİYYAT**


Ələsgərov B.C. Şamxor və Zəyəm çayları hövzəsinin Antropogen dövrünün basdırılmış torpaqları haqqında. Azərb. SSR EA-nın Xəbərləri. Yer haqqında elmlər ser., № 3, 1974, s.18-23.

Ələsgərov B.C. Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının Holosen yaşlı basdırılmış torpaqları. Bakı Dövlət Universitetinin Xəbərləri, təbiət elmləri seriyası, № 1, 2003, s.33-40.

Ələsgərov B.C., Xəlilov S.H., Xəlilova G.Y. Acınohur-Ceyrançöl öndağlıq arid ərazisində yayılmış Holosen yaşlı basdırılmış torpaqların təkamülü və ekoloji səciyyəsi. AMEA Xəbərlər. Yer elmləri, № 3, 2000, s. 63-68.

Fətəliyev R.Ə., Tağiyeva Y.N., Xəlilova Ü.Ə., Əliyev A.İ., Muradli E.V. Azərbaycanın Orta və Son Pleystosen (Xəzər və Xvalın) yaşlı basdırılmış torpaqları və paleocoğrafi şəraitın bərpasında onların rolu. Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin əsərləri, C. XIX, 2017, s. 35-41.

Məmmədov Q.Ş. Azərbaycanın torpaq ehtiyatları. Elm. Bakı, 2002, 132 s.

Kərimov R.F. Holosendə Azərbaycanın təbiəti və insanın paleoekologiyası. Coğraf. elm. namiz. dis. avtoref. Bakı, 2005, 25 s.

Алескеров Б.Д. Голоценовые погребенные почвы Алазань-Агричайской долины. Бюлл. Комиссии по изучению Четвертичного периода. Наука. Москва, № 54, 1985, с. 122-126.

Величко А.А., Морозова Т.Д. Особенности палеогеографического подхода при изучении ископаемых и современных почв. В сб.: Изучение и освоение природной среды, 1976, с. 108-122.

Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. Наука. Москва, 1973, 256 с.

Иванов И.В., Александровский А.Л. Методы изучения эволюции и возраста почв. НЦБИ АН Пущино: ОНТИ СССР. Москва, 1984, 54 с.

Мамедов А.В., Алескеров Б.Д. Четвертичные погребенные почвы Алазань-Агричайской долины. Изв. АН Азерб. ССР. Серия наук о Земле, № 6, 1978, с. 16-21.

Мамедов А.В., Алескеров Б.Д., Велиев С.С. Погребенные почвы голоцена кайнозойских предгорий Большого


**REFERENCES**


Aleskerov B.J. Holocene buried soils of the Alazan-Agrichay valley. Bull. of Commission on Fourth Period studies. Nauka. Moscow, № 54, 1985, pp.122-126 (in Russian).

Aleskerov B.J. The buried anthropogenic soils in the basins of the Shamkhorchay and Dzegamchay rivers. Proceedings of the Academy of Sciences of Azerb.SSR. The Sciences of Earth Series, № 3, 1974, pp. 18-23 (in Azerbaijani).

Aleskerov B.J. The buried soils of the Holocene of the northeastern slope of the Lesser Caucasus. Baku University News, Series of Nature Study, № 1, 2003, pp. 33-40 (in Azerbaijani).

Aleskerov B.J., Khalilov S.H., Khalilova G.Y. Evolution and ecological characterization of the buried soils of the Holocene, common in the Ajinohur-Djeiranchel foothill arid territory. Proceedings of the Academy of Sciences of Azerbaijan. The Sciences of Earth, № 3, 2000, pp. 63-68 (in Azerbaijani).

Fataliyev R.A., Tagiyeva E.N., Khalilova U.A., Aliyev A.I., Muradly E.V. The buried soils of Azerbaijan of the Middle and Late Pleistocene (Khazar and Khvalynian geological centuries) and their role in restoring paleogeographic conditions. Proceedings of the Geographical Society of Azerbaijan, V.XIX, 2017, pp. 35-41 (in Azerbaijani).

Ivanov I.V., Alexandrovsky A.L. Methods for studying the evolution and age of soils. NCBI AS Pushchino: ONTI USSR, 1984, 54 p. (in Russian).

Kerimov R.F. The nature of Azerbaijan in Holocene and human paleoecology. Geography PhD abstract. Baku, 2005, 25 p. (in Azerbaijani).

Mamedov A.V., Aleskerov B.J. Quaternary buried soils of the Alazan-Agrichay valley. Proceedings of the Academy of Sciences of Azerb.SSR. The Sciences of Earth Series, № 6, 1978, pp. 16-21 (in Russian).

Mamedov A.V., Aleskerov B.J., Veliyev S.S. Buried soils of the Holocene of the Cenozoic foothills of the Greater Caucasus and their significance. Proceedings of the Academy of Sciences of Azerb.SSR, The Sciences of Earth Series, № 6, 1988, pp.19-25 (in Russian).

Mamedov A.V., Aleskerov B.J., Veliyev S.S., Tagiyeva E.N. Correlation of the Holocene sediments of Azerbaijan according to the data of spores and pollen analysis. Reports of

Кавказа и их значение. Изв. АН Азерб.ССР. Серия наук о Земле, № 6, 1988, с. 19-25.

Мамедов А.В., Алескеров Б.Д., Велиев С.С., Тагиева Е.Н. Корреляция голоценовых отложений Азербайджана по данным спорово-пыльцевого анализа. Доклады АН Азерб., В.54, № 1, 1998, с. 65-69.

the Academy of Sciences of Azerbaijan. Baku, V. 54, № 1, 1998, pp. 65-69 (in Russian).

Mammadov G.Sh. Soil resources of Azerbaijan. Elm. Baku, 2002, 132 p. (in Azerbaijani).

Velichko A.A. The natural process in the Pleistocene. Nauka. Moscow, 1973, 256 p. (in Russian).

Velichko A.A., Morozova T.D. Features of the paleogeographical approach to the study of fossil and modern soils. In col.: The study and development of the natural environment. Moscow, 1976, pp.108-122 (in Russian).

## KİÇİK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ YAMACINDA HOLOSEN YAŞLI BASDIRILMIŞ TORPAQLARIN FORMALAŞMASININ BƏZİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

**R.Ə.Fətəliyev, Ye.N.Tağıyeva, A.İ.Əliyev**
*AMEA akad. H.Ə.Əliyev ad. Coğrafiya İnstitutu*
*AZ1143, Bakı, H.Cavid pr., 115: r.fataliyev@mail.ru*

***Xülasə.*** Məqalədə Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında Holosen yaşlı basdırılmış torpaqların digər çöküntülər arasında stratiqrafik vəziyyəti müəyyənləşdirilmiş, onların mineraloji və palinoloji tərkibləri öyrənilmişdir. Torpağın tərkibinin əsas göstəricilərindən olan karbonatlılıq və humusun miqdarının kəsilişlər və torpaq qatlarının dərinliklər üzrə dəyişmə dinamikası və korrelyasiyası təhlil edilmişdir. Alınmış nəticələr əsasında tədqiqat ərazisində Holosen yaşlı basdırılmış torpaqların əmələgəlmə xüsusiyyətləri və formalaşdığı paleocoğrafi şərait, o cümlədən həmin dövrün iqlimi və bitki örtüyü bərpa edilmişdir.

***Açar sözlər:*** *holosen, basdırılmış torpaqlar, humus, karbonatlılıq, korrelyasiya, iqlim, paleocoğrafi şərait*

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГОЛОЦЕНОВЫХ ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ МАЛОГО КАВКАЗА

**Р.А.Фаталиев, Е.Н.Тагиева, А.И.Алиев**
*Институт географии им. акад.Г.Алиева, НАН Азербайджана*
*AZ1143, г.Баку, пр. Г.Джавида, 115: r.fataliyev@mail.ru*

***Резюме.*** В статье представлены результаты определения стратиграфического положения погребенных почв голоцена среди других отложений северо-восточного склона Малого Кавказа, проанализирован их минералогический и палинологический состав. Дается корреляция и динамика изменения содержания карбонатов и гумуса, являющихся основными показателями состава почв, по разрезам и по глубине почвенных слоев. В результате исследований былывыявлены особенности образования и восстановлены палеогеографические условия формирования голоценовых погребенных почв, включая климат и растительность данного периода. На исследуемой территории в голоцене существовало три теплых и три относительно холодных периодов климата. Погребенные почвы региона формировались в теплых климате и в отдельные периоды отличались режимом увлажнения (умеренные, влажные, относительно сухие), генетическим происхождением (аллювиальные, делювиальные) и ландшафтными (лесные, луговые, заболоченные) условиями.

***Ключевые слова:*** *голоцен, погребенные почвы, гумус, карбонатность, корреляция, климат, палеогеографические условия*

**ANAS Transactions** **Earth Sciences** **1 / 2018**

*Geography*

http://www.journalesgia.com

# VİLƏŞÇAY HÖVZƏSİNİN MÜASİR LANDŞAFTLARI VƏ ONLARIN DİFERENSİASİYASINA TƏSİR EDƏN ƏSAS AMİLLƏR

**E.Ş.Məmmədbəyov, İ.F.Quliyeva**
*AMEA akad. H.Ə.Əliyev ad. Coğrafiya İnstitutu*
*AZ1143, Bakı, H.Cavid prosp.,115: elxan_geo@mail.ru*

**MODERN LANDSCAPE OF VILASHCHAY RIVER BASIN AND MAIN FACTORS INFLUENCING THEIR DIFFERENTIATION**

**E.Sh.Mammadbayov, I.F.Guliyeva**
*Institute of Geography named after academician H. Aliyev, ANAS*
*H.Javid Ave., 115, Baku, Azerbaijan, AZ 1143: elxan_geo@mail.ru*

***Keywords:*** *landscape, landscape differentiation, environmental conditions, inversion, humidification ratio*

***Summary.*** The paper describes the research of modern landscapes of Vilashchay basin of Lankaran region (southern Azerbaijan) which sharply differs from the other regions of Azerbaijan by the relief and climate features. The formation and differentiation of modern landscape of the studied basin are influenced by some respective factors. Within the researches, the landscape differentiation features were identified taking into account the morphometric elements of the studied river basin relief, features of the mountainous ranges, climate change and human activities. Based on the fieldwork results, the deviation and visualization maps were plotted. For the first time, with the application of the digital technique, the large-scale contemporary landscape map (1:100 000) was compiled. It was found out that as a result of humidity factor reduction, the mountainous forest landscapes well-developed at average altitudes (1800-2000 m) are changing into the meadow-forest, forest-shrubs and field ones.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

**Giriş:** Tədqiqat obyekti Lənkəran təbii vilayətinin Viləşçay hövzəsi olub, sahəsi 935 km$^2$, çayın uzunluğu isə 115 km-dir. Çay oz başlanğıcını Talış silsiləsinin Quludaş (2200 m) zirvəsindən götürür. Yuxarı axında Peştəsər, orta axında Burovar silsiləsini kəsib keçir, axırıncı 25 km məsafəni Lənkəran düzənliyindən axır. Başlıca qolları Şərətük, Mətəli, Alarçaydır. Hövzənin əsas hissəsi alçaq və ortadağlığı əhatə edir.

**Tədqiqat metodu.** Tədqiqat işinin yerinə yetirilməsində əsasən kartoqrafik, məsafədən zondlama, CİS, riyazi-statistik, ənənəvi müşahidə və çöl tədqiqat metodlarından, eyni zamanda, eksperimental tədqiqat üsullarından istifadə edilmişdir.

Viləşçay hövzəsinin müasir landşaftları mürəkkəb diferensiasiya xüsusiyyətlərinə malikdir. Landşaftların diferensiasiyasının yaranmasını tədqiqatçılar müxtəlif amillərin təsiri ilə izah edirlər. N.A.Qvozdetski (1976) relyefə, A.A.Qriqoriyev 1966) hündürlüyə doğru istilik və rütubətin dəyişmə nisbətinə üstünlük verirlər. A.Q.İsaçenko (1991) dağlıq ərazilərdə təbii landşaftların diferensiasiyasını bütün təbii komponentlərin qarşılıqlı əlaqəsinin kompleks nəticəsi kimi qiymətləndirir. Lin Chao Li Changwen (1985) dağlıq ölkə landşaftlarının inkişaf xüsusiyyətlərinin müxtəlif aspektlərini izah edir.

Azərbaycan Respublikasında təbii landşaftların diferensiasiya xüsusiyyətləri ilə bağlı B.Ə.Budaqov, A.A.Mikayılov (1985), M.C.İsmayılov (1986), B.Ə.Budaqov (1988), E.Ş.Məmmədbəyov (1992), M.A.Müseyibov (2003), Y.Ə.Qəribov (2013) və başqaları çoxsahəli tədqiqatlar aparmışlar.

Talış dağlarında landşaftların hündürlük diferensiasiyası xüsusiyyətləri A.Ə.Əliyev və H.K.Həsənov (1972) tərəfindən tədqiq olunmuşdur.

Landşaftların ərazi diferensiasiyasında relyef bütün tədqiqatçılar tərəfindən əsas amil kimi qəbul olunur. Relyef hidroqrafik şəbəkə, torpaq-bitki örtüyü, günəş radiasiyası və yağıntıların paylanmasına birbaşa təsir edir. D.L.Armanda görə (1975), digər komponentlərə güclü təsir göstərən, lakin özü onların təsiri altında çox zəif dəyişən komponent aparıcı-

dır. Landşaftların formalaşmasında əsas rol oynayan aparıcı amillər relyef və iqlim amilləridir. Relyef landşaftın diferensiasiyasında əsas rol oynamaqla yanaşı, landşaftın estetik cəlbediciliyinə də təsir edir. Müasir dövrdə məsafədən zondlama məlumatlarının mövcudluğu və rəqəmsal texnologiyaların inkişafı relyefi əsas landşaftəmələgətirən amil kimi geniş tədqiq etməyə imkan verir. Rəqəmsal texnologiya relyefin morfometrik təhlilini asanlaşdırır. Ənənəvi metodlardan fərqli olaraq, rəqəmsal texnologiyanın tətbiqi ərazinin morfometrik göstəricilərini daha tez və dəqiqliklə müəyyən etməyə imkan verir. Bu məqsədlə ərazidə hündürlüyün paylanması, meyillik və yamacların baxarlığının müəyyən olunması böyük əhəmiyyətə malikdir. Dağlıq ərazilərdə istilik və su balansının paylanmasında bu amillərin rolu çox böyükdür. Eyni zamanda, bu amillər torpaq-bitki örtüyünün paylanmasına da təsir edir.

Viləşçay hövzəsi üçün tərtib etdiyimiz hipsometrik xəritənin (1-ci şəkil) təhlili nəticəsində ərazinin müxtəlif yüksəklikləri üzrə paylanması qanunauyğunluğu 1-ci cədvəldə verilmişdir.

Hündürlük göstəricilərinin təhlilindən aydın olur ki, ərazinin əsas hissəsi alçaq və ortadağlıqda yerləşir. Tədqiqat ərazisinin xarakterli geomorfoloji elementlərindən biri burada mövcud olan qədim düzəlmə səthləri və dağarası çökəkliklərdir. Buna Talış və Peştəsər silsilələri arasında Diman çökəkliyini misal göstərmək olar. Bu ərazilərdə kserofit kol landşaftları inkişaf etmişdir.

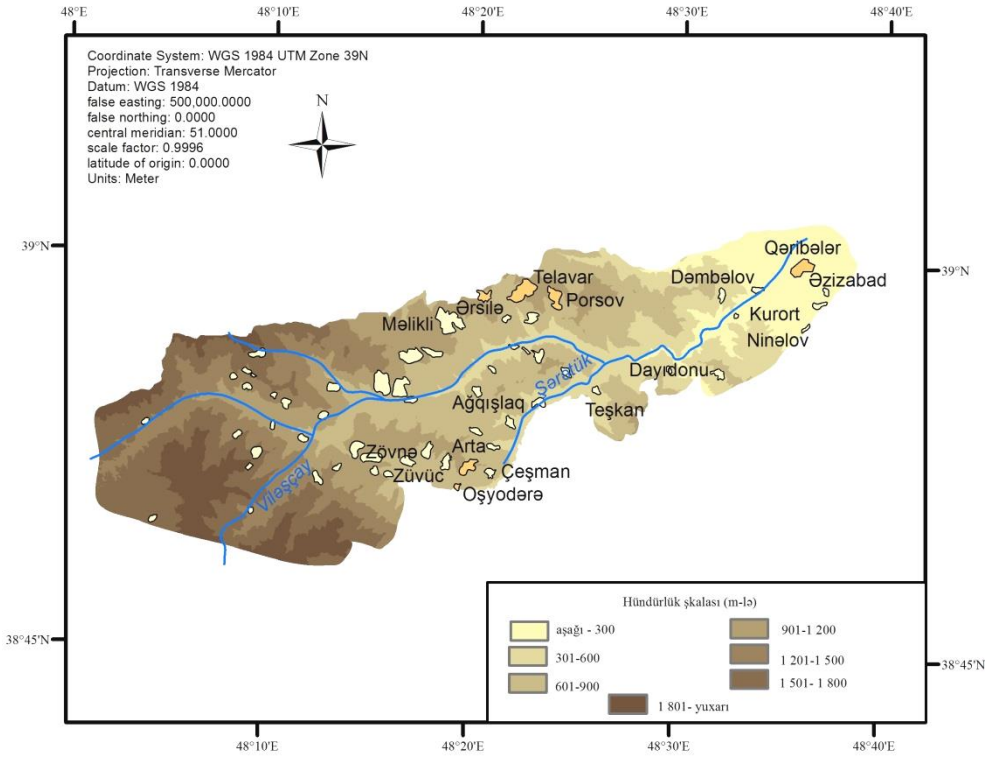
Ərazinin müasir landşaftlarının diferensiasiyasına relyefin mütləq hündürlüyü ilə yanaşı, yamacların baxarlılığının da təsiri böyükdür. Yamacların baxarlılığından asılı olaraq landşaftın strukturunda ciddi fərqlər yaranır. Ərazi üçün tərtib etdiyimiz yamacların baxarlılığı xəritəsinin təhlili əsasında alınan göstəricilər 2-ci cədvəldə verilmişdir.

Ərazi üçün tərtib etdiyimiz baxarlılıq xəritəsi (2-ci şəkil), çöl tədqiqat və digər ədəbiyyat materiallarının təhlilindən aydın olur ki, şimal yamacdakı meşələr daha çox ərazi əhatə etməklə sıx və yüksək doluluğa malik olduğu halda, cənub və qərb yamaclardakı meşələr nisbətən az sahə tutmaqla sıxlığı azdır, hətta bəzi yerlərdə meşə-kolluqla əvəz olunur. Şimal səmtli yamaclarda meşədə fıstıq, cənub səmtli yamacda isə palıd və azatağacı üstünlük təşkil edir.

Landşaft diferensiasiyasına təsir göstərən əsas şərtlərdən biri də yamacların meyilliyidir.

Viləşçay hövzəsində yamacların meyilliyi Arcgis kompüter proqramında təhlil olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, nisbətən çox meyilliyə malik ərazilərdə eroziya-denudasiya prosesləri güclü inkişaf etmişdir (3-cü cədvəl və 3-cü şəkil ).

Landşaftın diferensiasiyasına təsir edən ən mühüm amillərdən biri də iqlimdir. Ərazi üçün əsas xarakterik iqlim tipi yayı quraq keçən mülayim isti iqlim tipidir. Dağətəyi və alçaqdağlıq ərazilər yağıntıları bərabər paylanan mülayim isti iqlim tipinə malikdir. Bu iqlim tipinə xas olan ən mühüm xüsusiyyət burada zəngin meşə örtüyünün yayılmasıdır.




**1-ci şəkil**. Viləşçay hövzəsində ərazinin hündürlüklər üzrə paylanması xəritəsi

***1-ci cədvəl***

Viləşçay hövzəsində ərazinin hündürlüklər üzrə paylanması

| Hündürlük (m-lə) | Sahəsi ($km^2$-lə) | Sahəsi (%-lə) |
|---|---|---|
| 300 | 67 | 10,5 |
| 301-600 | 87 | 13,6 |
| 601-900 | 163 | 25,5 |
| 901-1200 | 100 | 15,6 |
| 1201-1500 | 77 | 12,05 |
| 1501-1800 | 99 | 15,5 |
| 1801 | 45 | 7,25 |
| Cəmi | 639 | 100 |

***2-ci cədvəl***

Viləşçay hövzəsində yamacların baxarlılığı

| Baxarlılıq, cəhət | Sahəsi ($km^2$-lə) | Sahəsi (%-lə) |
|---|---|---|
| Şimal | 260 | 40,7 |
| Şərq | 138 | 21,6 |
| Cənub | 135 | 21,1 |
| Qərb | 106 | 16,6 |
| Cəmi | 639 | 100 |

İl ərzində günəş parıltılı saatların miqdarı 2200-2400, alçaq-ortadağlıq ərazilərdə 2000-2200 saat təşkil edir. Ümumi günəş radiasiyasının miqdarı alçaqdağlıqda 128-132 kkal/$sm^2$-dən, Kömürgöy və Qızyurdu zirvələrində 140-144 kkal/$sm^2$-ə çatır. İl ərzində radiasiya balansı 58-60 kkal/$sm^2$-dən, ortadağlığın yüksək hissəsinə doğru 40-45kkal/$sm^2$-ə qədər azalır (Шихлинский,1969).

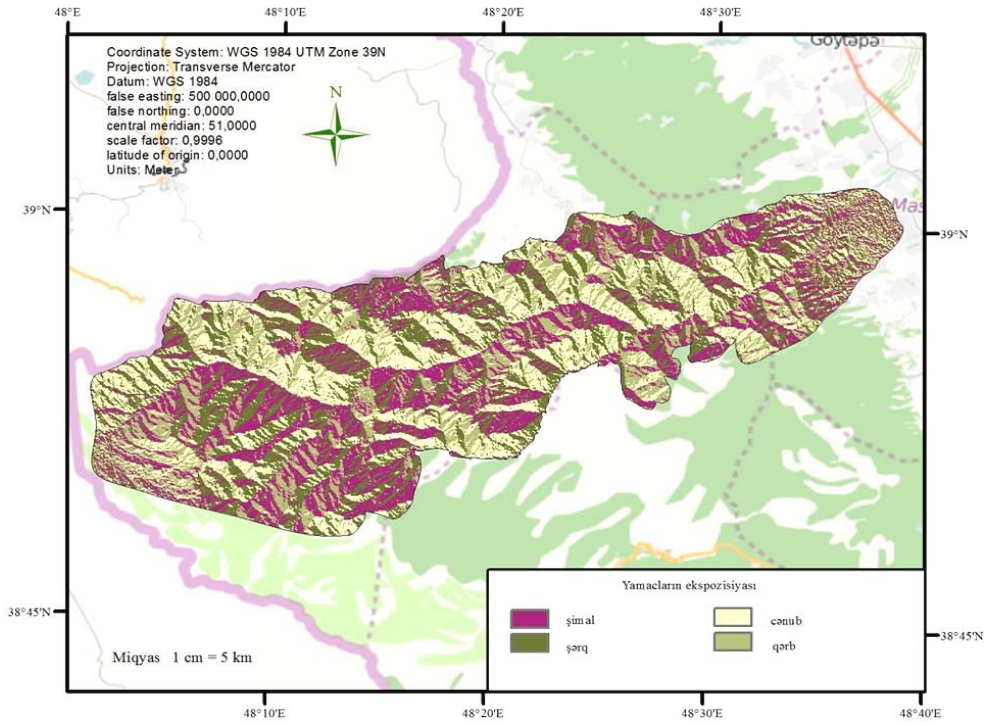
Tədqiq olunan ərazidə yağıntıların paylanmasında relyefin və Xəzər dənizinin təsiri böyükdür. Hündürlüyə doğru yağıntıların paylanması özünəməxsus səciyyə daşıyır. Belə ki, 1000 m yüksəkliyə qədər yağıntıların miqdarı artır, sonra isə azalmağa başlayır (4-cü şəkil).

Yağıntıların qeyri-bərabər paylanmasının səbəbi ərazinin oroqrafik quruluşudur. Belə ki, Xəzər dənizi üzərindən əraziyə daxil olan rütubətli hava kütləsi qısa bir məsafədə dağ silsilələri ilə qarşılaşdığından alçaqdağlıq və dağətəyində yağıntı çox düşür. Tədqiq olunan ərazinin şimal-qərb hissəsi Xəzər dənizindən nisbətən uzaqda olması və mütləq hündürlüyün azalması nəticəsində burada yağıntıların miqdarı da azalır.

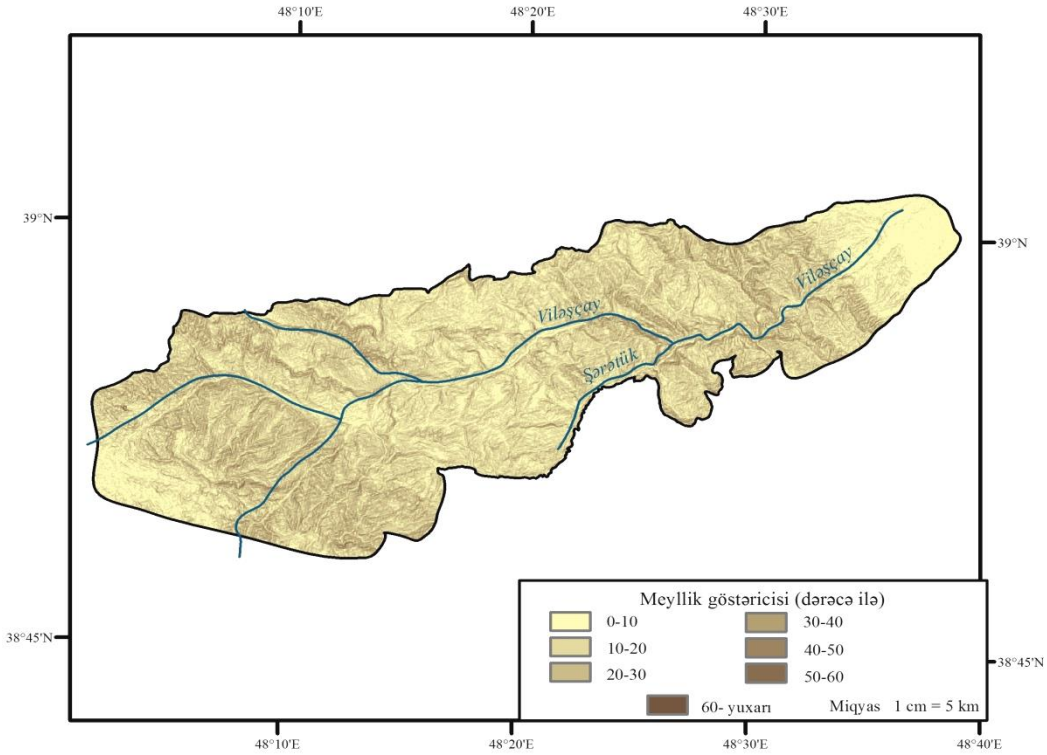
4-cü cədvəldə Viləşçay hövzəsində rütubətlənmə şəraiti ilə landşaft tiplərinin diferensiasiyası arasındakı əlaqə göstərilir.

Ərazidə maksimum yağıntı ilin soyuq dövründə düşür. Ərazi üçün ortaillik nisbi rütubət 70-80%-dir. Maksimum nisbi rütubət dağətəyi rayonlarda müşahidə olunur.

Yuxarıda göstərilənləri nəzərə alaraq və apardığımız çöl tədqiqatlarının nəticələrinə əsaslanaraq tədqiq olunan ərazinin irimiqyaslı landşaft xəritəsi tərtib olunmuş və hər bir kompleksin landşaft ekoloji şəraiti təhlil edilmişdir (5-ci şəkil).




**2-ci şəkil**. Viləşçay hövzəsində yamacların baxarlılıq xəritəsi

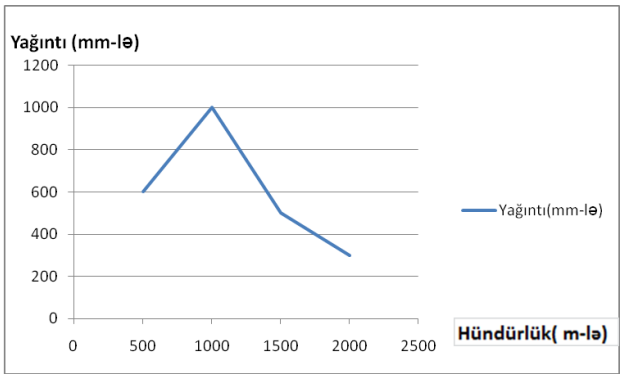



**3-cü şəkil**. Viləşçay hövzəsində yamacların meyillik xəritəsi

***3-cü cədvəl***

Viləşçay hövzəsində yamacların meyilliyi

| Meyillik | Sahəsi ($km^2$-lə) | Sahəsi (%-lə) |
|---|---|---|
| $0\text{-}10^0$ | 144 | 22,5 |
| $10\text{-}20^0$ | 258 | 40,4 |
| $20\text{-}30^0$ | 169 | 26,4 |
| $30\text{-}40^0$ | 59 | 9,2 |
| $40\text{-}50^0$ | 8 | 1,3 |
| $50\text{-}60^0$ | 0,3 | 0,05 |
| $>60^0$ | 0,7 | 0,1 |
| Cəmi | 639 | 100 |

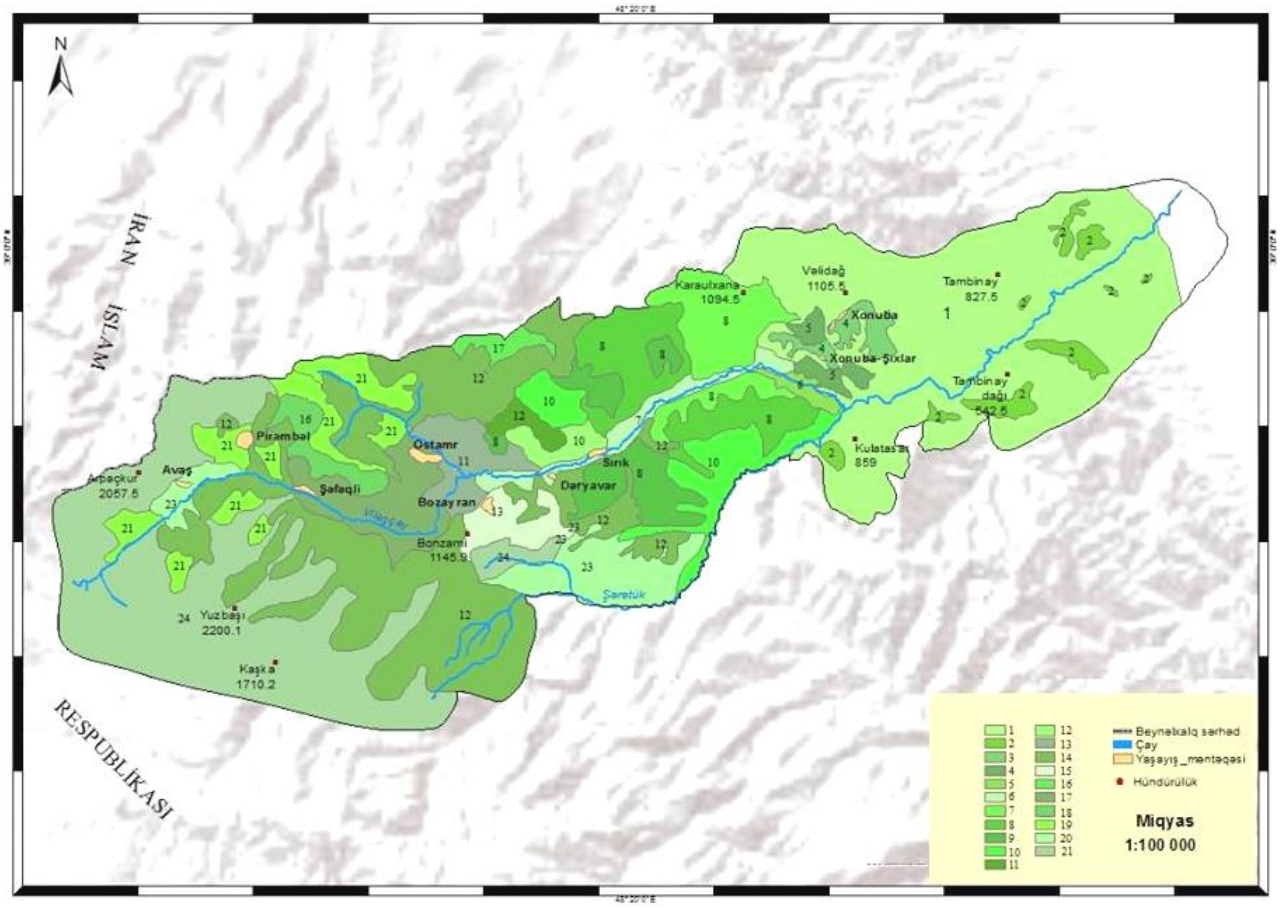



**4-cü şəkil**. Viləşçay hövzəsində hündürlüyə doğru yağıntıların paylanma qrafiki (Azərbaycan Respublikasının Ekoloji Atlası, 2010)

***4-cü cədvəl***

Viləşçay hövzəsində rütubətlənmə şəraiti ilə landşaft tiplərinin diferensiasiyası arasında əlaqə

| Landşaft tipi | Mütləq hündürlük (m-lə) | Ortaillik yağıntı (mm-lə) (Шихлинский, 1969) | Ortaillik mümkün buxarlanma (mm-lə) (Шихлинский, 1969 | Rütubətlənmə əmsalı | Rütubətlənmə tipi |
|---|---|---|---|---|---|
| Alçaqdağlığın meşə landşaftı | 200-700 | 600 | 400 | 1,5 | İfrat rütubətli |
| Ortadağlığın meşə landşaftı | 700-1800-2000 | 1000 | 800 | 1,3 | İfrat rütubətli |
| Ortadağlığın dağ kserofit landşaftı | 2000-2500 | 400 | 600 | 0,7 | Quru |




**5-ci şəkil**.Viləşçay hövzəsinin müasir təbii landşaftları

**"Viləşçay hövzəsinin müasir təbii landşaftları xəritəsi"nin leqendası**

**I. Alçaqdağlığın və dağətəyinin enliyarpaqlı meşə landşaftı**

1.Alçaqdağlığın tipik qonur dağ-meşə torpaqlarında palıd, vələs və qismən də fıstıq meşələri. 2.Alçaqdağlığın azmeyilli dağ yamaclarında qleyli podzol sarı torpaqlarda çəmən-meşə. 3.Alçaqdağlığın azmeyilli dağ yamaclarının yuyulmuş qəhvəyi dağ-meşə torpaqlarında çəmən-meşə. 4.Alçaqdağlığın kəskinparçalanmış dağ yamaclarının qəhvəyi dağ-meşə torpaqlarında seyrək meşə-kolluqlar. 5.Zəifmeyilli çay dərələrinin yuyulmuş qəhvəyi dağ-meşə torpaqlarında palıd, vələs, dəmirağac, azatağacı meşələri. 6.Allüvial çöküntülərdən ibarət genişlənmiş çay dərəsi. 7.Alçaqdağlığın karbonatlı və qismən bozqırlaşmış dağ-meşə torpaqlarında qaratikan, palıd kolluqları. 8.Alçaqdağlığın azmeyilli dağ yamaclarının bozqırlaşmış qəhvəyi dağ-meşə torpaqlarında taxıl əkin sahələri. 9.Kəskinparçalanmış dağ yamaclarında qəhvəyi torpaqlarda çəmən-kolluqlar (əsasən örüş sahələri).

**II. Ortadağlığın enliyarpaqlı meşə və meşədən sonrakı meşə-kol landşaftı**

10.Ortadağlığın zəifparçalanmış dağ yamaclarının qəhvəyi torpaqlarında seyrək meşə-kolluqlar. 11.Ortadağlığın kəskinparçalanmış dağ yamaclarının qəhvəyi torpaqlarında palıd, qaratikan kolluqları. 12.Ortadağlığın tipik qonur dağ-meşə torpaqlarında palıd, vələs meşələri. 13.Ortadağlığın qəhvəyi dağ-meşə torpaqlarında seyrək meşə kolluqlar.

**III.Ortadağlığın kserofit çöl landşaftı**

14.Ortadağlığın karbonatlı-qəhvəyi torpaqlarında meşədən sonrakı çəmən kolluqları (əsasən otlaq və biçənək sahələri). 15.Ortadağlığın **zəifparçalanmış**, hamarlanmış dağ yamaclarının qəhvəyi dağ-meşə torpaqlarında taxıl əkin sahələri. 16.Ortadağlığın **kəskinparçalanmış** dağ yamaclarının yuyulmuş qəhvəyi torpaqlarında qaratikan kolluqları. 17.Ortadağlığın meşədən sonrakı bozqır dağ-çəmən torpaqlarında dağ-çəmən bitkiləri. 18.Ortadağlığın meyilli dağ yamaclarında qəhvəyi torpaqlarda palıd, qaratikan kolluqları və kserofit ot bitkiləri. 19.Ortadağlığın **kəskinparçalanmış** bozqır dağ-çəmən torpaqlarında kserofit bitkilərdən ibarət dağ-çölləri. 20.Ortadağlığın kəskinmeyilli dağ yamaclarında yuyulmuş qəhvəyi torpaqlarında palıd, qaratikan kolluqları və kserofit ot bitkiləri. 21.Ortadağlığın kəskinparçalanmış dağ yamaclarında bozqır dağ-çəmən torpaqlarında kserofit bitkilərdən ibarət dağ-çölləri

Yuxarıda qeyd olunan bütün məlumatlara və tərtib olunmuş xəritəyə əsasən tədqiqat ərazisində landşaftların diferensiasiyası aşağıdakı kimi müəyyən olunmuşdur.

**Alçaqdağlığın və dağətəyinin enliyarpaqlı meşə landşaftı.** Qeyd olunan landşaft tipi 100 m – 700-800 m mütləq yüksəkliklərdə yayılmışdır. Burada əsasən yağıntıları bərabər paylanan mülayim isti iqlim tipi xarakterikdir. Landşaft tipi yüksək rütubətliyi ilə seçilir. Yağıntıların miqdarı 600-1000 mm təşkil edir. Ərazidə ümumi günəş radiasiyası 132-136 kkal/sm$^2$, günəş parıltılı saatların illik miqdarı 2000-2200 təşkil edir. Landşaft tipi üçün sarı dağ-meşə torpaqları xarakterikdir.

**Alçaqdağlığın** enliyarpaqlı meşələri üçüncü dövr florasının relikt ağac növləri ilə zəngin olması ilə fərqlənir. Bunlar dəmirağac, şabalıdyarpaq palıd, Lənkəran ipək akasiyası, azatağacı, hirkan şümşadı, hirkan qovağı və s. ibarətdir.

Talışın alçaq dağ-meşə qurşağında dəniz səviyyəsindən 600-700 m hündürlüyədək əsas etibarilə şabalıdyarpaq palıddan ibarət palıdlıqlar, vələs meşələri, vələs və palıd qarışıqlı dəmirağac meşələri yayılmışdır. Dərin çay dərələrində, xüsusilə Viləşçay hövzəsində bu xüsusiyyətlər özünü göstərir.

**Ortadağlığın enliyarpaqlı meşə və meşədən sonrakı meşə-kol landşaftı.** Bu landşaft tipi 600-700 m – 1600-1800 m mütləq hündürlüklər arasında yayılmışdır. Bu qurşaq üçün yayı quraq keçən mülayim isti iqlim səciyyəvidir. Burada ortaillik temperatur 8-12$^0$, yağıntıların miqdarı 400-600 mm təşkil edir. Qeyd olunan landşaft tipi kifayət qədər rütubətlə təmin olunduğundan ərazidə meşə landşaft kompleksi üstünlük təşkil edir. Meşələrdə əsasən palıd, vələs və fıstıq ağac növləri üstünlük təşkil edir. Ərazidə bioiqlim şəraitinin dəyişməsi ilə əlaqədar olaraq, qonur dağ-meşə torpaqlarının digər torpaqlara keçidi – hündürlük aşağı düşdükcə sarı dağ-meşə, hündürlük artdıqca çəmən-bozqır torpaqlara keçid müşahidə olunur.

Hündürlüyə doğru qalxdıqca rütubətlənmə əmsalının azalması nəticəsində dağ-meşə landşaftının sahəsi azalır. Dağ-meşə landşaftının mütləq hündürlükdən asılı olaraq sahəsinin dəyişməsi 5-ci cədvəldə verilmişdir.

***5-ci cədvəl***

Dağ-meşə landşaftlarının
mütləq hündürlüklər üzrə paylanması

| Hündürlük (m-lə) | Sahə (km$^2$ -lə) | Sahə (%-lə) |
|---|---|---|
| 500 m-ə qədər | 7,2 | 40,4 |
| 500-1000 | 6,2 | 34,8 |
| 1500-2000 | 4,2 | 23,6 |
| 2000< | 0,22 | 1,2 |
| Cəmi | 17,82 | 100 |

**Ortadağlığın dağ kserofit landşaftı.** Qeyd olunan landşaft tipi Viləşçayın yuxarı axınlarını, mütləq hündürlüyü 2000-2200 m-ə qədər olan əraziləri əhatə edir. Burada əsasən yayı quraq keçən soyuq iqlim tipi hakim olub, yağıntıların miqdarı 300-350 mm təşkil edir. Yağıntılar əsasən payız aylarında düşür. Dağ kserofit kolluqlar, xüsusilə qaratikan kolluqları üstünlük təşkil edir.

Viləşçay hövzəsi landşaftlarının diferensiasiyasında əsas amillərdən biri də burada landşaft inversiyasının yaranmasıdır. Belə ki, hündürlüyə doğru dağ-meşə landşaftı digər dağlıq ərazilərdə dağ-çəmən landşaftı ilə əvəz olunduğu halda, tədqiq olunan ərazidə bu, kserofit dağ-çölləri ilə əvəz olunur. Bu cür landşaft inversiyasının əmələgəlməsinin səbəbi yüksəkdağlığın və buradakı dağarası çökəkliklərin İran yaylasının arid iqliminin təsiri altında qalması, digər tərəfdən, Talış dağlarında əsas sədd landşaftı yaradan ortadağlıq Peştəsər silsiləsinin şimal-şərq küləklərinin gətirdiyi rütubəti saxlamasıdır (Süleymanov, 2005).

Landşaftların diferensiasiyasına təsir edən ən mühüm amillərdən biri də antropogen təsirlərdir. Əlverişli təbii şəraitinin mövcudluğu insanların həyat və təsərrüfat fəaliyyəti üçün münasib mühitin əmələgəlməsinə geniş imkan yaratdığından, bu hövzə ən çox mənimsənilmiş və sıx məskunlaşmış bölgələrdən biridir. Son illərdə landşaftlara antropogen təsirlərin intensivləşməsi ərazinin zəngin rekreasiya şəraiti ilə bağlıdır. Çay dərəsi boyunca turizm və istirahət obyektlərinin ildən-ilə artması landşaftların deqredasiyasına səbəb olmuşdur. Antropogen təsirlər nəticəsində meşələrin sahəsi kəskin azalmış, sərhədləri dəyişmişdir. Meşənin yuxarı sərhədi 300-500, bəzi ərazilərdə isə 700 m-ə qədər aşağı düşmüş, aşağı sərhədi isə təxminən o qədər qalxmışdır (Məmmədov, Xəlilov, 2002). Hamar dağ yamaclarında və genişlənmiş çay dərələrində meşələrin qırılması ilə əlaqədar bu ərazilər əkin sahələri ilə əvəz olunmuş və ya meşələr kəskin seyrələrək kolluqlara çevrilmişdir. Bu hal xüsusilə yaşayış məntəqələrinə yaxın ərazilərdə özünü daha kəskin göstərir. Yaşayış məntəqələrindən uzaqlaşdıqca meşələrin növ tərkibinin zənginliyi, sıxlığı artır. Təbii landşaftlara antropogen təsirlərin artması nəticəsində ərazinin bəzi yerlərində sürüşmə prosesi sürətlənmiş, aktiv sürüşmə ocaqları yaranmışdır.

## Nəticələr

– Viləşçay hövzəsi relyefinin morfometrik elementləri, dağ silsilələrinin yerləşmə xüsusiyyəti, iqlim məlumatları, insanların təsərrüfat fəaliyyəti nəzərə alınmaqla ərazi landşaftlarının diferensiasiya xüsusiyyətləri müəyyən olunmuşdur.
– Çöl tədqiqatı nəticəsində ərazi üçün ilk dəfə olaraq rəqəmsal texnologiyadan istifadə etməklə, Viləşçay hövzəsinin irimiqyaslı (1:100000) müasir landşaft xəritəsi tərtib olunmuşdur.

Dağ-meşə landşaftlarının daha yaxşı inkişaf etdiyi ortadağlığın 2000-2200 m hündürlüklərində rütubətlənmə əmsalının azalması nəticəsində bu landşaftlar çəmən-meşə, meşə-kolluq, çöl landşaftları ilə əvəz olunmuşdur.

**ƏDƏBİYYAT**

Məmmədov Q.Ş., Xəlilov M.Y., Məmmədova S.Z. Azərbaycan Respublikasinin Ekoloji Atlası. BKF. Bakı, 2009, 176 s.

Əliyev A.Ə., Həsənov H.K. Talışın landşaftı. Elm. Bakı, 1972, 100 s.

İsmayilov M.C. Şollar düzü və Lənkəran ovalığı landşaftlarının dinamikası. Azərb.SSR EA Xəbərlər. Yer elmləri seriyası, № 3, 1986, s. 42-49.

Qəribov Y.Ə. Azərbaycan Respublikasının müasir landşaftlarının antropogen transformasiyası və onların optimallaşdırılması yolları. Coğrafiya üzrə elm. dok.dis. avtoref. Bakı, 2013, 47 s.

Məmmədov Q., Xəlilov M. Azərbaycan meşələri. Elm. Bakı, 2002, 472 s.

Süleymanov M.Ə. Azərbaycanın təbii və antropogen landşaftlarının coğrafi qanunauyğunluqları. Bakı, 2005, 248 s.

Арманд Д.Л. Наука о ландшафте (Основы теории и логико-математические методы). Мысль. Москва, 1975, 288 с.

Будагов Б.А. Современные естественные ландшафты Азербайджанской ССР. Элм. Баку, 1988, 136 с.

Будагов Б.А., Микаилов А.А. Развитие и формирование ландшафтов Юго-Восточного Кавказа в связи с новейшей тектоникой. Элм. Баку, 1985, 176 с.

Гвоздецкий, Н.А. О высотной зональности как основной закономерности ландшафтной дифференциации горных стран. В: Вопросы ландшафтоведения, Алма-Ата, 1976, с. 144-151.

Григорьев А.А. Закономерности строения и развития географической среды. Мысль. Москва, 1966, 346 с.

Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. Высшая школа. Москва, 1991, 366 с.

Мамедбеков Э.Ш. Антропогенная динамика ландшафтов юго-восточного склона Малого Кавказа. Автореф. дисс… канд. геогр.наук. Баку, 1992, 23 с.

Мусеибов, М.А. Ландшафты Азербайджана. Баку, 2003, 137 с.

Шихлинский Э.М. Тепловой баланс Азербайджанской ССР. Элм. Баку, 1969, 199 с.

Lin Chao Li Changwen. The significance of aspect in mountain geography. J. Acta Geographica Sinica, № 1, 1985, pp. 20-28.

**REFERENCE**

Aliyev A.E., Hasanov H.K. The landscape of Talish. Elm. Baku, 1972, 100 p. (in Azerbaijani).

Armand D.L. Science about landscape (the foundation of the theory and logical-mathematical methods). Mysl. Moscow, 1975, 288 p. (in Russian).

Budagov B.A. Recent natural landscapes of Azerb.SSR. Elm. Baku, 1988, 136 p. (in Russian).

Budagov B.A., Mikailov A.A. Development and formation of landscapes of South-Eastern Caucasus according to recent tectonics. Elm. Baku, 1985, 176 p. (in Russian).

Garibov Y.E. Anthropogenous transformation of modern landscapes of the Azerbaijan Republic and their optimization ways. Abstract of PhD dissertation (geography), Baku, Azerbaijan, 2013, 47 p. (in Azerbaijani).

Grigoryev A.A. Patterns of structure and development of geographical environment. Mysl. Moscow, 1966, 346 p. (in Russian).

Gvozdetsky N.A. About high zonation as the main pattern of landscape differentiation of highlands. In: Issues of landscape studies, Alma-Ata, 1976, pp. 144-151 (in Russian).

Isachenko A.G. Landscape studies and physico-geographical zoning. Vysshaya shkola. Moscow, 1991, 366 p.(in Russian).

Ismayilov M.J. The dynamics of landscapes of Lankaran lowland and Shollar plain. Proceedings of Academy of Sciences of Azerb. SSR. The Sciences of Earth series, № 3, 1986, pp. 42-49 (in Azerbaijani).

Lin Chao Li Changwen. The significance of aspect in mountain geography. J. Acta Geographica Sinica, № 1, 1985, pp. 20-28.

Mammadov G.Sh., Khalilov M.Y., Mammadova S.Z. Ecological Atlas of the Azerbaijan Republic. BKF. Baku, 2009, 176 p. (in Azerbaijani).

Mammadbayov E.Sh. Anthropogenic dynamics of landscapes on Lesser Caucasus, south-eastern slope. Abstract of PhD dissertation (geography), Baku, 1992, 23 p. (in Russian).

Mammadov G., Khalilov M. The forests of Azerbaijan. Elm. Baku, 2002, 472 p. (in Azerbaijani).

Museyibov M.A. Landscapes of Azerbaijan. Baku, 2003, 137 p. (in Russian).

Shikhlinsky E.M. Thermal balance of Azerb.SSR. Elm. Baku, 1969, 199 p. (in Russian).

Suleymanov M.A. Geographical distributions of natural and anthropogenesis landscapes of Azerbaijan, 2005, 248 p. (in Azerbaijani).

## VİLƏŞÇAY HÖVZƏSİNİN MÜASİR LANDŞAFTLARI VƏ ONLARIN DİFERENSİASİYASINA TƏSİR EDƏN ƏSAS AMİLLƏR

**E.Ş.Məmmədbəyov, İ.F.Quliyeva**
*AMEA akad. H.Ə.Əliyev ad. Coğrafiya İnstitutu*
*AZ1143, Bakı, H.Cavid prosp.,115: elxan_geo@mail.ru*

***Xülasə.*** Məqalə Viləşçay hövzəsinin müasir landşaftları və onların diferensiasiyasına təsir edən əsas amillərin tədqiqinə həsr olunmuşdur. Viləşçay hövzəsinin müasir landşaftlarının formalaşması və diferensiasiya xüsusiyyətlərinə müxtəlif landşafəmələgətirən amillərin təsiri müəyyənləşdirilmişdir. Apardığımız tədqiqatlar nəticəsində ərazi üçün ilk dəfə olaraq 1:100 000 miqyaslı "Viləşçay hövzəsinin müasir landşaftları" xəritəsi tərtib olunmuşdur.

***Açar sözlər:*** *landşaft, landşaftların diferensiasiyası, inversiya, ekolojı şəraitlər, rütübət əmsalı*

# СОВРЕМЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ БАССЕЙНА ВИЛЯШЧАЙ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИХ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЮ

**Э.Ш.Мамедбеков, И.Ф.Гулиева**
*Институт географии им. акад.Г.Алиева, НАНАзербайджана*
*Az 1143, г.Баку, пр. Г.Джавид, 115: elxan_geo@mail.ru*

***Резюме.*** Статья посвящена исследованию современных ландшафтов бассейна р.Виляшчай Лянкяранского района, который резко отличается от других областей Азербайджана по рельефу и климатическим особенностям. Формирование и дифференциация современных ландшафтов этого бассейна определяется влиянием различных ландшафтообразующих факторов. В ходе проведенных исследований, учитывая морфометрические элементы рельефа бассейна р.Виляшчай, особенности расположения горных хребтов, данные о климате, хозяйственной деятельности человека, выявлены особенности ландшафтной дифференциации территории. На основе проведенных полевых исследований составлены карты уклонов, экспозиции склонов бассейна р.Виляшчай. Впервые с использованием цифровых технологий создана крупномасштабная карта (1:100 000) современных ландшафтов региона. Выявлено, что в результате уменьшения коэффициента увлажнения в горно-лесных ландшафтах, широко развитых в среднегорье на высоте 1800-2000 м, указанные ландшафты сменяются луговолесными, лесо-кустарниковыми и степными.

***Ключевые слова****: ландшафт, дифференциация ландшафтов, инверсия, экологическая условия, коэффициент увлажнения*

**ANAS Transactions** **Earth Sciences** **1 / 2018**

*Geography*

http://www.journalesgia.com

# SON YÜZİLLİKDƏ NAXÇIVAN ŞƏHƏRİNDƏ HAVANIN FƏSLİ VƏ İLLİK ORTA TEMPERATURLARININ ÇOXİLLİK DƏYİŞİLMƏ TENDENSİYALARININ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

**S.H.Səfərov[1], Q.M.Hüseynov[2]**
*[1]Milli Aviasiya Akademiyası*
*AZ1045, Bakı şəh., Binə qəs., 25 km: surxaysafarov@ymail.com*
*[2]Fövqəladə Hallar Nazirliyi, Aviasiya dəstəsi*
*AZ1082, Qaradağ rayonu, Səngəçal qəs.: gabilhuseyn@mail.ru*

**THE TREND ESTIMATION OF LONG-TERM CHANGES OF THE SEASONAL AND ANNUAL AVERAGE AIR TEMPERATURE IN THE NAKHCHIVAN CITY ZONE DURING THE LAST CENTURY**

**S.G.Safarov[1], G.M.Huseynov[2]**
*[1]National Aviation Academy*
*25-km Bina village, Baku, Azerbaijan, AZ1045: surxaysafarov@ymail.com*
*[2]The Ministry of Emergency Situations, Aviation department*
*Karadagh region, Baku, Azerbaijan, AZ1082: gabilhuseyn@mail.ru*

***Keywords:*** *climate change, air temperature, correlation and circulation of atmosphere, trend of changes, fluctuations of temperature*

***Summary.*** In order to assess the features of modern climate changes over the Nakhchivan Autonomous Republic area, at the first stage, a possible change in the seasonal and annual air temperatures over the 133-year period (1881-2013) in the Nakhchivan city zone was investigated and evaluated. Alongside, air temperature fluctuations were considered in relation with the fluctuations in the general circulation parameters of the atmosphere in the northern hemisphere. To estimate the intensity of the average air temperature changes in Nakhchivan city, seasonal and annual air temperature deviations and their repetitions in different gradations during the period of 1881-1960 and 1961-2013 years were calculated. To assess the trends of air temperature changes in Nakhchivan, a method of comparing two different climatic periods was used. To assess changes in long-term climate series, multi-year dynamics of linear and curved trend graphs were plotted. Correlation coefficients determining the degree of statistical confidence of altering trends were calculated. Additionally, 0°C/10year ratio parameter that indicates the rate of air temperature change was used.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

## Mövzunun aktuallığı

Həm qlobal, həm də regional miqyasda iqlim dəyişilmələrinin tədqiqi aparılarkən, ilk əvvəl, baxılan ərazidə havanın orta temperaturunun və atmosfer yağıntılarının çoxillik dinamikalarındakı tendensiyalar aşkar olunur və müvafiq məlumatlar olduqda isə bu göstəricilərin sıralarındakı qısa və uzunmüddətli tərəddüdlərin antropogen və xüsusilə təbii səbəbləri aydınlaşdırılır (Переведенцев и др., 2011; Rohde et al.,2013; Yu et.al., 2011).

Bu təbii səbəblərdən biri atmosferin ümumi sirkulyasiyasının tərəddüdlərinin xüsusiyyətləridir. Məsələn, Şimal yarımkürəsinin müxtəlif hissələrindəki temperatur dəyişilmələri baxılan proseslərlə əlaqələndirilmiş (Кононова, 2009), B.L.Dzerdzeyevskinin rəhbərliyi altında işlənilmiş Şimal yarımkürəsi üzərində sirkulyasiya proseslərinin tipləşdirilməsi kimi tədqiqat məlumatlarından (Дзердзеевский, 1968; Кононова, 2009) istifadə edilmişdir. 1899-cu ildən başlayaraq Şimal yarımkürəsində üç sirkulyasiya epoxası müşahidə olunmuşdur (Дзердзеевский, 1968; Кононова, 2009): birinci epoxa meridional xarakter daşımış və 1899-1915-ci illərdə baş vermişdir; ikinci epoxa zonal xarakterli olub 1916-1956-cı illəri əhatə etmişdir; üçüncü epoxa 1957-ci ildən hal-hazıra kimi davam edir və cənub meridional epoxa hesab olunur. Sonuncu epoxa aşağıdakı dövrlərə bölünmüşdür: 1957-1969-cu illər; 1970-1980-ci illər; 1981-1997-ci illər; 1998-ci ildən indiyə qədər.

Uzunmüddətli müşahidə məlumatlarından istifadə etməklə qlobal iqlim tərəddüdlərinin xüsusiyyətləri istiqamətində aparılan tədqiqatlar mühüm əhəmiyyət daşıyır və bu məlumatlardan istifadə etməklə, regional iqlim dəyişilmələrinin mümkün səbəblərini müəyyən etmək olar. Məsələn, Şərqi İngiltərə Universitetində qlobal iqlim dəyişilmələrinin 160 illik dəyişmə xüsusiyyətləri aşkar edilmişdir (Proietti, Hillebrand, 2015): 1877-1911-ci illərdə soyuqlaşma ($-0,23^0$C) baş verib; 1911-1940-cı illərdə istiləşmə ($0,51^0$C) olub; 1940-1972-ci illərdə qlobal temperatur $0,17^0$C azalıb; 1972-2009-cu illərdə daha intensiv istiləşmə ($0,68^0$C) müşahidə olunub və hələ qurtarmamışdır.

Bu aspektdə göstərmək olar ki, Azərbaycan Respublikasında müasir iqlim dəyişilmələrinin xüsusiyyətlərini qlobal və regional iqlim dəyişilmələri fonunda tədqiq etmək üçün həm Böyük Qafqazın cənub və şimal-şərq (Səfərov, 2014), həm də Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamaclarında havanın 100 ildən çox dövrü əhatə edən illik temperaturları ilə qlobal və Şimal yarımkürəsi temperaturları arasındakı əlaqələr qiymətləndirilmişdir (Сафаров, Рамазанов, 2015).

Naxçıvan MR ərazisində müasir iqlim dəyişmələri xüsusiyyətlərinin qiymətləndirilməsinin ilk mərhələsi kimi bu ərazinin Naxçıvan şəhəri zonasında iqlimin əsas elementi olan havanın orta temperaturunun fəsli və illik qiymətlərinin 133 illik (1881-2013-cü illər) dəyişilmə tendensiyasının tədqiqi və mövcud dəyişilmələrin qiymətləndirililməsi aparılmışdır. Bunlarla bərabər, son 120-130 ildə Şimal yarımkürəsində atmosferin ümumi sirkulyasiyasının və müxtəlif iqlim dövrlərində havanın temperaturunun tərəddüdləri ilə əlaqəli olan məsələlərə baxılmışdır.

## Tədqiqatların metodikası

Uzundövrlü müşahidə sıralarındakı mümkün dəyişkənliyi qiymətləndirmək üçün onların çoxillik dinamikasının, düzxətli və əyrixətli trendlərinin qrafikləri qurulmuş, bu sıralardakı mümkün dəyişilmə tendensiyalarının statistik əhəmiyyətlilik dərəcəsini təyin edən korrelyasiya əmsalı meyarından və temperatur dəyişilmələrinin sürətini göstərən $^0$C/10 il parametrindən istifadə olunmuşdur. Statistik əhəmiyyətlilik qiymətləndirilərkən xətti trend tənliyinin korrelyasiya əmsalı (r) onun statistik əhəmiyyətini təyin edən böhran qiyməti ($r^*$) ilə tutuşdurulmuşdur. Əgər $r>r^*$olarsa, deməli, baxılan sıradakı dəyişilmə (istiləşmə və ya soyuqlaşma) qanunauyğun xarakter daşıyır (Уланова, Сиротенко, 1968; Səfərov, Mahmudov, 2011). Düzxətli trend iqlim sıraların illərarası dəyişilmə qanunauyğunluqlarını zəif əks etdirir. Daha böyük informativ xarakterə malik olan isə onilliklər arasındakı tərəddüdlərdir. Bu xüsusiyyətlər səlisləşdirilmiş əyrilərin köməyi ilə yaxşı təsvir olunur. Bu əyriləri həm binomial funksiyaların, həm də sürüşən ortalaşma üsulundan istifadə etməklə qurmaq olar. Bu tədqiqatlarda ortalaşdırma dövrü 11 ilə bərabər olan sürüşən ortalaşdırma üsulu tətbiq edilmişdir (Анисимов, Поляков, 1999). Naxçıvan şəhəri zonasında havanın orta temperaturunun dəyişilməsinin intensivliyini qiymətləndirmək üçün 1881-1960 və 1961-2013-cü illərdə havanın fəsli və illik temperaturlarının norma qiymətlərindən meyiletmələrinin müxtəlif qradasiyalar üzrə təkrarlanması faizlə hesablanaraq müvafiq qiymətləndirilmələr aparılmışdır.

Naxçıvan şəhəri zonasında havanın temperaturunun müasir dəyişilmə tendensiyasının qiymətləndirilməsi üçün iki iqlim dövrünü əhatə edən fərq üsulundan istifadə edilmişdir.

## İşin məzmunu

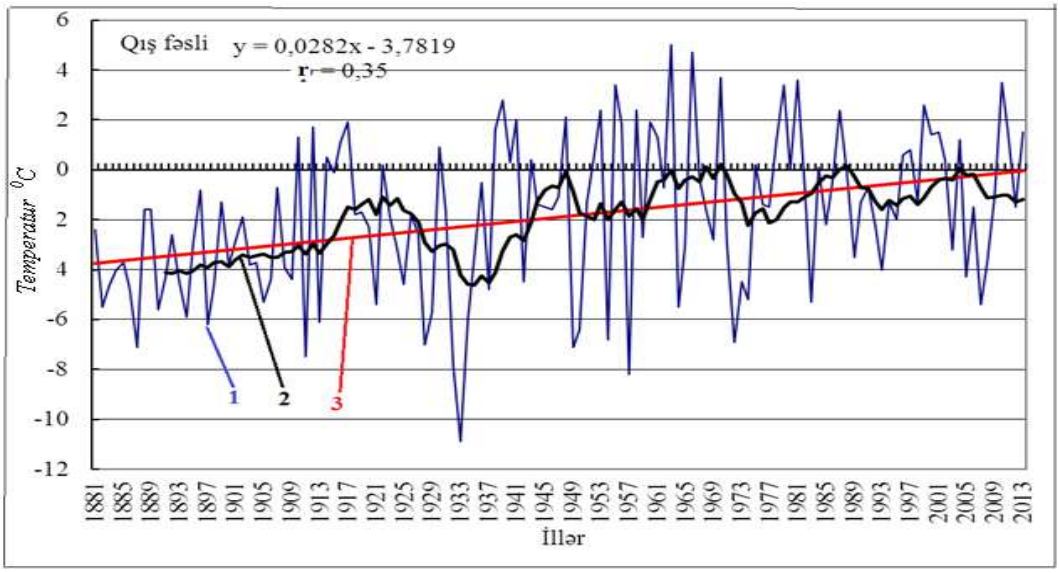
**Havanın fəsli və illik temperaturlarının çoxillik dəyişilmə tendensiyaları.** Naxçıvan şəhəri zonasında 1881-2013-cü illər üzrə qış fəslinin orta temperaturunun çoxillik dinamikası, bu dinamikanın xüsusiyyətlərini əksetdirən düz və əyrixətli trendi 1-ci şəkildə verilmişdir.

Bu şəkildən göründüyü kimi, baxılan dövr ərzində ən isti qış 1963 ($+5^0$C), 1966 ($+4,8^0$C) və 1970 ($+4,0^0$C), ən soyuq isə 1933 ($-10,8^0$C), 1958 ($-8,0^0$C) və 1912-ci ($-7,9^0$C) illərdə müşahidə olunmuşdur. Qış fəslinin orta temperaturunun dəyişmə tendensiyası müsbətdir və onun sürəti $0,28^0$C/10 il, tam müşahidə dövrü üzrə isə istiləşmə $3,8^0$C təşkil etmişdir. Bu istiləşmə (r=0,35) statistik cəhətdən əhəmiyyətli olmuşdur.

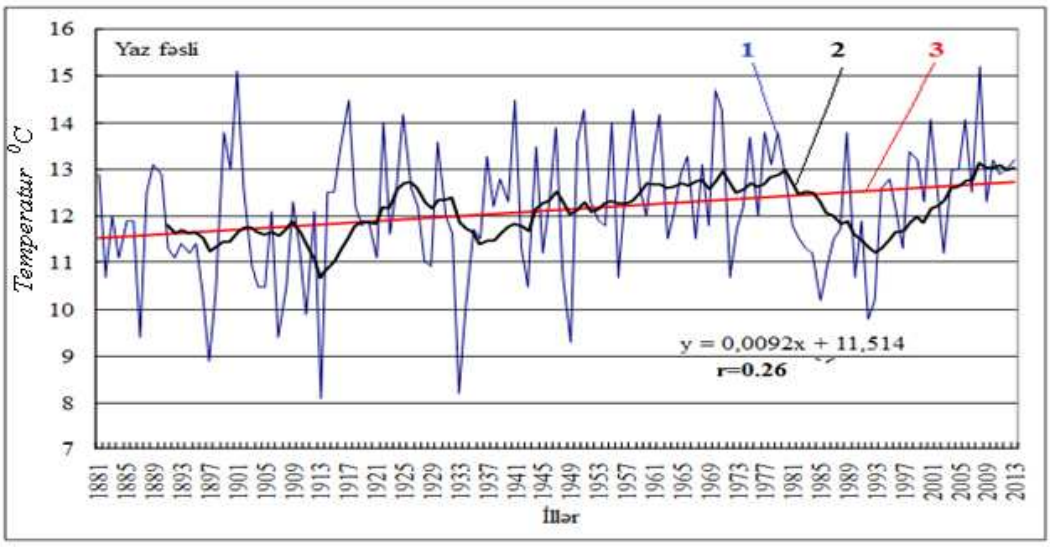
1-ci şəkildən həmçinin görünür ki, qış temperaturunun ayrı-ayrı onillilklər üzrə müxtəlif amplitudalı tərəddüdləri mövcud olmuşdur. Burada əsas xüsusiyyətlərdən biri böyük amplitudalı tərəddüdlərin XX əsrin əvvələri və ortalarında müşahidə olunması, digəri isə son onillikdə qış temperaturunun nisbətən azalmasıdır.

*Yaz fəslinin* orta temperaturunun çoxillik dəyişmə dinamikası 2-ci şəkildə verilmişdir. Buradan görünür ki, ən böyük yaz fəsli temperaturu 1899 ($15,1^0$C), 1971 ($14,8^0$C), 2008 ($15,2^0$C), ən kiçik isə 1914 ($8,0^0$C) və 1934-cü illərdə ($8,2^0$C) olmuşdur.

Yaz fəslində son 133 ildə sürəti $0,092^0$C/10 il olan istiləmə baş vermiş və bu göstərici $1,2^0$C təşkil etmişdir. Bu istiləşmə də statistik cəhətdən əhəmiyyətlidir. Yaz fəslinin orta temperaturunun illərarası dəyişkənliyində də müxtəlif amplitudalı tərəddüdlər mövcuddur. Məsələn, 1980-1992-ci illərdə temperaturun azalması, sonrakı 15 ildə isə artması, axırıncı 6 ildə nisbətən stabilləşməsi tentensiyası müşahidə olunmuşdur.




**1-ci şəkil.** Naxçıvanda 1881-2013-cü illər üzrə qış fəslinin orta temperaturunun çoxillik dinamikası (1) və əyrixətli (2) və düzxətli (3) trendləri



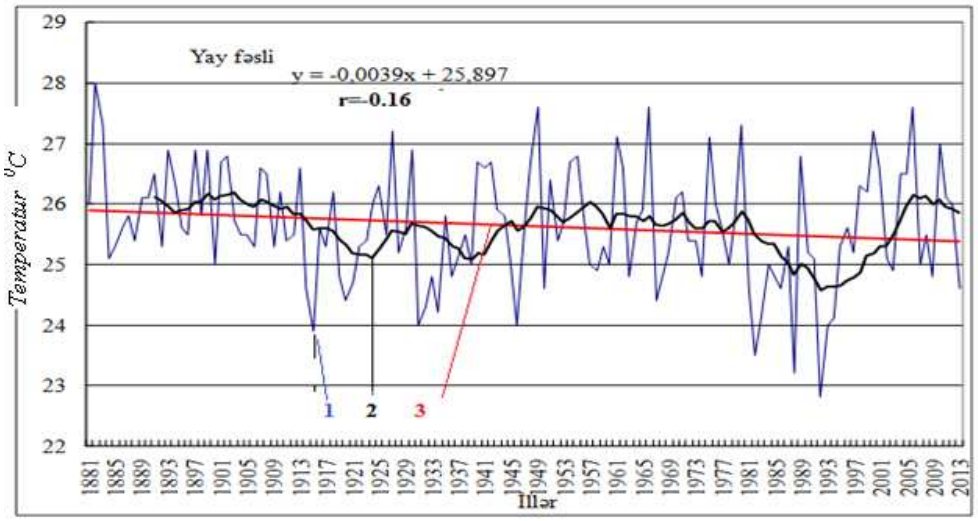

**2-ci şəkil.** Naxçıvanda 1881-2013-cü illər üzrə yaz fəslinin orta temperaturunun çoxillik dinamikası (1) və əyrixətli (2) və düzxətli (3) trendləri

*Yay fəslinin* orta temperaturu $0{,}039^0$C/10 il sürətlə $0{,}5^0$C azalmışdır (3-cü şəkil). Bu azalma statistik cəhətdən əhəmiyyətli deyil. Müşahidə dövrü ərzində ən yüksək temperaturlar 1882 ($28{,}0^0$C) və 1968 ($27{,}8^0$C), ən aşağı temperaturlar isə 1990 ($22{,}7^0$C) və 1987-ci ($23{,}2^0$C) illərdə müşahidə olunmuşdur. Ümumiyyətlə isə, son onillikdə yay temperaturu artmışdır.

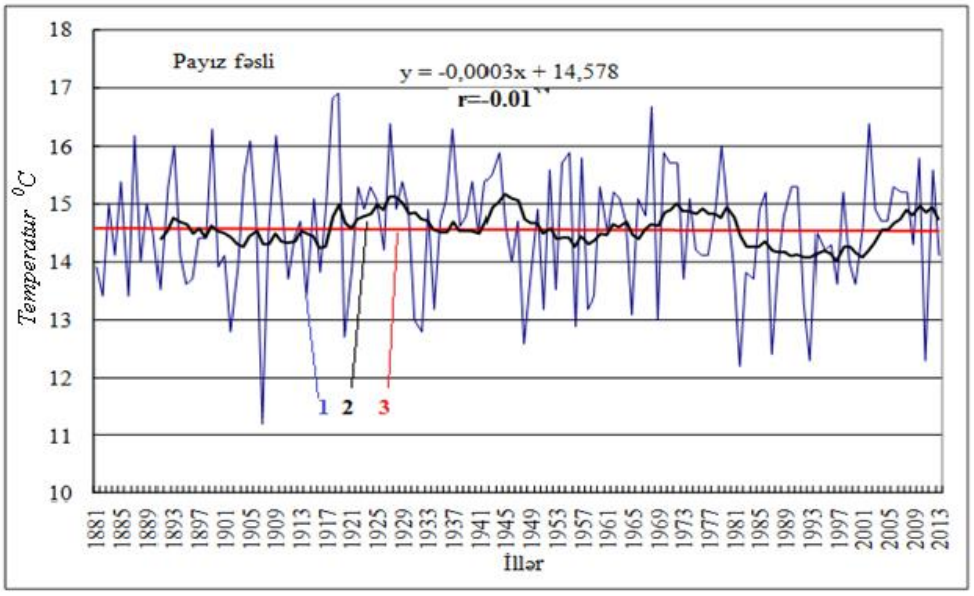
*Payız fəslinin* orta temperaturunda zəif azalma baş vermiş (4-cü şəkil), ən yüksək temperaturlar 1920 ($16{,}9^0$C) və 1917 və 1968 ($16{,}8^0$C), ən kiçiklər isə 1908 ($11{,}2^0$C) və 1983-cü ($12{,}2^0$C) illərdə olmuşdur. Son 10 ildə payız temperaturunda istiləşmə baş verir.

5-ci şəkildə verilmiş ortaçoxillik temperatur gedişindən görünür ki, *illik temperaturda* sürəti $0{,}076^0$C/10 il olmaqla, artma tendensiyası ($1{,}0^0$C) mövcuddur. Bu istiləşmə də statistik cəhətdən əhəmiyyətlidir. Müşahidə sırasının digər dövrlərinə nisbətən son 15 ildə illik temperaturun artması baş vermişdir.

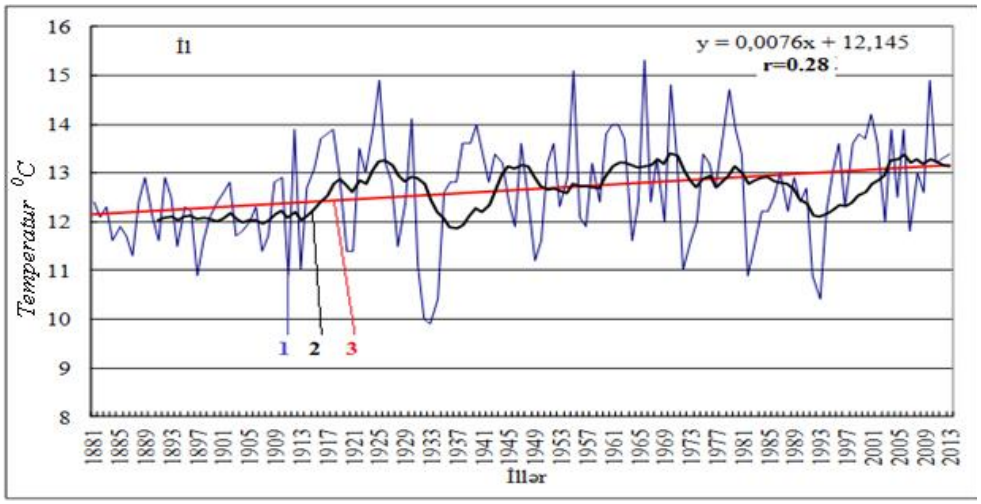
**Şimal yarımkürəsində müşahidə olunmuş sirkulyasiya epoxaları dövründə Naxçıvan şəhəri zonasında havanın ortaillik temperaturunun dəyişilmə xüsusiyyətləri.** Şimal yarımkürəsində müşahidə olunmuş şimal meridional epoxası dövründə (Дзердзеевский, 1968; Кононова, 2009) Naxçıvan şəhəri zonasında ortaillik temperatur $0{,}30^0$C artmış, zonal epoxası dövründə $0{,}10^0$C azalmış, cənub meridional epoxası dövrünün 1956-1969-cu illərində dəyişməmiş, 1970-1980-ci illərdə $1{,}29^0$C və 1981-1997-ci illərdə $0{,}26^0$C artmış, 1998-2007-ci illərdə isə $1{,}19^0$C azalmışdır.




**3-cü şəkil.** Naxçıvanda 1881-2013-cü illər üzrə yay fəslinin orta temperaturunun çoxillik dinamikası (1) və əyrixətli (2) və düzxətli (3) trendləri




**4-cü şəkil.** Naxçıvanda 1881-2013-cü illər üzrə payız fəslinin orta temperaturunun çoxillik dinamikası (1) və əyrixətli (2) və düzxətli (3) trendləri




**5-ci şəkil.** Naxçıvanda 1881-2013-cü illər üzrə illik orta temperaturun çoxillik dinamikası (1) və əyrixətli (2) və düzxətli (3) trendləri

1881-1911-ci illərin soyuqlaşma fonunda (-0,23$^0$C) (Кононова, 2015) Naxçıvan şəhəri zonasında ortaillik hava temperaturu əhəmiyyətsiz (0,07$^0$C), 1912-1940-ci illərin qlobal istiləşmə fonunda (0,51$^0$C) yenə də əhəmiyyətsiz səviyyədə (0,07$^0$C), 1940-1972-ci illərin soyuqlaşma fonunda (-0,17$^0$C) 0,12$^0$C artmış və nəhayət, 1872-2007-ci illərin istiləşmə fonunda (0,68$^0$C) 0,37$^0$C artmışdır.

Hər iki müqayisəli təhlildən görünür ki, XX əsrin 70-ci illərindən başlayan qlobal istiləşmə ilə Naxçıvanda müşahidə olunan iqlim dəyişilmələri arasında müəyyən əlaqələr mövcuddur. Bu müddəaları (Сафаров, 2000; Səfərov, 2014;) alınan nəticələr də təsdiqləyir.

**Naxçıvan şəhəri zonasında temperaturun müasir dəyişmə tendensiyasının qiymətləndirilməsi.** Müvafiq qiymətləndirmə aparmaq üçün fərq üsulundan da istifadə edilmişdir (Сафаров, 2000). Bu halda temperaturun 1991-2013-cü və 1961-1990-cı illərdəki orta qiymətlərinin fərqləri hesablanmışdır. Alınan nəticələr 1-ci cədvəldə verilmişdir. Göründüyü kimi, əvvəlki dövrə nisbətən son dövrdə istiləşmə ancaq avqust (0,4$^0$C) və oktyabr (0,5$^0$C) aylarında, soyuqlaşma isə (aprel istisna olmaqla) digər aylarda baş vermişdir.

Bütün fəsillər üzrə illik temperaturların qiymətlərində isə azalma olmuşdur (2-ci cədvəl).

**Naxçıvan şəhəri zonasında havanın orta temperaturunun dəyişilməsi intensivliyinin qiymətləndirilməsi.** Bu məqsədlə 1881-1960 və 1961-2013-cü illərdə havanın fəsli və illik temperaturlarının norma qiymətlərindən meyiletmələrinin müxtəlif qradasiyalar üzrə təkrarlanması faizlə hesablanmış və nəticələr 3-cü cədvəldə verilmişdir.

***1-ci cədvəl***

1991-2013-cü illərdə Naxçıvan HMS-də havanın ortaaylıq temperaturunun aylıq göstəricilərinin onların norma qiymətlərinə (1961-1990-cı illər) nisbətən dəyişməsi

| Ayların sıra nömrəsi | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |
| -0,1 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | -0,1 | 0,1 | -0,2 | 0,1 | -0,1 | 0,2 | -0,2 | -0,6 |

***2-ci cədvəl***

1991-2013-cü illərdə Naxçıvan HMS-də havanın fəsli və illik temperaturlarının onların norma qiymətlərinə (1961-1990-cı illər) nisbətən dəyişməsi

| Fəsillər | | | | İl |
|---|---|---|---|---|
| Qış | Yaz | Yay | Payız | |
| 0,0 | 0,1 | 0,0 | -0,1 | 0,0 |

***3-cü cədvəl***

1881-1960 və 1961-2013-cü illərdə havanın fəsli və illik temperaturlarının onların norma qiymətlərindən meyiletmələrinin müxtəlif qradasiyalar üzrə təkrarlanması, %

| Fəsillər və il | Temperatur anomaliyaları, $^0$C | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Müsbət, $^0$C | | | | | | Mənfi, $^0$C | | | | | |
| | 0,0-0,9 | | 1,0-1,9 | | ≥2,0 | | 0,0-0,9 | | 1,0-1,9 | | ≤2,0 | |
| | 1881-1960 | 1961-2013 | 1881-1960 | 1961-2013 | 1881-1960 | 1961-2013 | 1881-1960 | 1961-2013 | 1881-1960 | 1961-2013 | 1881-1960 | 1961-2013 |
| Qış | 5,0 | 15,1 | 8,8 | 9,4 | 15,0 | 28,3 | 12,5 | 17,0 | 11,2 | 5,7 | 47,5 | 24,5 |
| Yaz | 17,5 | 32,1 | 13,8 | 17,0 | 3,8 | 3,8 | 27,5 | 26,4 | 25,0 | 15,1 | 12,5 | 5,7 |
| Yay | 35,0 | 22,6 | 22,5 | 18,9 | 2,5 | 5,7 | 32,5 | 39,6 | 7,5 | 7,5 | 0,0 | 5,7 |
| Payız | 36,2 | 39,6 | 15,0 | 13,2 | 2,5 | 1,9 | 25,0 | 28,3 | 18,8 | 9,4 | 2,5 | 7,5 |
| İl | 26,2 | 37,7 | 6,2 | 13,2 | 2,5 | 3,8 | 33,8 | 30,2 | 25,0 | 9,4 | 6,2 | 5,7 |

3-cü cədvəldən göründüyü kimi, qış fəslində 0,0-0,9$^0$C-li müsbət qradasiyanın təkrarlanması 1881-1960-cı illərdə 5% təşkil etdiyi halda, 1961-2013-cü illərdə 15,1% olmuşdur. 2$^0$C-dən çox qradasiyanın təkrarlanması da 1961-2013-cü illərdə əvvəlki dövrə nisbətən çox olmuşdur. Mənfi temperatur anomaliyaları qradasiyalarının təkrarlanmasına gəldikdə isə, onu qeyd etmək lazımdır ki, 1961-2013-cü illərdə 0,0-0,9$^0$C-li mənfi qradasiyasının təkrarlanması əvvəlki dövrə nisbətən 4,5% çox olsa da, 1,0-1,9$^0$C-li qradasiya 5,5%, 2$^0$C-dən az olan qradasiya 23% az olmuşdur. Bunlar bir daha son 133 ildə orta qış temperaturunun artmasını təsdiqləyir.

Yaz fəslində 0,0-0,9$^0$C-li müsbət qradasiyaların təkrarlanması 1961-2013-cü illərdə əvvəlki müvafiq dövrə nisbətən 14,6%, 1,0-1,9$^0$C-li qradasiya isə 3,2% çox olmuşdur. Mənfi işarəli müvafiq qradasiyalar son dövrdə müvafiq olaraq 0,9%, 9,9% və 6,8% az olmuşdur. Bunlar da yaz fəsli üçün temperaturun nisbətən artdığını göstərir.

Yay fəslində 0,0-0,9$^0$C-li müsbət qradasiyaların təkrarlanması 1961-2013-cü illər dövründə əvvəlki müvafiq dövrə nisbətən 12,4% az olmuşdur. 1,0-1,9$^0$C-li qradasiyalar isə 1881-1960-cı illər dövründə sonrakı müvafiq dövrlə nisbətdə 3,6% çox olmuşdur. Mənfi temperatur anomaliyaları qradasiyalarının təkrarlanmasına gəldikdə, 0,0-0,9$^0$C-li qradasiya 1961-2013-cü illər dövründə ondan avvəlki dövrə nisbətən 7,1% çox, 2,0$^0$C-dən az olan qradasiyalar üçün isə 5,7% çox olmuşdur.

Payız fəslində 0,0-0,9$^0$C-li müsbət qradasiyalar 1961-2013-cü illər dövründə əvvəlki müvafiq dövrlə müqayisədə 3,4% çox olmuşdur. 1,0-1,9$^0$C-li qradasiyalar isə, əksinə olaraq, 1881-1960-cı illər dövründə sonrakı müvafiq dövrə nisbətən 1,8% çox olmuşdur. 1,0-1,9$^0$C-li mənfi qradasiyalar 1881-1960-ci illər dövründə ondan sonrakı müvafiq dövrə nisbətən 9,4% çox olmuşdur.

İllik temperatur üzrə 0,0-0,9$^0$C-li müsbət qradasiyalar 1961-2013-cü illər dövründə özündən əvvəlki müvafiq dövrdən 11,5% çox olmuşdur. Mənfi qradasiyaların gedişində əsasən 1,0-1,9$^0$C-li qradasiyalar 1881-1960-cı illər dövründə müvafiq sonrakı dövrə nisbətən 15,6% çox olmuşdur.

**Nəticələr:**

1. Naxçıvan şəhəri zonasında 1881-2013-cü illər ərzində qış fəslinin orta temperaturunun statistik cəhətdən əhəmiyyəli dərəcədə istiləşməsi baş vermiş (3,8$^0$C), onun sürəti 0,28$^0$C/10 il təşkil etmişdir. Yaz fəslində də son 133 ildə sürəti 0,092$^0$C/10 il olan statistik cəhətdən əhəmiyyətli dərəcədə istiləşmə baş vermişdir (1,2$^0$C).Yay fəslinin orta temperaturu 0,039$^0$C/10 il sürətlə 0,5$^0$C azalmışdır. Payız fəslinin orta temperaturunda da zəif azalma baş vermişdir. Ortaillik temperaturda sürəti 0,076$^0$C/10 il olmaqla, statistik cəhətdən artma tendensiyası (1,0$^0$C) mövcuddur.

2. Şimal yarımkürəsində müşahidə olunmuş şimal meridional epoxası dövründə Naxçıvan şəhəri zonasında ortaillik temperatur 0,30$^0$C artmış, zonal epoxası dövründə 0,10$^0$C azalmış, cənub meridional epoxası dövrünün 1956-1969-cu illərində dəyişməmiş, 1970-1980-ci illərdə 1,29$^0$C və 1981-1997-ci illərdə 0,26$^0$C artmış, 1998-2007-ci illərdə isə 1,19$^0$C azalmışdır.

3. 1881-1911-ci illərin nisbi soyuqlaşma fonunda (-0,23$^0$C) Naxçıvan şəhəri zonasında ortaillik hava temperaturu, əhəmiyyətsiz səviyyədə olsa da, artmış (0,07$^0$C), 1912-1940-ci illərin nisbi istiləşmə fonunda (0,51$^0$C) yenə də əhəmiyyətsiz dərəcədə artmış (0,07$^0$C), 1940-1972-ci illərin nisbi soyuqlaşma fonunda (-0,17$^0$C), 0,12$^0$C və nəhayət, 1872-2007-ci illərin nisbi istiləşmə fonunda (0,68$^0$C) 0,37$^0$C artmışdır.

4. 1961-1990-cı illərə nisbətən 1991-2013-cü illərdə istiləşmə ancaq avqust (0,4$^0$C) və oktyabr (0,5$^0$C) aylarında, soyuqlaşma isə (aprel istisna olmaqla) digər aylarda baş vermişdir.

**ƏDƏBİYYAT**


Səfərov A.S. Şimal yarımkürəsinin hava temperaturu ilə Böyük Qafqazın yüksək dağlıq ərzilərindəki temperatur arasında əlaqələrin mövcudluğunun təhlili. Su təsərrüfatı, mühəndis kommunikasiya sistemlərinin müasir problemləri və ekologiya Beynəlxalq elmi-praktiki konfransın materiallarında, Bakı, 2014, s. 322-326.

Səfərov S.H., Mahmudov R.N. Müasir iqlim dəyişmələri və Azərbaycan. "Ziya". Bakı, 2011, 312 s.

Анисимов О.А., Поляков В.Ю. К прогнозу изменения температуры воздуха для первой четверти. Метеорология и гидрология, № 2, 1999, с. 25-31.

Дзердзеевский Б.Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере северного полушария в XX столетии. Междувед. геофиз. комитет, Институт географии АН СССР. Материалы метеорол. исслед. Москва, 1968, 240 с.

Кононова Н.К. Изменение циркуляции атмосферы Северного полушария в XX-XXI столетиях и их последствия для климата. Фундаментальная и прикладная климатология, № 1, 2015, с. 133-160.


**REFERENCE**


Anisimov O.A., Polyakov V.Yu. The forecast of change of air temperature for the first quarter. Meteorology and Hydrology, № 2, 1999, pp. 25-31 (in Russian).

Dzerdzeevsky B.L. Circulation mechanisms in the atmosphere of the northern hemisphere in the 20$^{th}$ century. Institute of Geography of the USSR Academy of Sciences. Proceedings of Meteorol. Researches, Moscow, 1968, 240 p. (in Russian).

Kononova N.K. Change in atmosphere circulation of Northern Hemisphere in XX-XXI centuries and their results for climate. Basic and applied climatology, № 1, 2015, pp. 133-160 (in Russian).

Kononova N.K. Classification of Northern Hemisphere circulation mechanisms on B.L.Dzerdzeevsky. Voentechinizdat. Moscow, 2009, 372 p. (in Russian).

Perevedencev, Yu.P., Vereshagin M.A., Shantalinsky K.M. et al. Climatic conditions and resources changes in the Middle Volga region. Center for innovative technology. Kazan, 2011, 296 p. (in Russian).

Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. Воентехиниздат. Москва, 2009, 372 с.
Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Шанталинский К.М. и др. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья. Центр инновационных технологий. Казань, 2011, 296 с.
Сафаров С.Г. Современная тенденция изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в Азербайджане. Элм. Баку, 2000, 300 с.
Сафаров С.Г., Рамазанов Р.Г. Оценка возможных связей между глобальной и региональной температурами воздуха (на примере северо-восточного склона Малого Кавказа). В материалах Международной научн. конф.: Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата. Белорус.гос. ун-т, Минск, 2015, с. 145-147.
Уланова Е.С., Сиротенко О.Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. Гидрометеоиздат. Ленинград, 1968, 198 с.
Proietti T.,Hillebrand E. Seasonal changes in Central England temperatures. CREATES Research Paper, AARHUS University, Denmark, June 1, 2015, 25 p.
Rohde R., Muller R.A., Jacobsen R., Muller E., Perlmutter S. et al. A New estimate of the average earth surface land temperature spanning 1753 to 2011. Research Article a SciTechnol journal: Geoinformatics & Geostatistics. V. 1, Is. 1, 2013. http://dx.doi.org/10.4172/2327-4581.1000101
Yu L., QiuFang C., Hui Ming S., ZhiSheng A., Linderholm H.W. Amplitudes, rates, periodicities and causes of temperature variations in the past 2485 year and future trends over the central-eastern Tibetan Plateau. Chinese Sci. Bull., 56, 2011, pp. 28-29.

Proietti T.,Hillebrand E. Seasonal changes in Central England temperatures. CREATES Research Paper, AARHUS University, Denmark, June 1, 2015, 25 p.
Rohde R., Muller R.A., Jacobsen R., Muller E., Perlmutter S. et al. A New estimate of the average earth surface land temperature spanning 1753 to 2011. Research Article a SciTechnol journal: Geoinformatics & Geostatistics. V. 1, Is. 1, 2013. http://dx.doi.org/10.4172/2327-4581.1000101
Yu L., QiuFang C., Hui Ming S., ZhiSheng A., Linderholm H.W. Amplitudes, rates, periodicities and causes of temperature variations in the past 2485 year and future trends over the central-eastern Tibetan Plateau. Chinese Sci. Bull., 56, 2011, pp. 28-29.

## SON YÜZİLLİKDƏ NAXÇIVAN ŞƏHƏRİNDƏ HAVANIN FƏSLİ VƏ İLLİK ORTA TEMPERATURLARININ ÇOXİLLİK DƏYİŞİLMƏ TENDENSİYALARININ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

**S.H.Səfərov[1], Q.M.Hüseynov[2]**
*[1]Milli Aviasiya Akademiyası*
*AZ1045, Bakı şəh., Binə qəs., 25 km: surxaysafarov@ymail.com*
*[2]Fövqəladə Hallar Nazirliyi, Aviasiya dəstəsi*
*AZ1082, Qaradağ rayonu, Səngəçal qəs.: gabilhuseyn@mail.r*

***Xülasə.*** Naxçıvan MR ərazisində müasir iqlim dəyişilmələri xüsusiyyətlərinin qiymətləndirilməsinin ilk mərhələsi kimi Naxçıvan şəhəri ərazisində havanın orta temperaturunun fəsli və illik qiymətlərinin 133-illik (1881-2013-cü illər) dəyişilmə tendensiyası tədqiq edilmiş və mövcud dəyişilmələri qiymətləndirilmişdir. Həmçinin son 120-130 ildə qlobal miqyasda Şimal yarımkürəsində atmosferin ümumi sirkulyasiyasının və müxtəlif iqlim dövrlərində havanın temperaturunun tərəddüdləri ilə əlaqəli olan məsələlərə baxılmışdır.

***Açar sözlər:*** *iqlim dəyişılmələri, havanın temperaturu, korrelyasiya, atmosferin dövranı, temperatur tərəddüdü dəyişilməsinin tendensiyası*

## ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИИ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ СЕЗОННОЙ И СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ЗА ПОСЛЕДНЕЕ СТОЛЕТИЕ В ЗОНЕ ГОРОДА НАХЧЫВАН

**С.Г.Сафаров[1], Г.М.Гусейнов[2]**
*[1]Национальная академия авиации Азербайджана*
*AZ1045, Баку, пос. Бина, 25 км: surxaysafarov@ymail.com*
*[2]Министерство чрезвычайных ситуаций*
*AZ1082, Баку, Гарадагский район, пос. Сангачалы: gabilhuseyn@mail.ru*

***Резюме.*** В статье дана оценка особенностей современных климатических изменений на территории Нахчыванской АР, для этого на первом этапе было исследовано и оценено возможное изменение сезонных и годовых температур воздуха за 133-летний (1881-2013 гг.) период в зоне города Нахчыван. Также рассмотрены вопросы колебаний температуры воздуха в связи с колебаниями параметров общей циркуляции атмосферы на северном полушарии. Для анализа интенсивности изменений средних температур воздуха в городе Нахчыван рассчитаны отклонения сезонных и годовых температурных норм и их повторений в разных градациях в период 1881-1960 и 1961-2013 гг. В целях определения тенденции изменений температуры воздуха в городе Нахчыван использован метод сравнения двух разных климатических периодов. Для оценки изменений в долгосрочных климатических рядах построены графики многолетней динамики прямых и криволинейных трендов. Рассчитаны коэффициенты корреляции, определяющие степень статистической значимости трендов изменений, в том числе использован параметр °С/10лет, который показывает скорость изменения температур.

***Ключевые слова:*** *климатические изменения, температура воздуха, корреляция, циркуляция атмосферы, тенденция изменений, колебаний температур.*

**ANAS Transactions Earth Sciences 1 / 2018**

*Investigations of young scientists and PhD students*

http://www.journalesgia.com

# ДОМИНАНТНЫЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ГАММА-ПОЛЕ И УРОВЕНЬ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ПОДПОЧВЕННОГО РАДОНА (на примере г.Баку)

**А.Р.Алиева**

*Институт геологии и геофизики НАНА*

*AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 119: aziza-alieva@rambler.ru*

**PREDOMINANT FREQUENCIES OF SOIL AND THEIR INFLUENCE ON THE GAMMA FIELD AND LEVEL OF SUBSOIL RADON ACTIVITY: BAKU CITY AS A CASE STUDY**

**A.R.Aliyeva**

*Geology and Geophysics Institute, Azerbaijan National Academy of Sciences*

*H.Javid Ave., 119, Baku, Azerbaijan, AZ1143: aziza-alieva@rambler.ru*

***Keywords:*** *radiation background, Baku city, radon, microtremor measurements*

***Summary.*** The paper attempts to compare the soil parameters by microtremor measurements with the natural radiation background and radon field over the central part of Baku city. These researches revealed that radon concentration in soil depended on the integrated factors such as soil radioactivity, soil type, dominant (resonance) frequencies and soil amplification factor. The direct dependency between radon concentration, dominant (resonance) frequency and soil amplification factor was determined. In the reviewed frequency range, the highest radon concentration is observed at about 10 Hz with soil amplification factor at the point of 1.9-2.1. The paper also concludes that the lowest levels of radon concentration and radioactivity are evident in sands, but the highest values are found in unconsolidated rocks with inclusions of loam, gravel and clay.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

## Введение

Радиационное поле земной поверхности, или иначе поле ионизирующих излучений, складывается под влиянием радиоактивного распада естественных и искусственных радионуклидов, содержащихся в окружающей нас среде. Радиоактивные поля земной поверхности индивидуальны для каждого региона.

В формировании радиоактивного фона окружающей среды участвуют многие радиоактивные элементы и продукты их распада, одним из которых является газ радон (Rn-222). Естественным источником радона служат породы литосферы как магматические, так и осадочные (глины, сланцы и т.д.), в которых радон образуется при распаде материнского изотопа радия (Ra-226).

Радон используется в качестве одного из индикаторов изменений в окружающей среде. Зоны с интенсивной флюидодинамикой (зоны активных тектонических нарушений, грязевые вулканы и др.) проявляются аномальными значениями этого газа (Алиев и др., 2003). Он также относится к предвестникам землетрясений (Алиев, 2010).

Целью данной работы является: сопоставление параметров характеристик грунтов, установленных микротреморными измерениями, и естественного радиационного и радонового полей центральной части г. Баку, выявление зависимости концентрации радона от доминантной (резонансной) частоты, коэффициента усиления амплитуды колебаний и от интегральной радиоактивности грунта.

## Изученность вопроса

Одной из первых работ, посвященных изучению газового режима в приповерхностных отложениях в искусственно созданном вибросейсмическом поле, является исследование, проведенное в Белорусском Полесье (Николаев и др., 1984). Здесь в качестве источника вибросейсмических колебаний в почвенных и подпочвенных отложениях был использован вибратор с вибро-

тяговой силой 50 т, работавший в режиме излучения гармонического сигнала частотой от 1 до 40 Гц. В результате этих экспериментальных работ было установлено существенное изменение химического состава газовоздушной смеси в наблюдательных скважинах на различных расстояниях от виброисточника и при различных режимах его работы, обусловленное, по мнению авторов, механохимическими реакциями.

Позднее на этом же полигоне в поле вибровоздействия учеными Института геологии Академии наук Азербайджана были проведены наблюдения за вариациями в приповерхностных отложениях радона (Фейзуллаев, 1991). Измерения потока радона осуществлялись альфа-трековым методом. Результаты наблюдений показали, что вибровоздействие на породы способствует дополнительному выходу подпочвенного радона. При этом было установлено, что при прочих равных условиях (расстояние до виброисточника – 13-15 м, а время вибровоздействия – 5-10 мин.) интенсивность его выхода зависит от частоты колебаний: наибольшие его эманации наблюдаются при вибрации с частотой 18 Гц, наименьшие – 16 и 19-20 Гц. Наибольший выход радона отмечается в первые 4-6 мин. вибровоздействия.

Факт наличия определенных избирательных частот, при которых прослеживаются максимальные амплитуды флюидной динамики, установлен по другим параметрам наблюдения (уровень воды, различные газовые компоненты) независимыми исследованиями и других ученых (Коробейник, Гурвич, 1985; Аммосов, 1986; Киссин и др., 1987).

Рост выхода подпочвенного радона во время вибровоздействия дает основание говорить об импульсном усилении интенсивности газовых потоков в целом во время землетрясений в сейсмоактивных областях по сравнению с асейсмичными районами.

**Предмет и методика исследования**

В пределах г.Баку в 2012-2014 гг. были проведены микротреморные измерения, которые позволили выявить особенности изменения в пространстве коэффициента усиления амплитуд колебания и доминантных (резонансных) частот колебаний грунта (Кадиров и др., 2012; Kadirov et al., 2012).

Микротреморные измерения проводились акселерометром Guralp CMG-5TD. Измерения выполнялись с шагом 200-250 м в 200 точках г.Баку. Координаты точек измерения определялись с использованием GPS в системе WGS-84. По полученным данным были построены карта доминантных частот грунтов и карта коэффициента усиления амплитуд колебаний для города Баку (рис. 1).

В результате проведенных исследований было выявлено влияние неоднородности грунтов на их резонансные свойства. В отдельных зонах города Баку наблюдается повышение доминантных частот на фоне низких значений коэффициента усиления амплитуд колебаний грунта. Это говорит о том, что, возможно, в этих зонах состав грунтов неоднороден, а именно: на фоне твердых пород наблюдаются рыхлые разуплотненные породы с включениями песков, гравия-гальки, а в ряде случаев и водонасыщенные пески и глины. Последние прослеживаются главным образом в прибрежной части города.

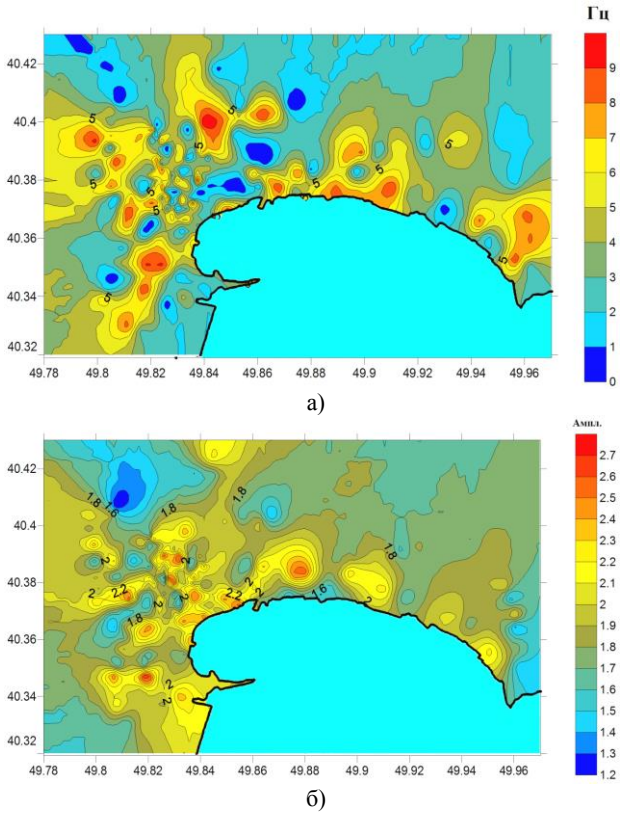



**Рис. 1.** Карта распределения доминантных (резонансных) частот колебаний грунта (а) и карта коэффициента усиления амплитуд колебаний грунта (б) для города Баку (Кадиров и др., 2012)

С целью изучения влияния изменчивости грунтов, их доминантных частот и коэффициента усиления амплитуд колебаний на радиоактивный фон и концентрацию радона был отработан профиль в центральной части г. Баку: от ул. Фаика Юсифова до ул. Дадаша Буниатзаде. Профиль проходит через зоны повышенных доминантных частот на фоне низких значений коэффициента усиления амплитуд колебаний грунта. Для изучения радиационной обстановки на данном про-

филе также была проведена пешеходная гамма-съемка. Данные о типах почв и грунтов были заимствованы из альбома гидрогеологических карт Абшеронского полуострова (Исрафилбеков и др., 1983).

Следует отметить, что измерения концентрации радона на территории Азербайджана, в том числе и на территории Абшеронского полуострова, были проведены в 2010-2011 гг. (Veliyeva et al., 2012). Детальные исследования были проведены также и на территории г. Баку (рис. 2).

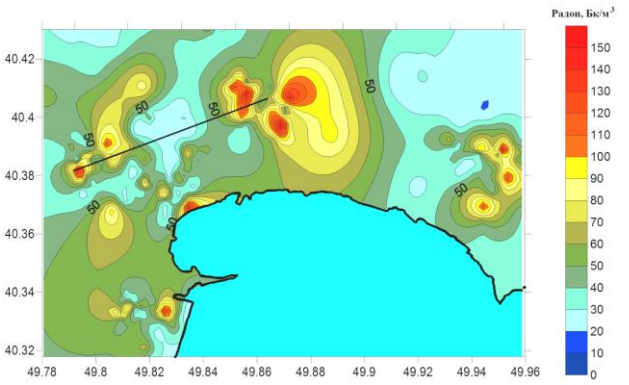
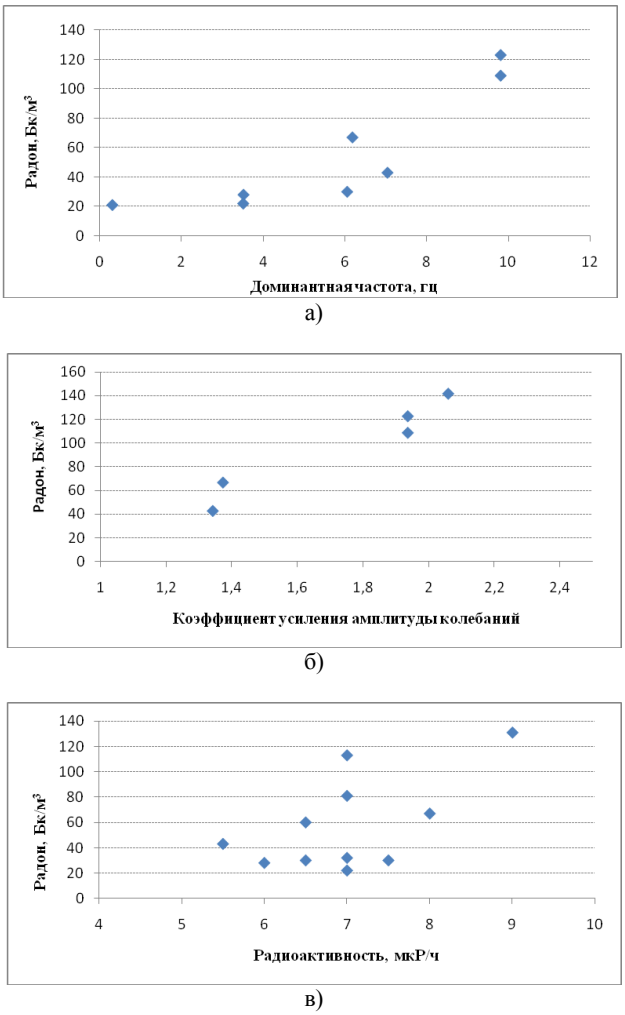



**Рис. 2.** Карта распределения объемной активности радона на территории г.Баку и месторасположение исследуемого профиля

## Обсуждение результатов

Анализ данных замеров концентраций радона вдоль исследуемого профиля выявил зависимость их значений от комплекса факторов. Установлена прямая зависимость концентрации радона от доминантных частот и коэффициента усиления амплитуд колебаний грунта (рис. 3). В рассмотренном интервале доминантных частот наиболее высокие значения радона наблюдаются при частотах около 10 гц и коэффициенте усиления амплитуд колебаний грунта примерно 1,9-2,1. Вполне естественна и установленная прямая зависимость между концентрацией радона и интегральной радиоактивностью грунта (см. рис. 3).

Из приведенных ниже таблиц (табл. 1, 2) видно, что прослеживается определенная зависимость концентрации радона и интегральной радиоактивности от типа почв: как и ожидалось, наиболее низкие значения обоих параметров характерны для песков, а наиболее высокие – разуплотненных пород с включением суглинков, гравия и глин.




а)

б)

в)

**Рис 3.** Зависимости изменения концентрации радона от доминантной частоты колебаний грунта (а); от коэффициента усиления амплитуды колебаний грунта (б); от интегральной радиоактивности грунта (в)

***Таблица 1***

Изменение концентрации радона в зависимости от типа почвы

| Тип почв | Количество точек | Пределы изменения, Бк/м$^3$ | Среднее значение, Бк/м$^3$ |
|---|---|---|---|
| Пески | 7 | 21-131 | 46 |
| Известняки | 6 | 37-123 | 68 |
| Переслаивание суглинков, известняков и глин | 7 | 21-142 | 75 |

***Таблица 2***

Изменение интегральной радиоактивности в зависимости от типа почвы

| Тип почв | Количество точек | Пределы изменения, мкР/ч | Среднее значение, мкР/ч |
|---|---|---|---|
| Пески | 7 | 5-8,5 | 6,5 |
| Известняки | 4 | 5-9 | 7 |
| Переслаивание суглинков, известняков и глин | 9 | 6-8 | 7,2 |

**Выводы**

Таким образом, проведенные исследования выявили совокупное влияние на концентрацию радона в почве комплекса факторов, таких как радиоактивность грунта, тип почвы, доминантные (резонансные) частоты колебаний и коэффициент усиления амплитуд колебаний грунта.

**ЛИТЕРАТУРА**


Алиев Ч.С. Реакция радонового поля земной поверхности на землетрясение. Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь. В материалах Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения академика П.Н. Кропоткина. 18-22 октября 2010 г., Москва, 2010, с. 26-29.

Алиев Ч.С., Золотовицкая Т.А., Фейзуллаев, А.А. Природа радиоактивных полей некоторых грязевых вулканов Восточного Азербайджана. Известия НАНА. Науки о Земле, № 2, 2003, с. 51-57.

Аммосов С.М. Первые результаты экспериментов по механохимическому образованию углеродистых газов в природных условиях. В тезисах докладов 2-го Всесоюзного совещания по геохимии углерода. Москва, 1986, с. 312-314.

Исрафилбеков И.А., Листенгартен В.А., Шахсуваров А.С. Альбом гидрогеологических карт Апшеронского полуострова масштаба 1:50 000. Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР. Москва, 1983, 71 с.

Кадиров Ф.А., Бабаев Г.Р., Гадиров А.Г., Сафаров Р.Р., Мухтаров А.Ш. Микросейсмическое районирование города Баку по данным микротреморных измерений. В кн.: Проблемы снижения природных опасностей и рисков. Материалы Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК 2012». В. 1. Российский Университет Дружбы Народов, Москва, 2012, с. 94-98.

Киссин И.Г., Барабанов В.Л., Гриневский А.О. Об эффектах вибрационного воздействия на водо- и нефтенасыщенные пласты. Препринт ИФЗ АН СССР. № 4, 1987, 19 с.

Коробейник Г.С., Гурвич В.И. Газогеохимические эффекты при динамическом воздействии на геологическую среду. Геофизические и геохимические методы при решении экономических и техногенных проблем на урбанизированных территориях. ВНИИЯГГ. Москва, 1985, с. 80-85.

Николаев А.В., Аммосов С.М., Войтов Г.И. и др. О летучих продуктах в сейсмовибрационном поле подпочвенного слоя. Доклады АН СССР, В. 279, № 6, 1984, с.1444-1450.

Фейзуллаев А.А. О роли сейсмотектонического фактора в дегазации Земли. В материалах III Всесоюзного совещания: Дегазация Земли и геотектоника. Наука. Москва, 1991, с. 56-57.

Kadirov F.A., Babayev G.R., Gadirov A.G. Analysis of horizontal to vertical spectra of microseisms for Baku city. IV International Conference "Problems of Cybernetics and Informatics" (PCI'2012), 2012, pp. 96-98.

Veliyeva F.F., Aliyev Ch.S., Feyzullayev A.A., Baghirli R.J., Pampuri L., Hoffmann M., Valsangiacomo C. Indoor radon mapping in Azerbaijan. 11th International workshop on the geological aspects of radon risk mapping. Prague, 2012, pp. 260-268.


**REFERENCE**


Aliyev Ch.S. Response of radon field of Earth surface on earthquake. Earth degassing: geotectonics, geodynamics, geofluids, oil and gas, hydrocarbons and life. International conference proceedings dedicated to the 100th anniversary of academician P.N. Kropotkin, October 18-22, 2010, Moscow, pp. 26-29 (in Russian).

Aliyev Ch.S., Zolotovitskaya T.A., Feizullayev A.A. Nature of radioactive fields of some mud volcanoes of the East Azerbaijan. Proceedings of ANAS. The Sciences of Earth, № 2, 2003, pp. 51-57 (in Russian).

Ammosov S.M. First results of experiments on mechanic and chemical formation of carbon gases in nature. In theses of reports: 2nd All-Union Workshop on carbon geochemistry. Moscow, 1986, pp. 312-314 (in Russian).

Feyzullayev A.A. About role of seismotectonic factor in Earth degassing. Proceedings of 3rd All-Union Workshop: Earth degassing and geotectonics. Nauka. Moscow, 1991, pp. 56-57 (in Russian).

Israfilbekov I.A., Listengarten V.A., Shakhsuvarov A.S. Album of hydrogeological maps of Apsheron Peninsula. Scale 1:50 000. Department of geodesy and mapping under the Council of Ministers of the USSR. Moscow, 1983, 71p. (in Russian).

Kadirov F.A., Babayev G.R., Gadirov A.G., Safarov R.R., Mukhtarov A.Sh. Microseismic zonation of Baku city by microtremour measurements. In book: Problems of natural hazards and risks reduction. Materials of International scientific and practical conference "GeoRisk 2012". V.1. Russian University of Friendship of People (RUDN), Moscow, 2012, pp. 94-98 (in Russian).

Kadirov F.A., Babayev G.R., Gadirov A.G. Analysis of horizontal to vertical spectra of microseisms for Baku city. IV International Conference "Problems of Cybernetics and Informatics" (PCI'2012), 2012, pp. 96-98.

Kissin I.G., Barabanov V.L., Grinevsky A.O. About effects of vibration influence on water and oil-filled formations. Preprint IFZ of AS USSR, № 4, 1987, 19 p. (in Russian).

Korobeinik G.S., Gurvich V.I. Gas-geochemical effects in dynamic influence on geological environment. Geophysical and geochemical methods in solving economic and technogenic problems over urbanized areas. VNIIYaGG. Moscow, 1985, pp. 80-85 (in Russian).

Nikolayev A.V., Ammosov S.M., Voitov G.I. et al. About volatile products in seismovibration field of subsurface layer. Doklady of the Academy of Sciences of the USSR, V.279, № 6, 1984, pp. 1444-1450 (in Russian).

Veliyeva F.F., Aliyev Ch.S., Feyzullayev A.A., Baghirli R.J., Pampuri L., Hoffmann M., Valsangiacomo C. Indoor radon mapping in Azerbaijan. 11th International workshop on the geological aspects of radon risk mapping. Prague, 2012, pp. 260-268.

# ДОМИНАНТНЫЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ГАММА-ПОЛЕ И УРОВЕНЬ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ПОДПОЧВЕННОГО РАДОНА
## (на примере г.Баку)

**А.Р.Алиева**
*Институт геологии и геофизики НАНА*
*AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 119: aziza-alieva@rambler.ru*

***Резюме.*** В статье сопоставлены параметры характеристик грунта, установленные микротреморными измерениями, и естественное радиационное и радоновое поля центральной части г. Баку. Проведенные исследования выявили совокупное влияние на концентрацию радона в почве комплекса факторов, таких как радиоактивность грунта, тип почвы, доминантные (резонансные) частоты колебаний грунта и коэффициент усиления амплитуд колебаний грунта. Установлена прямая зависимость концентрации радона от доминантных (резонансных) частот и коэффициента усиления амплитуд колебаний грунта. В рассмотренном интервале доминантных (резонансных) частот наиболее высокие значения радона наблюдаются при частотах около 10 гц и коэффициенте усиления амплитуд колебаний грунта примерно 1,9-2,1. Показано, что наиболее низкие значения интегральной радиоактивности и концентрации радона характерны для песков, а наиболее высокие – разуплотненных пород с включением суглинок, гравия и глин.

***Ключевые слова:*** *радиационный фон, Абшеронский полуостров, радон, микротреморные измерения*

# QRUNT HƏRƏKƏTİNİN DOMİNANT TEZLİKLƏRİ VƏ ONLARIN QAMMA SAHƏYƏ VƏ YERALTI RADONUN HƏCMİ AKTİVLİYİNƏ TƏSİRİ
## (Baki şəhərinin timsalında)

**Ə.R.Əliyeva**
*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutu*
*AZ1143, Bakı, Hüseyn Cavid prosp.,119: aziza-alieva@rambler.ru*

***Xülasə.*** Məqalədə Bakı şəhərinin mərkəzi hissəsi üçün mikrotremor ölçmələri vasitəsilə alınmış qruntun xüsusiyyətlərinin parametrləri təbii radiasiya və radon sahəsi ilə müqayisə edilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, torpaqda radonun konsentrasiyasına qruntun radioaktivliyi, torpağın tipi, qrunt hərəkətinin amplitudalarının güclənmə əmsalı və dominant (rezonans) tezliklər kimi faktorlar birgə təsir göstərir. Radonun konsentrasiyasının təbii radioaktivlikdən, qrunt hərəkətinin tezlikləri və qrunt hərəkətinin amplitudalarının güclənmə əmsalından birbaşa asılılığı müəyyən edilmişdir. Araşdırılmış dominant tezliklər intervalında radonun ən yüksək miqdarı 10 hs-ə yaxın tezliklərdə və təxminən 1,9-2,1 qrunt hərəkətinin amplitudalarının güclənmə əmsalında müşahidə olunmuşdur. Radonun və radioaktivliyin aşağı konsentrasiyaları qumlar, ən yüksəkləri isə gilcə, çınqıl və gillərin püruzlarını daşıyan kövrək, seyrəkləşmiş süxurlar üçün səciyyəvidir.

***Açar sözlər:*** *radiasiya fonu, Abşeron yarımadası, radon, mikrotremor ölçmələri*

**ANAS Transactions Earth Sciences 1 / 2018**

*Investigations of young scientists and PhD students*

http://www.journalesgia.com

# XƏZƏR DƏNİZİNİN QƏRB SAHİLİ LİTOSFERİNİN QEYRİ-BİRCİNSLİLİYİ, DƏRİNLİK QURULUŞU VƏ MÜASİR GEODİNAMİK XARAKTERİSTİKASI

**G.R.Sadıqova**
*AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu*
*AZ1143, Bakı şəh., H.cavid prosp., 119: gsadigova@yahoo.com*

**INHOMOGENEITY OF THE LITHOSPHERE, DEEP STRUCTURE AND MODERN GEODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE WESTERN COAST OF THE CASPIAN SEA**

**G. R.Sadigova**
*Geology and Geophysics Institute, Azerbaijan National Academy of Sciences*
*H. Javid Ave., 119, Baku, Azerbaijan, AZ1143: gsadigova@yahoo.com*

***Keywords:*** *South-Eastern Caucasus, gravity model, GPS velocities, vertical movements, stress, earthquake, fault*

***Summary.*** The actualization of the Gusar-Shabran trough research in line with the basic fundamental problem of formation and dynamics, proves by practical significance interlinked with the perspectives of oil and gas discovery and geodynamic hazard studies for the Baku-Novorossiysk oil pipeline and Shollar and Takhtakorpu water pipelines and other regional infrastructures. The purpose of the paper is to obtain new information about the features of the geological structure of the Earth's crust and geodynamics along the profile of Samur-Baku. In paper, 2D gravity model alongside the Samur-Baku profile located along the western coast of the Caspian Sea was plotted using an inhomogeneous density model and the geodynamic characteristics of the profile were studied. 2D gravity model is plotted by the selective method of density boundaries of the upper boundary of the Earth's crust and the Moho-boundary. The boundaries of basalt (28-32 km) and Moho (47-57 km) boundaries were identified. Along the profile, the velocity curves of modern vertical and horizontal motions were analyzed and the stress accumulation zones were identified. The values of the foci radii and earthquake magnitudes were determined, which created additional stresses and influenced the geodynamic conditions of the profile.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

## Giriş

Regional geofiziki profillər boyu (geotraverslər) Yer qabığının dərinlik geoloji quruluşunun tədqiqi geologiyanın prioritet istiqamətlərindən biridir (Хаин, 1979; Зоненшайн и др., 1990; Пучков, 2000). Qusar-Şabran (Dəvəçi) çökəkliyininYer qabığı quruluşunun plitələr tektonikası konsepsiyasında təkamül prosesi, faydalı qazıntıların proqnozu və axtarışı kimi problemlər bu gün də alimlərin diqqət mərkəzindədir. Regionun tədqiqinin aktuallığı onun formalaşmasının və dinamikasının əsas fundamental problemlərindən əlavə, neft-qaz yataqlarının aşkaredilmə perspektivliyi və regionda mövcud olan infrastrukturlar üçün (Bakı-Novorossiysk neft kəməri, Şollar su kəməri, Taxtakörpü su kəməri və s.) geodinamik təhlükənin öyrənilməsi ilə bağlı praktik məsələlərlə də müəyyən olunur.

Böyük həcmdə geoloji-geofiziki işlərin aparılmasına baxmayaraq, mürəkkəb və dəyişkən Yer qabığı quruluşuna malik olan regionun dərinlik tektonikası və geodinamikasının bir sıra məsələləri hələ də həll olunmamış qalmaqdadır. Qusar-Şabran çökəkliyi tektonikasının öyrənilməsi və geodinamik şəraitinin modelləşdirilməsi məqsədilə Yer qabığının dərinlik quruluşu xüsusiyyətlərinin müəyyən olunmasına, tektonika və geodinamikasının problemlərinin öyrənilməsinə çoxsaylı tədqiqatlar həsr olunmuşdur (Хаин, Ахмедбейли, 1957; Абдуллаев, Джафаров, 1962; Гаджиев, 1965; Краснопевцева, 1978; Амирасланов, 1986; Кадиров, 2000; Ахмедбейли и др., 2010).

Apardığımız bu tədqiqat işində əsas məqsəd Samur-Bakı profili üzrə Yer qabığının geoloji quruluşu və geodinamikası haqqında yeni məlumatların əldə edilməsidir. İlkin kəsilişin alınmasında əsas material kimi Qusar-Şabran çökəkliyini kəsən Samur-Bakı profili üzrə geoloji və geofiziki məlumatlardan istifadə olunmuşdur.

**Samur-Bakı profilinin 2D qravitasiya modeli**

Tədqiq olunan profilboyu Yer qabığının və üst mantiyanın dərinlik quruluşunun qravitasiya modelləşməsi üçün seçmə üsul tətbiq olunub (Булах и др., 1984; Булах, Маркова, 1992; Blakely, 1995; Кадиров, 2000; Kadirov, Gadirov, 2014). Seçmə üsul ilə Yer qabığının strukturlarının və üst mantiyanın modelləşməsi aşağıdakı ardıcıllıqla aparılıb:

1) tədqiqat rayonunun fiziki-geoloji quruluşu haqqında əvvəlcədən məlum informasiya əsasında sıxlıq modelinin tərtib olunması; 2) tərtib olunmuş model üçün düz məsələnin həlli; 3) regional fonun təcrid (istisna) edilməsi; 4) sıxlıq modelinin həndəsi və fiziki parametrlərində məhdudiyyətlərin seçilməsi və etibarlı məlumatların təmin edilməsi; 5) seçmə üsulu ilə modelin parametrlərinin dəqiqləşdirilməsi; 6) ehtiyac olarsa, yeni qraviaktiv mənbələrin axtarışının təmin edilməsi.

Müşahidə olunan $g(x_i)$ və seçilmiş $\Phi(x_i)$ əyrilərin yaxınlaşma kriterisi çərçivəsində aşağıdakı düsturdan istifadə olunub:

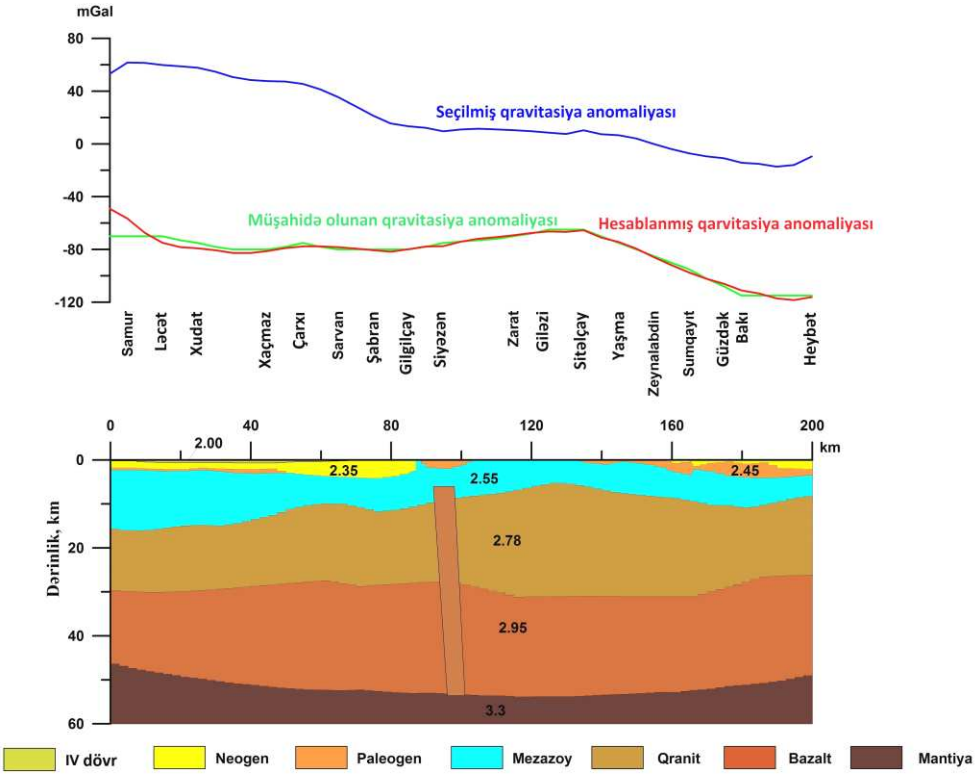
$$F = \sum_{i=1}^{n} \left[ g(x_i) - \Phi(x_i) \right]^2 = \min$$

$x_i$ – approksimasiyada istifadə olunan müşahidə nöqtələrinin koordinatları, $n$-nöqtələrin sayı.

Qravitasiya modelləşdirilməsi üçün əsas material kimi profilin Dərin Seysmik Zondlama məlumatları əsasında qurulmuş geoloji-geofiziki kəsilişdən istifadə olunmuşdur (Гаджиев, 1965; Гаджиев, Кадиров, 1984). İlkin kəsilişdə aşağıdakı seysmik sərhədlər ayrılmışdır: 1) IV dövr; 2) neogen; 3) paleogen; 4) mezozoy; 5) qranit; 6) bazalt; 7) Moxoroviçiç sərhədi.

Yer qabığının və mantiyanın sıxlıq kəmiyyətləri ədəbiyyat məlumatlarına uyğun seçilmişdir. "IV dövr" sərhədi üçün sıxlıq qiyməti 2 q/sm$^3$, "neogen" sərhədi üçün 2,35 q/sm$^3$, "paleogen" sərhədi üçün 2,45 q/sm$^3$, "mezozoy" sərhədi üçün 2,55 q/sm$^3$, "qranit" sərhədi üçün 2,78 q/sm$^3$, "bazalt" sərhədi üçün 2,95 q/sm$^3$, Moxoroviçiç sərhədi üçün isə 3,3 q/sm$^3$ qəbul edilmişdir (Гаджиев, 1965; Озерская, Подоба, 1967; Амирасланов, 1986; Павленкова и др., 1991; Сафаров, 2011; Pitarka et. al., 2016).

1-ci şəkildə profil üzrə müşahidə olunan (yaşıl xətt) profilin ilkin kəsiliş modelinə görə hesablanmış (qırmızı xətt) və seçilmiş (göy xətt) qravitasiya sahəsinin anomaliya əyriləri göstərilmişdir. Profilboyu ilkin geoloji-geofiziki model üçün hesablanmış qravitasiya sahəsi müşahidə olunan qravitasiya sahəsi ilə üst-üstə düşür. Yalnız profilin şimal hissəsində hesablanmış və müşahidə olunan sahələr arasında fərq müşahidə olunur. Hesablanmış qravitasiya anomaliyasının müşahidə olunan anomaliyanı üstələməsi burada kənar effektin olması ilə izah oluna bilər.




**1-ci şəkil.** Samur-Bakı profili boyunca 2D qravitasiya modeli. Sıxlıq qiymətləri q/sm$^3$ ilə verilmişdir

Qravitasiya sahəsinin daha çox fərqliliyi müşahidə olunan profilin şimal hissəsində qranit qatının səthi 9 km, bazalt qatının səthi isə 6 km aşağı enmişdir. Moxo sərhədi isə profilin şimalında 7 km, mərkəzi hissədə 4 km və cənub hissəsində 3 km aşağı enmişdir. Bazalt sərhədinin dərinliyi 28-32 km, Moxo sərhədinin dərinliyi isə 47-57 km arasında dəyişir və hər iki sərhədin maksimum dərinliyi Zarat məntəqəsinə uyğun gəlir.

## Samur-Baki profilinin müasir geodinamik şəraiti

### *Müasir vertikal hərəkətlər*

İlk dəfə Xəzər dənizinin qərb sahili boyu nivelirləmə işləri hərbi topoqraflar tərəfindən 1912-ci ildə aparılmışdır. Daha sonra nivelirləmə işləri 1935-1937, 1951, 1971 və 1986-cı illərdə təkrarlanmışdır. Xəzər dənizinin qərb sahilinin bir hissəsi olan Samur-Bakı profili boyu Yer səthinin müasir şaquli hərəkətlərini öyrənmək məqsədilə son iki yüksək dəqiqlikli nivelirləmənin nəticələrindən istifadə edilmişdir (Лилиенберг, 1980; Гаджиев и др., 1987; Ященко, 1974, 1989; Əhmədbəyli və b., 1991; Касьянова, 2003). Samur-Bakı profili boyu Yer səthinin müasir şaquli hərəkətləri 2-ci şəkildə göstərilmişdir.

Şaquli hərəkətlərin sürətlərinin təhlili göstərir ki, Qafqazın cənub-şərq hissəsi – Samurdan Xaçmaza qədər enməyə məruz qalır. Daha kiçik enmə zonası – 2 mm/il sürətilə Xaçmaz rayonunda qeydə alınmışdır. Xaçmazdan Güzdəyə qədər olan ərazilərdə qalxma sürətləri xarakterikdir. Abşeron yarımadasının qərbində müasir şaquli hərəkətlərin sürəti +12,5 mm/il-dən -4,7 mm/il-ə qədər intervalda dəyişir. Belə ki, daha çox qalxma +12,5 mm/il sürətilə Güzdək ərazisində müşahidə edilmişdir. Güzdəkdən Heybətə qədər yenidən enmə hərəkətləri baş verir. Enmənin maksimal sürəti Heybət zonasına uyğun gəlir (-4,7 mm/il).

Mezo-kaynozoy qırışıqlıq zonalarında isə müasir şaquli hərəkətlərin sürət əyrisi ziqzaqvari formadadır. Bu cür sürət əyrisindən $V_{\Delta h}$ Siyəzəndən başlayaraq Bakıya qədər olan ərazilərdə müşahidə olunur.

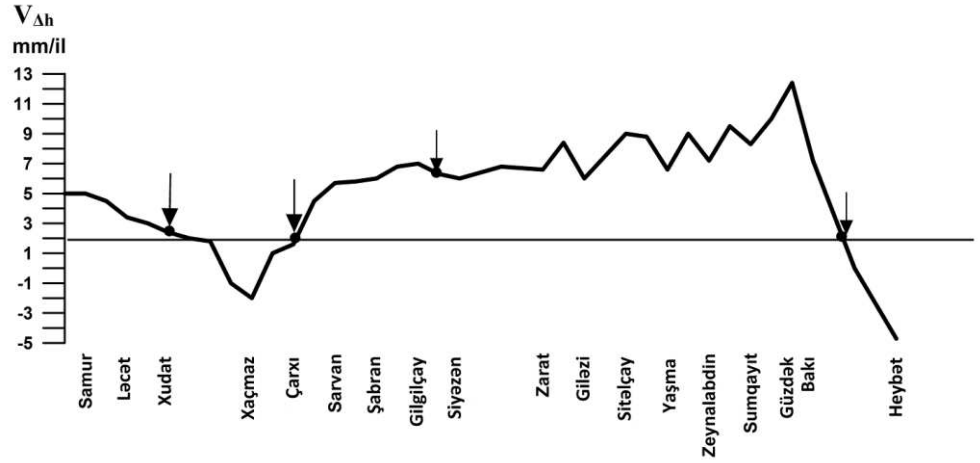
Müasir şaquli hərəkət sürətlərinin dəyişmə əyrisindən istifadə edilərək gərginliktoplanan yerlər yüksəlmə və enmənin sərhədlərinə görə ayrılmış və profil üzrə oxlar ilə qeyd edilmişdir.Yer qabığının müasir şaquli hərəkətləri profilboyu əsas gərginliktoplanma zonalarının Xudat, Çarxı, Siyəzən və Bakı məntəqələrinə yaxın olduğunu göstərir.

### *GPS sürətləri və gərginlik*

Azərbaycan ərazisi Afrika və Avrasiya kontinentlərinin aktiv toqquşma zonasında (kolliziya) yerləşir (McKenzie, 1972; Sengor et al., 1985; Philip et al., 1989). Ərəbistan plitəsinin Avrasiya qitəsinə olan bu kəsilməz hərəkəti nəticəsində Əsas Qafqaz üstəgəlməsində baş verən litosferin qısalmaları, Yer qabığının deformasiyası və tektonik hərəkətlər zəlzələlərə səbəb olur ki, bunlar da bütün Qafqaz ərazisində tarixən qeyd olunmuşdur (McKenzie, 1972; Sengor et al., 1985; Jackson, 1992; Kadirov, 2004; Reilinger et al., 2006 б; Kadirov et al., 2008, 2012).

Azərbaycanda və qonşu ərazilərdə yerinə yetirilən GPS müşahidə məlumatları Yer qabığının müasir səthi hərəkətlərini və onlarla əlaqəli deformasiyaları qiymətləndirməyə imkan vermişdir. Müşahidə olunan hərəkətlər (müşahidə məntəqəsindəki sürətlər) Yer qabığında gərginliktoplanma zonalarını müəyyən etməyə imkan verir.

1998-ci ildən etibarən Azərbaycan ərazisində yer səthinin müasir üfüqi hərəkətlərinin öyrənilməsi məqsədilə monitorinq işləri aparılmışdır (Reilinger et al., 2006 б; Kadirov et al., 2013; Кадиров, Сафаров, 2013; Kadirov et al., 2015). Azərbaycan və Qafqaz regionu üçün GPS-üfüqi sürətlər xəritəsində (40,31° N 49,81° E; 41,75° N 48,56° E) koordinatları daxilində və Əsas Qafqaz üstəgəlməsinə paralel istiqamətlənmiş Samur-Bakı geodinamik profili AB xətti ilə göstərilmişdir. Şəkildəki oxlar sürət vektorlarının istiqamətini göstərir, sürət qiymətləri isə xəritənin aşağı sağ küncündə verilən miqyasa uyğun olaraq oxların uzunluğu ilə xarakterizə olunur (3-cü şəkil).




**2-ci şəkil**. Samur-Bakı profili boyu Yer səthinin müasir şaquli hərəkət sürətlərinin dəyişmə əyrisi



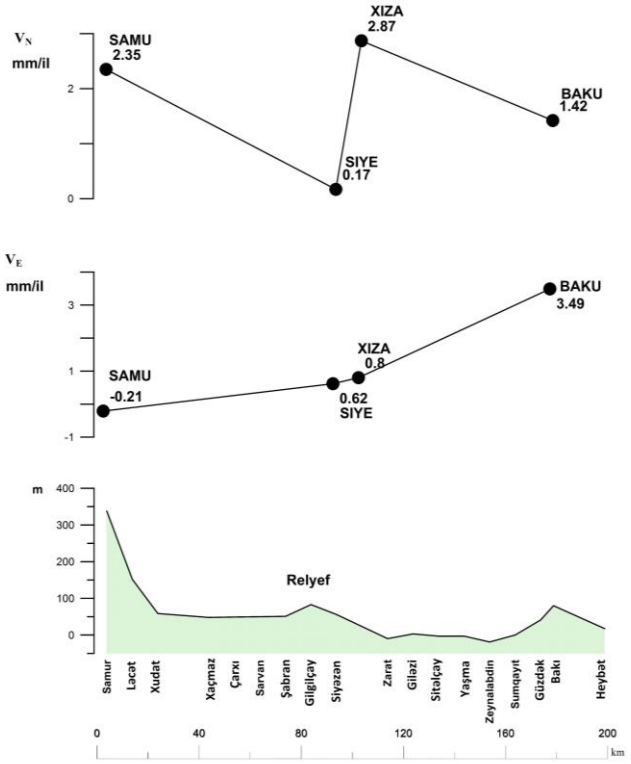

**3-cü şəkil**. GPS sürətlər xəritəsi (Кадиров, Сафаров, 2013). Azərbaycan ərazisində olmayan məntəqələrin sürətləri haqqında məlumatlar Reilinger et al. (2006 b); Masson et al. (2006); Nilforoushan et al. (2003) işlərindən götürülmüşdür.

Böyük Qafqaz üstəgəlməsinə (BQÜ) yaxınlaşdıqda GPS nöqtələrindəki sürət göstəricilərinin azalması burada gərginlik toplanmasının bir səbəbi kimi interpretasiya edilir. Əsas üfüqi istiqamətdə Yer qabığı qısalmaları BQÜ-də baş verir (Qədirov, 2011). BQÜ-yə perpendikulyar istiqamətdə Yer qabığında olan qısalmalar iki GPS nöqtəsindəki sürət fərqi ilə hesablanır. Xızı (XIZA) və Xəzərin sahilindəki, Abşeron yarımadasının şimalındakı Siyəzən (SİYE) müşahidə məntəqələrində GPS sürət fərqləri Samur-Bakı profilinin eni boyu Yer qabığının 2,7 mm/il sürətilə qısalmasını göstərir.

Yüksək gərginlik zonaları GPS sürət paylanması xəritəsində özünü GPS sürət qiymətinin ardıcıl azalması şəklində büruzə verir. Belə zonalardan biri Xəzər dənizinin qərb sahili boyu Samur-Bakı profili üzrə müşahidə edilir. Belə ki, burada GPS sürətləri profilin cənub hissəsindən başlayaraq (BAKI) Samura qədər (XIZA, SIYE, SAMU) ardıcıl olaraq azalır.

Samur-Bakı profili boyu GPS ölçmələrinə görə təyin olunmuş üfüqi hərəkətlərin dəyişmə sürətlərinin şimal $V_N$ və şərq komponentləri $V_E$ və relyef əyriləri 4-cü şəkildə verilmişdir. Şimal komponentində Samur, Xızı və Bakı məntəqələrinin dominant olduğu görünür. Şərq komponenti isə yüksək qiymətə Bakı müşahidə nöqtəsində sahibdir. Bu nöqtələrdə, eyni zamanda, relyefdə yüksəlmələr vardır. Belə sürət dəyişmələri Yer qabığında gərginlik yaranmasına səbəb olur.

İki GPS nöqtəsi arasında gərginliyin orta qiyməti bu nöqtələr arasındakı sürətlər fərqinin aralarındakı məsafəyə bölünməsi ilə hesablanır (Тепкот, Шуберт, 1985). Şimal komponentinə görə, bu qayda ilə əldə edilən BAKU və XIZA GPS nöqtələri arasında toplanan deformasiyanın xətti orta qiyməti 16,2 nanostrain/il, SİYE və XIZA məntəqələri arasında 112,5 nanostrain/il, SİYE və SAMU məntəqələri arasında 28,3 nanostrain/il təşkil edir. Siyəzən məntəqəsindən Samur məntəqəsinə və Bakı məntəqəsindən Xızı məntəqəsinə doğru sürətlərin artması ilə şimala doğru hərəkətin olduğu müşahidə olunur. Şimal komponentinə görə, SİYE və XIZA arasında müşahidə olunan yüksək deformasiya qiyməti relyef əyrisinin yüksək dəyişməsinə və Siyəzən qırılmasının olduğu əraziyə uyğun gəlir.



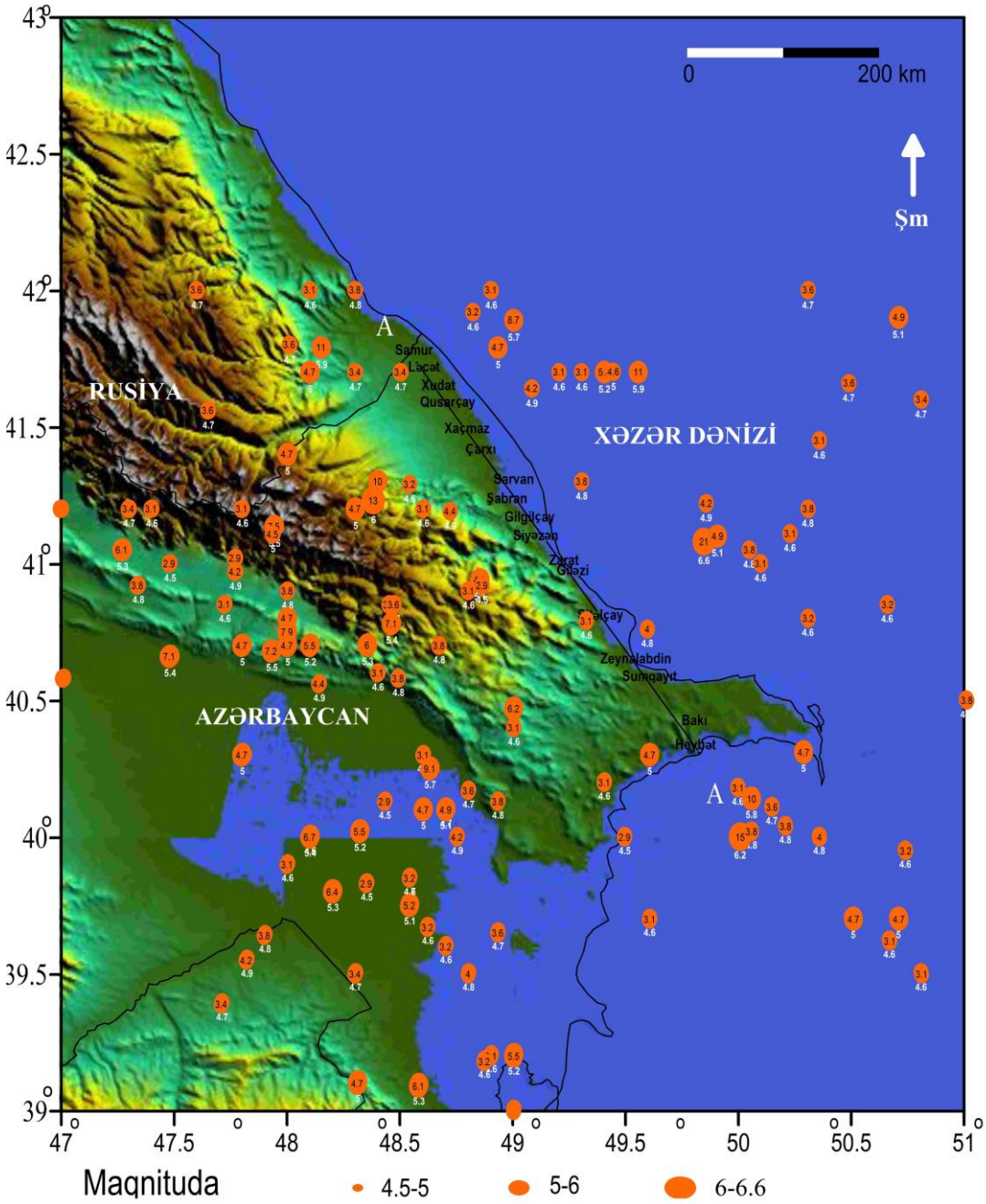

**4-cü şəkil.** Samur-Bakı profili boyu üfüqi hərəkət sürətlərinin şimal ($V_N$) və şərq ($V_E$) komponentlərinin və relyefin dəyişmə əyriləri

Şərq komponentinə görə, BAKU və XIZA məntəqələri arasında toplanan deformasiyanın xətti orta qiyməti 30,2 nanostrain/il, XIZA və SİYE məntəqələri arasında 7,5 nanostrain/il, SİYE və SAMU məntəqələri arasında isə 10,7 nanostrain/il-dir. Samur məntəqəsindən Bakı məntəqəsinə doğru sürətlərin ardıcıl artması burada şərq istiqamətində hərəkətin olduğunu göstərir.

Hər iki sürət komponentinə görə, ümumi deformasiya sürəti BAKU və XIZA məntəqələri arasında 8,9 nanostrain/il, SİYE və XIZA məntəqələri arasında 97,5 nanostrain/il, SİYE və SAMU məntəqələri arasında isə 22,3 nanostrain/il təşkil edir.

***Ərazinin seysmikliyi***

Cənub-Şərqi Qafqaz ərazisinin seysmikliyinin tədqiqi zamanı AMEA Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin (RSXM) kataloqundan istifadə olunmuşdur. Bu kataloq əsasında 1963-2015-ci illər ərzində baş vermiş maqnituda qiymətləri $4,5 \leq M \leq 6,6$ olan zəlzələ məlumatlarından istifadə olunaraq, Cənub-Şərqi Qafqaz və onunla həmsərhəd ərazilərdə baş vermiş zəlzələlərin episentrlərinin məkan üzrə paylanma xəritəsi tərtib olunmuşdur (5-ci şəkil).



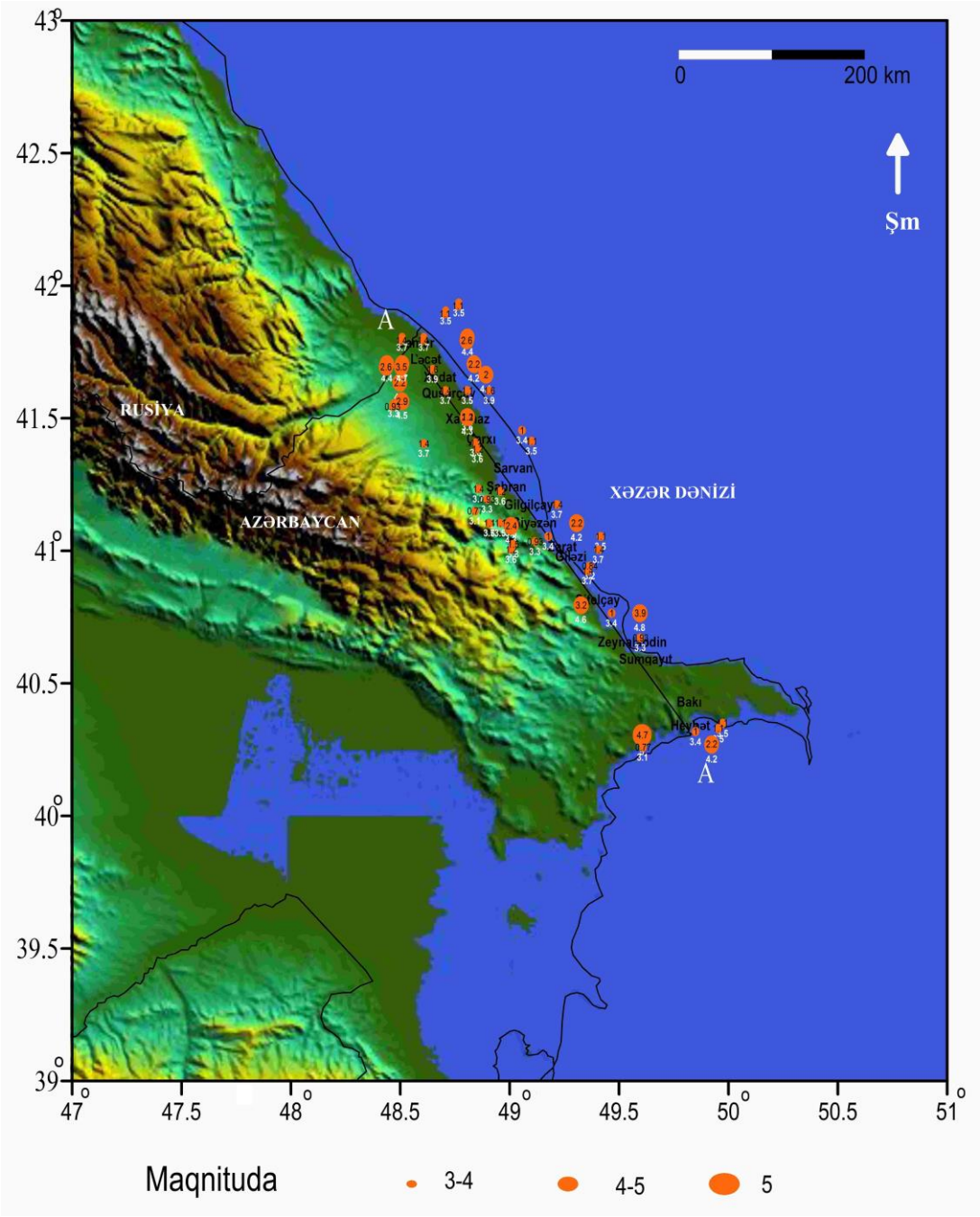

**5-ci şəkil.** Cənub-Şərqi Qafqaz və həmsərhəd ərazilərdə maqnitudası 4,5≤M≤6,6 zəlzələ episentrlərinin paylanma xəritəsi (1963-2015-ci illər)

Maqnitudadan asılı olaraq (M) zəlzələdən əvvəl zəlzələ ocağı kürə ilə aproksimasiya olunduqda tektonik gərginliyin maksimum radiusu aşağıdakı formulla təyin edilir (Добровольский, 2009):

$$R_{max} = 10^{0.413M-1.396} \text{ km}$$

M=6,6 olduqda $R_{max}$ =21 km olur. Yəni profildən 21 km-dən kiçik uzaqlıqda M=6,6 olan zəlzələ baş verəcəksə (zəlzələnin hazırlıq dövrü), bu zaman profildə geodinamik şəraitə təsir göstərir. Episentrlərin paylanma xəritəsində qara rəngli rəqəmlərlə zəlzələlər üçün hesablanmış $R_{max}$ qiymətləri və ağ rəngli rəqəmlərlə isə zəlzələlərin maqnitudası göstərilmişdir. 3-cü şəkildən görünür ki, profilin yaxınlığında maqnitudası 4,6≤M≤5 intervalında dəyişən 5 zəlzələ qeyd olunmuşdur. Bu zəlzələlərin tektonik gərginliyinin maksimum radiusu 3,1km ≤ $R_{max}$ ≤ 4,7 km intervalında dəyişir.

6-cı şəkildə profildən 20 km-dən kiçik uzaqlıqda zəlzələ episentrlərinin paylanması göstərilmişdir. Profil ətrafında maqnitudası 3≤M≤5 intervalında dəyişən zəlzələlərin baş verdiyi müşahidə olunur. Tektonik gərginliyin maksimum radiusu 0,8 km ≤$R_{max}$≤4,7 km intervalında dəyişir. Qeyd olunan zəlzələlərin episentrləri müasir şaquli hərəkətlərin sürət əyrisi üzrə qeyd olunan gərginliktoplanma zonalarına yaxın ərzilərdə paylanmışdır (Xudat, Çarxı, Siyəzən və Bakı).




**6-cı şəkil.** Samur-Bakı profilindən 20 km-dən kiçik uzaqlıqda zəlzələ episentrlərinin paylanması (1963-2015-ci illər)

**Nəticə**

Seçmə üsul ilə tədqiq olunan profilboyu Yer qabığının və üst mantiyanın dərinlik quruluşunun 2D qravitasiya modeli tərtib olunmuş, bazalt və Moxo sərhədlərinin üst səthinin dərinliyi dəqiqləşdirilmişdir.

Yer qabığının müasir şaquli və üfüqi hərəkətlərindən istifadə edilərək profilboyu gərginlik zonaları (Xudat, Çarxı, Siyəzən və Bakı) müəyyənləşdirilmişdir.

GPS sürətlərin şimal komponentinə görə, ən yüksək deformasiya qiyməti SİYE və XIZA (112,5 nanostrain/il), şərq komponentinə görə isə, BAKU və XIZA (30,2 nanostrain/il) GPS nöqtələri arasında toplanmışdır. Hər iki sürət komponentinə görə, ümumideformasiya sürətinin ən yüksək qiyməti SİYE və XIZA məntəqələri arasında 97,5 nanostrain/ildir. SİYE və XIZA məntəqələri arasında müşahidə olunan yüksək deformasiya sürəti relyef əyrisinin yüksək dəyişməsinə və Siyəzən qırılmasının olduğu əraziyə uyğun gəldiyi müəyyən edilmişdir.

Cənub-Şərqi Qafqaz ərazisindən keçən Samur-Bakı profilinin geodinamik şəraitinə təsir nəticəsində əlavə hiss edilə biləcək zəlzələlərin ocaq radiusu və maqnitudası müəyyən edilmişdir.

**ƏDƏBİYYAT**

Əhmədbəyli F., Məmmədov Ə., Şirinov N., Şixəlibəyli H. Azərbaycanın neotektonik xəritəsi. Azərbaycan aerogeodeziya. Bakı, 1991.

Qədirov F.Ə. Azərbaycan ərazisinin müasir geodinamikasi və seysmik təhlükə (GPS, seysmoloji və geofiziki məlumatlar əsasında). Hesabat. AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun fondu. 2011, 107 s.

Blakely R.J. Potential theory in gravity and magnetic applications. Cambridge University Press. New York, 1995, 441 p.

Jackson J. Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in eastern Turkey. J. Geophys. Res., V. 97, 1992 , pp. 12471-12479.

Kadirov F.A. Gravity model of lithosphere in the Caucasus-Caspian Region, (in) South Caspian Basin: Geology, geophysics, oil and gas content. Geology Institute. Azerbaijan National Academy of Sciences. Nafta-Press. Baku. Azerbaijan. 2004, pp. 107-123.

Kadirov, F., Mammadov, S., Reilinger R., McClusky S. Global Positioning System measurements of tectonic deformation in Azerbaijan: New constraints on active faulting and earthquake hazards. Proceedings of Azerbaijan National Academy of Sciences, The Sciences of Earth, № 1, 2008, pp. 82-88.

Kadirov F., Floyd M., Alizadeh A., Guliev I., Reilinger R., Kuleli S., King R., Toksoz M.N. Kinematics of the eastern Caucasus near Baku, Azerbaijan. J. Nat. Hazards, doi:10.1007/s11069-012-0199-0. 2012.

Kadirov F.A., Gadirov A.G., Babayev G.R., Agayeva S.T., Mammadov S.K., Garagezova N.R., Safarov R.T. Seismic zoning of the southern slope of Greater Caucasus from the fractal parameters of the earthquakes, stress state, and GPS velocities. Izvestiya, Physics of the Solid Earth, V. 49 (4), 2013, pp. 554-562.

Kadirov F.A., Gadirov A.H. A gravity model of the deep structure of South Caspian Basin along submeridional profile Alborz–Absheron Sill. Global and Planetary Change, 114, 66-74. doi:10.1016/j.gloplacha. 2013.09.001. 2014.

Kadirov F.A., Floyd M., Reilinger R., Alizadeh Ak.A., Guliyev I.S., Mammadov S.G., Safarov R.T. Active geodynamics of the Caucasus Region: Implications for earthquake hazards in Azerbaijan. Proceedings of Azerbaijan National Academy of Sciences. The Sciences of Earth, № 3, 2015, pp. 3-17.

Masson F., Van Gorp S., Chery J., Djamour Y., Tatar M., Tavakoli F., Nankali H., Vernant P. Extension in NW Iran Driven by the Motion of the South Caspian Basin. Earth Planet. Sci. Lett., V.252, 2006, pp. 180-188.

McKenzie D.P. Active tectonics of the Mediterranean region.Geophys.J.R.Asron. Soc., V.30, 1972, pp. 239-243.

Nilforoushan F., Masson F., Vernant P., Vigny C., Martinod J., Abbasi M., Nankali H., Hatzfeld D., Bayer R., Tavakoli F., Ashtiani A., Doerflinger E., Daignieres M., Collard P., Chéry J. GPS Network monitors the Arabia-Eurasia collision deformation in Iran. J. Geodesy, V.77, 2003, pp. 411-422.

Philip H., Cisternas A., Gvishiani A., Gorshkov A. The Caucasus: An actual example of the initial stages of continental collision. Tectonophysics. V.161, 1989, pp. 1-21.

Pitarka A., Gok R., Yetirmishli G., Ismayilova S. and Mellors R. Ground motion modeling in the Eastern Caucasus. Pure and Applied Geophysics, V.173, 2016, pp. 2791-2801, doi: 10.1007/s00024-016-1311-2.

Reilinger R.S. and 22 others.GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, J. Geophys. Res., BO5411, 2006 : doi:10.1029/2005JB004051.

Sengor, A.M.C. and Gorur, N. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a

**REFERENCES**

Abdullayev R.A., Jafarov Kh.D. Geological and geophysical characteristics of the Pre-Caspian oil and gas region of Azerbaijan. Azerneshr. Baku, 1962, 168 p. (in Russian).

Akhmedbeyli, F.S., Isaeva M.I., Kadirov F.A., Korobanov V.V. Geodynamics of the neotectonic stage of the Caucasian segment of the Alpine-Himalayan orogenic belt. Nafta-press. Baku, 2010, 214 p. (in Russian).

Akhmedbeyli F.S., Mamedov A.V., Shirinov N.Sh., Shikhalibeyli H.Sh. Neotectonic Map of Azerbaijan. M 1:500000. Azerbaijan Aerogeodesy, Baku, 1991 (in Azerbaijani).

Amiraslanov T.S. Interpretation of gravity anomalies of complex oil and gas regions based on a comprehensive analysis of geophysical fields (on example of Azerbaijan and the adjacent areas).Abstract of the dissertation submitted for the degree of doctor of geological and mineralogical sciences. Baku, 1986, 24 p. (in Russian).

Blakely R.J. Potential theory in gravity and magnetic applications. Cambridge University Press. Cambridge, 1995, 441 p.

Bulakh E.G., Markova M.N. The solution of inverse problems of gravimetry by matching method. Geophysical journal, № 4, 1992, pp.9-19 (in Russian).

Bulakh E.G., Markova M.N., Timoshenko V.I., Boiko P.D. Mathematical software for an automated system for interpreting gravity anomalies. NaukovaDumka. Kiev, 1984, 112 p. (in Russian).

Dobrovolsky I.P. Mathematical theory of preparation and forecast of tectonic earthquake. Fizmatlit. Moscow, 2009, 240 p. (in Russian).

Hajiev R.M. The deep geological structure of Azerbaijan. Azerneshr. Baku, 1965, 200 p. (in Russian).

Hajiev R.M., Kadirov F.A. Report on scientific-research work on "High-precision gravimetric observations on the Pre-Caspian profile of Samur-Baku-Astara". Funds of the Institute of Geology and Geophysics of AS of Azerb. SSR, 1984, 63 p. (in Russian).

Hajiev R.M., Kadirov F.A., Gadirov A.H., Kunstman V.V. The identification of hidden periodicities in the modern vertical movements of the Earth's crust on the profile of Ulan Khol-Baku-Astara. Proceedings of AS of Azerb. SSR. The Sciences of Earth, № 1, 1987, pp. 57-62 (in Russian).

Jackson J. Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in eastern Turkey, J. Geophys. Res., № 97, 1992, pp. 12471-12479.

Khain V.E. West Siberian young plate (megasineclise). Regional geotectonics, 3, Moscow, 1979, pp. 55-68 (in Russian).

Khain V.E., Ahmedbeyli F.S. Geological structure and development of the Kusar-Devechy synclinorium. In: Materials on the geology of northeastern Azerbaijan. Baku, 1957, pp. 183-385 (in Russian).

Kadirov F.A. Gravity model of lithosphere in the Caucasus-Caspian Region, In book: South Caspian Basin: Geology, geophysics, oil and gas content. Geology Institute, Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan. Nafta Press. Baku. 2004, pp. 107-123.

Kadirov F., Mammadov S., Reilinger R., McClusky S. Global Positioning System measurements of Tectonic deformation in Azerbaijan: New constraints on active faulting and earthquake hazards. Proceedings of Azerb. Nat. Acad. Sci. The Sciences of the Earth, № 1, 2008, pp. 82-88.

Kadirov F., Floyd M., Alizadeh A., Guliev I., Reilinger R., Kuleli S., King R., Toksoz M.N. Kinematics of the eastern Caucasus near Baku, Azerbaijan. J. Nat. Hazards, 2012, doi:10.1007/s11069-012-0199-0.

Kadirov F.A., Gadirov A.H., Babayev G.R., Agayeva S.T., Mammadov S.K., Garagezova N.R., Safarov R.T. Seismic zoning of the southern slope of Greater Caucasus from the

case study. In: Biddle, K. and Christie-Blick, N., Eds., Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, Special Publications, SEPM Society for Sedimentary Geology, Tulsa, Vol. 37, 1985, pp. 227-264.

Абдуллаев Р.А., Джафаров Х.Д. Геолого-геофизическая характеристика Прикаспийского нефтеносного района Азербайджана. Азернешр. Баку, 1962, 168 с.

Амирасланов Т.С. Интерпретация гравитационных аномалий сложнопостроенных нефтегазоносных областей на основе комплексного анализа геофизических полей (на примере Азербайджана и прилегающей акватории). Автореф.дисс. докт.геол.-мин. наук. Баку, 1986.

Ахмедбейли Ф.С., Исаева М.И., Кадиров Ф.А., Коробанов В.В., Геодинамика неотектонического этапа Кавказского сегмента Альпийско-Гималайского орогенного пояса. Nafta-Press. Баку, 2010, 214 с.

Булах Е.Г., Маркова М.Н., Тимошенко В.И., Бойко П.Д. Математическое обеспечение автоматизированной системы интерпретации гравитационных аномалий. Наукова Думка. Киев, 1984, 112 с.

Булах Е.Г., Маркова М.Н. Решение обратных задач гравиметрии методом подбора. Геофизический журнал, № 4, 1992, с. 9-19.

Гаджиев Р.М. Глубинное геологическое строение Азербайджана. Азернешр. Баку, 1965, 200 с.

Гаджиев Р.М., Кадиров Ф.А.. Высокоточные гравиметрические наблюдения на Прикаспийском профиле Самур-Баку-Астара. Отчет. Фонды Института геологии и геофизики НАНА. Баку, 1984, 64 с.

Гаджиев Р.М., Кадиров Ф.А., Кадиров А.Г., Кунстман, В.В. Выявление скрытых периодичностей в современном вертикальном движении земной коры на профиле Улан Хол-Баку-Астара. Известия АН Азерб. ССР, серия наук о Земле, № 1, 1987, с. 57-62.

Добровольский И.П. Математическая теория подготовки и прогноза тектонического землетрясения. Физматлит. Москва, 2009, 240 с.

Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И. Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Недра. Москва, 1990, 334 с.

Кадиров Ф.А. Гравитационное поле и модели глубинного строения Азербайджана. Nafta-Press. Баку, 2000, 112 с.

Кадиров Ф.А., Сафаров Р.Т. Деформация земной коры Азербайджана и сопредельных территорий по данным GPS-измерений. Известия НАН Азербайджана. Науки о земле, № 1, 2013, с. 47-55.

Касьянова Н.А.. Экологические риски и геодинамика. Научный мир. Москва, 2003, 332 с.

Краснопевцева Г.В. Глубинное строение Кавказа. В кн: Строение земной коры и верхней мантии Центральной и Восточной Европы. Наукова Думка**.** Киев, 1978, с. 190-199.

Лилиенберг Д.А. Опыт комплексного картирования современной геодинамики (на примере Азербайджанской ССР). Современные движения земной коры. Теория, методы, прогноз. Результаты исследований по международным геофизическим проектам. Наука. Москва, 1980, с. 65-76.

Озерская М.Л., Подоба Н.В. Физические свойства осадочного покрова территории СССР. Недра. Москва, 1967, 772 с.

Павленкова Н.И., Егорова Е.П., Старостенко В.И., Козленко В.Г. Трехмерная плотностная модель литосферы Европы. I. Известия АН СССР. Физика Земли, № 4, 1991, с. 3-13.

Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. ГИЛЕМ. Уфа, 2000, 146 с.

Сафаров И.Б. Петрофизические модели литосферных плит материков и океанов. Элм. Баку, 2011, 306 с.

fractal parameters of the earthquakes, stress state, and GPS velocities. Izvestiya, Physics of the Solid Earth, V.49, № 4, 2013, pp. 554-562.

Kadirov F.A., Gadirov A.H. A gravity model of the deep structure of South Caspian Basin along submeridional profile Alborz-Absheron Sill. Global and Planetary Change, V. 114, 2014, pp. 66-74, doi:10.1016/j.gloplacha.2013.09.001.

Kadirov F.A., Floyd M., Reilinger R., AlizadehAk.A., Guliyev I.S., Mammadov S.G., Safarov R.T. Active geodynamics of the Caucasus Region: Implications for earthquake hazards in Azerbaijan. Proceedings of Azerbaijan National Academy of Sciences, The Sciences of Earth, № 3, 2015, pp. 3-17.

Kadirov F.A. Report on scientific-research work on "Modern geodynamics of Azerbaijan and seismic hazard (based on GPS, seismic and geophysical data)".Funds of the Institute of Geology and Geophysics of ANAS, 2011, 107 p. (in Azerbaijani).

Kadirov F.A. Gravity field and models of the deep structure of Azerbaijan.Nafta-press. Baku, 2000, 112 p. (in Russian).

Kadirov F.A., Safarov R.T. Deformation of the Earth's crust of Azerbaijan and adjacent territories according to GPS measurements. Proceedings of ANAS, The sciences of Earth, № 1, 2013, pp. 47-55. (in Russian).

Kasyanova N.A. Environmental risks and geodynamics. Scientific world. Moscow, 2003, 332 p. (in Russian).

Krasnopevtseva G.V. The deep structure of the Caucasus. In book: The structure of the Earth's crust and upper mantle of Central and Eastern Europe. Naukova Dumka. Kiev, 1978, pp. 190-199 (in Russian).

Lilienberg, D.A. The experience of complex mapping of modern geodynamics (on the example of the Azerbaijan SSR). Modern movements of the Earth's crust. Theory, methods, forecast. The results of research on international geophysical projects. Nauka. Moscow. 1980, pp. 65-76 (in Russian).

Masson F., Van Gorp S., Chery J., Djamour Y., Tatar M., Tavakoli F., Nankali H., Vernant P. Extension in NW Iran Driven by the Motion of the South Caspian Basin. Earth Planet. Sci. Lett., V.252, 2006, pp. 180-188.

McKenzie D.P. Active tectonics of the Mediterranean region.Geophys.J.R.Asron. Soc., V.30, 1972, pp. 239-243.

Nilforoushan F., Masson F., Vernant P., Vigny C., Martinod J., Abbasi M., Nankali H., Hatzfeld D., Bayer R., Tavakoli F., Ashtiani A., Doerflinger E., Daignieres M., Collard P., Chéry J. GPS Network monitors the Arabia-Eurasia collision deformation in Iran. J. Geodesy, V.77, 2003, pp. 411-422.

Ozerskaya M.L., Podoba N.V. Physical properties of the sedimentary cover of the USSR territory. Nedra. Moscow, 1967, 772 p. (in Russian).

Pavlenkova N.I., Egorova E.P., Starostenko V.I., Kozlenko V.G. Three-dimensional density model of the lithosphere of Europe. Izvestiya of the Academy of Sciences of the USSR. Physics of the Solid Earth, № 4, 1991, pp.3-13 (in Russian).

Philip H., Cisternas A., Gvishiani A., Gorshkov A. The Caucasus: An actual example of the initial stages of continental collision. Tectonophysics. V.161, 1989, pp. 1-21.

Pitarka A., Gok R., Yetirmishli G., Ismayilova S. and Mellors R. Ground motion modeling in the Eastern Caucasus. Pure and Applied Geophysics, V.173, 2016, pp. 2791-2801, doi: 10.1007/s00024-016-1311-2.

Puchkov V.N. Paleogeodynamics of the Southern and Middle Urals. Gilem. Ufa, 2000, 146 p. (in Russian).

Reilinger R.S. and 22 others.GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, J. Geophys. Res., BO5411, 2006 : doi:10.1029/2005JB004051.

Safarov I.B. Petrophysical models of lithospheric plates of continents and oceans. Elm. Baku, 2011, 306 p. (in Russian).

Sengor, A.M.C. and Gorur, N. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a

Теркот Д., Шуберт Дж. Геодинамика: геологические приложения физики сплошных сред. В. 2. Мир. Москва, 1985, 360 с.

Хаин В.Е. Западно-Сибирская молодая плита (мегасинеклиза). В: Региональная геотектоника**.** Москва, 1979 , с. 55-68.

Хаин В.Е., Ахмедбейли Ф.С. Геологическое строение и развитие Кусаро-Дивичинского синклинория. В: Материалы по геологии Северо-Восточного Азербайджана. Баку, 1957, с. 183-385.

Ященко В.Р. Современные вертикальные движения Западного Прикаспия по данным повторного нивелирования. Геодезия и картография, № 2, 1974, с. 24-25.

Ященко В.Р. Геодезические исследования вертикальных движений земной коры. Недра. Москва, 1989, 192 с.

case study. In: Biddle, K. and Christie-Blick, N., Eds., Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, Special Publications, SEPM Society for Sedimentary Geology, Tulsa, Vol. 37, 1985, pp. 227-264.

Terkot D., Shubert J. Geodynamics: Geological applications of continuum physics. Vol. 2. Mir. Moscow, 1985, 360 p. (in Russian).

Yashenko V.R. Geodetic studies of vertical movements of the earth's crust. Nedra. Moscow, 1989, 192 p. (in Russian).

Yashenko V.R. Modern vertical movements of the Western Pre-Caspian region according to the re-levelling data. Geodesy and cartography. № 2, 1974, pp. 24-25 (in Russian).

Zonenshayn L.P., Kuzmin M.I., Natapov L.M. Tectonics of lithospheric plates on the territory of the USSR. Nedra. Moscow, 1990, 334 p. (in Russian).

## XƏZƏR DƏNİZİNİN QƏRB SAHİLİ LİTOSFERİNİN QEYRİ-BİRCİNSLİLİYİ, DƏRİNLİK QURULUŞU VƏ MÜASİR GEODİNAMİK XARAKTERİSTİKASI

**G.R.Sadıqova**
*AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu*
*AZ1143, Bakı şəh., H.cavid prosp.,119: gsadigova@yahoo.com*

***Xülasə.*** Məqalədə Xəzər dənizinin qərb sahili boyu uzanan Samur-Bakı profilinin qeyri-bircins sıxlıq modelindən istifadə edilərək 2D qravitasiya modeli qurulmuş və profilin geodinamik xarakteristikaları tədqiq edilmişdir. 2D qravitasiya modeli Yer qabığının üst sərhədlərinin və Moxo sərhədinin sıxlıq sərhədləri seçmə üsulu ilə tərtib olunmuş, bazalt (28-32 km) və Moxo sərhədləri (47-57 km) dəqiqləşdirilmişdir. Profilboyu müasir şaquli və üfüqi hərəkətlərin sürət əyriləri təhlil edilmiş və Yer qabığında gərginliktoplanma zonaları müəyyənləşdirilmişdir. Samur-Bakı profilinin geodinamik şəraitinə təsir nətəcəsində əlavə hiss edilən gərginlik yaradacaq zəlzələlərin ocaq radiusu və maqnitudası müəyyən edilmişdir.

***Açar sözlər:*** *Cənub-Şərqi Qafqaz, qravitasiya modeli, GPS sürəti, şaquli hərəkət, gərgbulik, zəlzələlər, episentr, yarılma*

## НЕОДНОРОДНОСТЬ ЛИТОСФЕРЫ, ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

**Г.Р.Садыгова**
*Институт геологии и геофизики*
*Национальной Академии Наук Азербайджана*
*AZ 1143 г.Баку, просп. Г. Джавида,119: gsadigova@yahoo.com*

***Резюме.*** Актуальность исследования Гусар-Шабранского прогиба, помимо основной фундаментальной – изучение особенностей формирования и геодинамики, определяется и практическими задачами, связанными с перспективами обнаружения нефтяных и газовых месторождений и выявления геодинамической опасности для нефтепровода Баку-Новороссийск, водопроводов Шоллар и Тахтакёрпю и других инфраструктур в этом региона. Целью данной работы является получение новой информации об особенностях геологического строения земной коры и геодинамики вдоль профиля Самур-Баку. В качестве исходных материалов для получения исходного разреза были использованы геофизические и геологические данные по профилю Самур-Баку, пересекающему Гусар-Шабранский прогиб.

В статье дается 2D гравитационная модель профиля Самур-Баку, расположенного на западном побережье Каспийского моря, построенная с использованием неоднородной плотностной модели, и геодинамические характеристики профиля. 2D гравитационная модель составлена методом подбора плотностных границ. Уточнены границы базальта (28-32 км) и Мохо (47-57 км). Вдоль профиля проанализированы кривые скорости современных вертикальных и горизонтальных движений, и идентифицированы зоны накопления напряжения. Определены величины радиусов очагов и магнитуды землетрясений, создавших дополнительные ощутимые напряжения, которые влияют на геодинамические условия профиля.

***Ключевые слова:*** *Юго-Восточный Кавказ, гравитационная модель, GPS скорости, вертикальные движения, напряжение, землетрясения, эпицентр, разлом*

**ANAS Transactions Earth Sciences 1 / 2018**

*Investigations of young scientists and PhD students*

http://www.journalesgia.com

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

**Ф.Ф.Махмудова**

*Институт геологии и геофизики НАНА*

*AZ1143, г.Баку, просп. Г.Джавида, 119: farahveliyeva@gmail.com*

**RADON IMPACT RISK ASSESSMENT ON POPULATION HEALTH IN AZERBAIJAN**

**F.F.Makhmudova**

*Geology and Geophysics Institute, Azerbaijan National Academy of Sciences*

*H. Javid Ave., 119, Baku, Azerbaijan, AZ1143: farahveliyeva@gmail.com*

***Keywords:*** *radon, indoor, radon distribution, lung cancer*

***Summary.*** It is known that 40-75% common doze of people's exposure by natural radioactive sources comes from radon and its decay products based on the International Committee on Radiation Protection. In 1987, radon and its decay products were identified by experts from the International Agency on Cancer Research as a group of carcinogenic elements threatened for humans. Currently, people protection from radioactive natural gas exposure is the important problem necessitating to conduct a number of researches to reveal the radon sources, to define its quantity in populated points. Indoor radon studies in Azerbaijan were carried out firstly during 2010-2011. Within 2014-2015 the investigation of radon problem in Azerbaijan continued in the framework of Azerbaijan state program for the covering period of 2014-2018. The paper describes results of correlative analysis between the rates of lung cancer among the population and radon distribution in Azerbaijan. Correlation coefficients for 2012-2015 vary from 0.5 to 0.8, which indicates an obvious correlation between high levels of radon concentration and lung cancer risk.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

**Введение**

По данным Всемирной организации здравоохранения радон – один из наиболее канцерогенных и радиоактивных газов (Radon and health…, 2014). Проблема негативного влияния природного радона на здоровье населения впервые попала в поле зрения ученых в начале 1980-х годов. По данным Международного Комитета по Радиационной защите на радон и дочерние продукты его распада приходится 40-75% от суммарной дозы облучения, получаемого от природных источников. Рак легких, вызванный радоновым облучением, является шестой по частоте причиной смерти от рака (Darby et al., 2001).

Радон-222 образуется в процессе распада урана-238, а радон-220 – тория-232. Радон, являясь альфа-излучателем, сам продуцирует семейство других альфа-излучателей, которые называются дочерними продуктами распада (ДПР). ДПР радона и торона представляют собой не газы, а твердые вещества – нестабильные изотопы свинца, висмута, полония и таллия, которые сами по себе являются источниками излучения.

Вклады различных источников радона в суммарный уровень радиации внутри помещений могут различаться в несколько раз в зависимости от географических и климатических особенностей местности, характеристик зданий, образа жизни и привычек населения, социальных факторов (WHO Handbook…, 2009). Основные факторы, определяющие концентрацию радона в помещениях — это концентрация радия в стройматериалах, режим проветривания и воздухообмена в помещении, тип и этажность зданий и т.д. По действующему нормативному документу содержание радона в воздухе помещения не должно превышать 200 Бк/м³, а в воздухе проектируемых объектов –100 Бк/м³.

На основании результатов масштабных исследований повышенное содержание радона и продуктов его распада в воздухе жилых домов было отнесено экспертами международного

агентства по изучению рака к первой группе канцерогенных веществ. Основную опасность для живых организмов представляет не столько сам радон из-за его относительно небольшого периода полураспада (3,825 суток), сколько его ДПР, которые сорбируются пылью и влагой, образуя α-радиоактивные аэрозольные частицы. Наиболее опасны аэрозоли субмикронных размеров, которые могут проникать в верхние дыхательные пути и оседать в них, создавая локальные источники α-облучения клеток.

**Предмет и методика исследования**

В Азербайджане до 2010 г. проблема радона не изучалась. В 2010-2011 годах ученые Института геологии и геофизики НАНА впервые в Азербайджане при финансовой и научной поддержке Швейцарского Национального Научного Фонда (SNSF) выполнили грантовый проект "Создание кадастра и карты распределения радона в Азербайджане, используя швейцарскую методологию и опыт". На основании проведенных исследований впервые были составлены кадастр радона и карта распределения объемной концентрации радона в Азербайджане, выявлены аномальные зоны, где эти значения превышают предельно допустимые нормы (ПДН) и представляют опасность для здоровья населения (Алиев и др., 2017).

Используя проведенные нами измерения, целесообразно было оценить роль радона как негативного фактора, вызывающего рак органов дыхания. Для такого анализа мы использовали информацию об онкозаболеваниях органов дыхания по территории республики за период 2012-2015 гг.

Из рис. 1 видно, что количество заболевших мужчин значительно больше, чем женщин, что определенно связано с фактором курения. Специалисты по радиационной экологии утверждают, что аэрозольные частицы сорбируют радионуклиды и транспортируют их в бронхи и легкие. В результате резко повышается локальный уровень облучения клеток.

Для дальнейшего анализа мы определили линейный коэффициент корреляции r (или коэффициент корреляции Пирсона) между средними значениями объемной активности (ОА) радона (X) и показателем количества онкологических больных раком легких на каждые 1000 человек населения (Y) (табл., рис.2). Коэффициент корреляции рассчитывается по формуле:

$$r_{XY} = \frac{\sum (X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})}{\sum (X_i - \overline{X})^2 (Y_i - \overline{Y})^2},$$

где $X_i$ – значения переменной $X$; $Y_i$ – значения переменной $Y$; $\overline{X}$ – среднее арифметическое для переменной $X$; $\overline{Y}$ – среднее арифметическое для переменной $Y$.

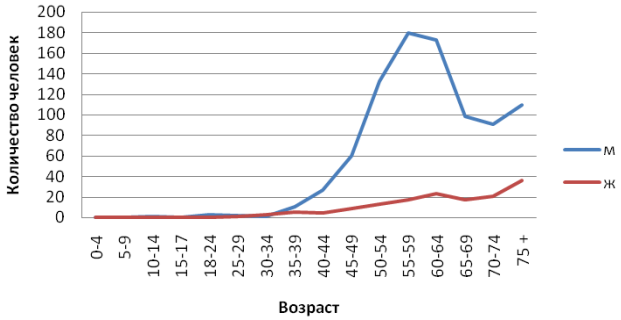



**Рис. 1.** Зависимость количества больных от их возраста (2013 г.)

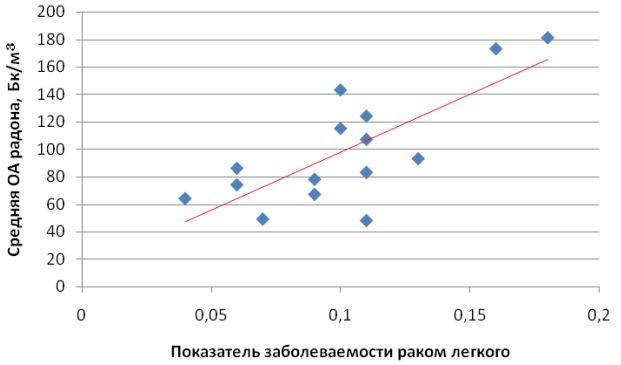



**Рис. 2.** Зависимость между средними значениями объемной активности (ОА) радона и показателем количества онкологических больных раком легких (2013 г.)

Зависимость между средними значениями объемной активности (ОА) радона и показателем количества онкологических больных раком легких (2013 г.)

| № | Районы | Средняя ОА радона, Бк/м³ | Показатель заболеваемости раком легкого | Коэффициент корреляции |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Саатлы | 48 | 0,11 | 0,8 |
| 2 | Барда | 49 | 0,07 | |
| 3 | Агджабеди | 64 | 0,04 | |
| 4 | Имишли | 67 | 0,09 | |
| 5 | Гядабей | 74 | 0,06 | |
| 6 | Губа | 78 | 0,09 | |
| 7 | Лянкяран | 83 | 0,11 | |
| 8 | Астара | 86 | 0,06 | |
| 9 | Шеки | 93 | 0,13 | |
| 10 | Белясувар | 107 | 0,11 | |
| 11 | Шабран | 115 | 0,1 | |
| 12 | Загатала | 124 | 0,11 | |
| 13 | Шамкир | 143 | 0,1 | |
| 14 | Товуз | 173 | 0,16 | |
| 15 | Шамаха | 181 | 0,18 | |

**Результаты исследований**

Полученные результаты указывают на тот факт, что количество больных становится все более выраженным, начиная с 45-49 лет, т.е. злокачественным образованиям органов дыхания в основном подвержены люди зрелого возраста. Радон негативно влияет на здоровье человека за счет аккумулятивного эффекта, выражающегося в постепенном накоплении повреждений радиационного характера.

В целом, коэффициенты корреляции за 2012-2015гг. варьируют от 0,5 до 0,8, что указывает на достаточно высокую причинную связь между радоноактивностью местности и количеством больных раком легких.

**Заключение**

Полученные результаты являются подтверждением роли радона как доминантного фактора, обуславливающего высокий риск заболевания раком легких, что необходимо учитывать при разработке и реализации соответствующих превентивных социально-оздоровительных мер, строительных нормативов, особенно для определенных регионов Азербайджана с высоким уровнем природного радонового излучения.

**ЛИТЕРАТУРА**

Алиев Ч.С., Фейзуллаев А.А., Багирли Р.Дж., Махмудова Ф.Ф. Закономерности распределения радона в Азербайджане и контролирующие их факторы. Геофизика, № 1, 2017, с. 72-73.

Darby S., Hill D., Doll R.. Radon: A likely carcinogen at all exposures. Annals of Oncology, V. 12 (10), 2001, pp. 1341-1351.

Radon and health. WHO. Media centre. Fact sheet № 291, 2016. http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health.

WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. Geneva: World Health Organization. 2009, 95 p.

**REFERENCES**

Alieyv Ch.S., Feyzullayev A.A., Baghirli R.J., Makhmudova F.F. Regularities of radon distribution on the territory of Azerbaijan and controlling factors. Geophysics, Moscow, № 1, 2017, pp. 72-73 (in Russian).

Darby, S., Hill, D., Doll, R. Radon: A likely carcinogen at all exposures. Annals of Oncology, № 12 (10), 2001, pp. 1341-1351.

Radon and health. WHO.Media Centre. Fact sheet № 291. 2016. http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health.

WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. Geneva: World Health Organization, 2009, 95 p.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

**Ф.Ф.Махмудова**

*Институт геологии и геофизики НАНА*

*AZ 1143, г.Баку, просп. Г.Джавида, 119: farahveliyeva@gmail.com*

***Резюме.*** По данным Международного Комитета по Радиационной защите на радон и дочерние продукты его распада приходится 40-75% от суммарной дозы облучения, получаемого от природных источников.В 1987 г. радон и продукты его распада были отнесены экспертами Международного Агенства по изучению рака к группе элементов, безусловно, канцерогенных для человека.В настоящее время защита населения от воздействия радона, природного радиоактивного газа, является важной проблемой, обуславливающей необходимость проведения ряда исследовательских работ по выявлению источников этого газа, определению его количества в населенных пунктах. Исследования объемной активности радона внутри помещений в Азербайджане были впервые проведены в 2010-2011 гг. В 2014-2015 гг. исследование проблемы радона в Азербайджане было продолжено в рамках «Программы мероприятий по изучению проблемы радона на 2014-2018 гг.». В статье приводятся характерные результаты корреляционного анализа показателей заболеваемости населения раком легких и распределения радона. Коэффициенты корреляции за 2012-2015 гг. варьируют от 0,5 до 0,8, что указывает на достаточно высокую причинную связь между радоноактивностью местности и количеством больных раком легких.

***Ключевые слова:*** *радон, жилые помещения, распределение радона, рак легких*

## AZƏRBAYCANDA AĞCİYƏR XƏSTƏLƏRİNİN VƏ RADONUN MİQDARININ SƏVİYYƏSİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLİ

**F.F.Mahmudova**

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutu*

*AZ1143, Bakı, Hüseyn Cavid prosp.,119: farahveliyeva@gmail.com*

***Xülasə.*** Beynəlxalq Radiasiyadan Müdafiə Təşkilatının məlumatlarına əsasən, əhalinin təbii mənbələrdən şüalanma dozasının 40-75%-i radon və onun parçalanma məhsullarının payına düşür. 1987-ci ildən etibarən radon və onun parçalanma məhsulları insan üçün kanserogen elementlər qrupuna aid edilmişdir. Azərbaycanda yaşayış məntəqələrində radon konsentrasiyasının müəyyən edilməsinə həsr olunmuş irimiqyaslı tədqiqatlar 2010-2011-ci illərdə həyata keçirilmişdir. 2014-cü ildən başlayaraq bu tədqiqatlar Dövlət Proqramı (2014-2018) çərçivəsində davam etdirilmişdir. Məqalədə Azərbaycanda əhalinin ağciyər xərçəngi ilə xəstələnmə göstəricisi və radon konsentrasiyaları arasında aparılmış korrelyasion analizin xarakterik nəticələri təqdim olunmuşdur. 2012-2015-ci illər üçün müəyyən edilmiş korrelyasion əmsallar 0,5-0,8 intervalında dəyişir ki, bu da yuxarıda adı çəkilən göstəricilər arasında əlaqənin mövcudluğunu təsdiq edir.

***Açar sözlər:*** *radon, yaşayış, radon paylanması, ağ ciyər xərçəngi*