
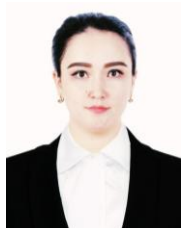


UO‘K: 56.012.3

 10.70769/3030-3214.SRT.4.2.2026.1

QULJUQTOV TOG‘LARI DEVON DAVRI YOTQIZIQLARINING LITOLOGIK TARKIBI VA QATLAMLANISH XUSUSIYATLARI



Berdimuratova Gulbanu Parxat qizi

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti 1-kurs
magistranti, Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: gulbanuberdimuratova5@gmail.com
ORCID ID: 0009-0009-3223-5078
Science ID: MQR-0326-0124



Kurbanova Moxigul Mamasaliyevna

Dotsent, Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti,
Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: pmokhi2010@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-5874-3531
Science ID: 10-FTN-0326-0014

Annotatsiya. Mazkur maqolada *QuljuqtoV tog‘lari hududida keng tarqalgan devon davri yotqiziqqlarining litologik tarkibi, qatlamlanish xususiyatlari hamda fasial o‘zgaruvchanligi kompleks va tizimli tahlil qilinadi. Tadqiqot jarayonida hududda uchraydigan terrigen, karbonat va vulkanogen jinslarning mineralogik-petrografik tarkibi, strukturaviy-matritsali tuzilishi va stratigrafik joylanishiga alohida e‘tibor qaratilgan. Devon yotqiziqqlarining qatlamlanishida kuzatiladigan ritmik almashinuvlar, fasial zonallik va organogen jinslarning shakllanish xususiyatlari paleogeografik sharoitlar bilan uzviy bog‘liq holda izohlanadi. Olingan ma‘lumotlar devon davrida hududda sayoz dengiz, delta va rifl platforma muhitlari navbatma-navbat ustunlik qilganini ko‘rsatadi. Shuningdek, cho‘kindi to‘planish jarayonlarining tektonik faollik va vulkanizm bilan bog‘liqligi ham ilmiy asosda yoritilgan. Maqola natijalari QuljuqtoV tog‘lari devon kompleksining geologik evolyutsiyasini tiklash, uning stratigrafik tizimdagi o‘rnini aniqlash hamda mintaqaning paleogeografik rivojlanish bosqichlarini chuqurroq anglashga xizmat qiladi. Tadqiqot xulosalari mintaqaviy geologiya, stratigrafiya va paleogeografiya sohalari uchun muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi.*

Kalit so‘zlar: Devon davri, *QuljuqtoV tog‘lari, litologik tarkib, qatlamlanish tuzilishi, fasial o‘zgaruvchanlik, terrigen jinslar, karbonat jinslar, rif komplekslari, paleogeografiya, organogen yotqiziqqlar.*

ЛИТОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ ЗАЛЕГАНИЯ ДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КУЛЬДЖУКТАУСКИХ ГОР

Бердимуратова Гульбану Пархат кизи

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо
Улугбека, магистрант 1 курса, Ташкент, Узбекистан

Курбанова Мохигул Мамасалиевна

Доцент, Национальный университет Узбекистана имени
Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан

Аннотация. В данной статье проведён комплексный и системный анализ литологического состава, особенностей слоистости и фациальной изменчивости девонских отложений, широко распространённых на территории гор Кулджуктау. В ходе исследования особое внимание уделено минералого-петрографическому составу терригенных, карбонатных и вулканогенных пород, их структурно-матричному строению и стратиграфическому положению. Ритмичность чередования слоёв, фациальная зональность и особенности формирования органогенных пород девонских отложений интерпретируются в тесной связи с палеогеографическими условиями осадконакопления. Полученные данные свидетельствуют о том, что в девонский период на исследуемой территории последовательно доминировали мелководно-морские, дельтовые и рифово-платформенные среды осадконакопления. Также на научной основе показана взаимно -

связь процессов осадкообразования с тектонической активностью и вулканизмом. Результаты исследования позволяют реконструировать геологическую эволюцию девонского комплекса гор Кулджуктау, определить его место в стратиграфической системе и более глубоко понять особенности палеогеографического развития региона. Сделанные выводы имеют важное научное значение для региональной геологии, стратиграфии и палеогеографии.

Ключевые слова: девонский период, горы Кулджуктау, литологический состав, слоистое строение, фациальная изменчивость, терригенные породы, карбонатные породы, рифовые комплексы, палеогеография, органогенные отложения.

THE IMPORTANCE OF AEROSPACE MAPPING METHODS IN OIL AND GAS FIELD EXPLORATION

Berdimuratova Gulbanu Parkhat kizi

Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan, 1st year
Master's student, Tashkent, Uzbekistan

Kurbanova Moxigul Mamasaliyevna

Associate Professor, Mirzo Ulugbek National University of
Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. This article presents a comprehensive and systematic analysis of the lithological composition, bedding characteristics, and facies variability of Devonian deposits widely distributed in the Quljuqtov Mountains. Particular attention is paid to the mineralogical and petrographic composition of terrigenous, carbonate, and volcanogenic rocks, as well as to their structural–matrix features and stratigraphic position. Rhythmic alternation of layers, facies zonation, and the characteristics of organogenic rock formation within the Devonian deposits are interpreted in close connection with the paleogeographic conditions of sedimentation. The obtained data indicate that during the Devonian period shallow-marine, deltaic, and reef-platform environments successively predominated in the study area. In addition, the relationship between sediment accumulation processes and tectonic activity and volcanism is substantiated on a scientific basis. The results of the study contribute to the reconstruction of the geological evolution of the Devonian complex of the Quljuqtov Mountains, the determination of its position within the stratigraphic framework, and a deeper understanding of the stages of paleogeographic development of the region. The conclusions of the research are of significant scientific importance for regional geology, stratigraphy, and paleogeography.

Keywords: Devonian period, Quljuqtov Mountains, lithological composition, stratification structure, facies variability, terrigenous rocks, carbonate rocks, reef complexes, paleogeography, organogenic deposits.

Kirish. Quljuqtov tog'lari O'zbekiston janubidagi paleozoy geologik strukturasi uchun alohida ahamiyatga ega bo'lgan hududlardan biri bo'lib, u yerda uchraydigan devon davri yotqizilari mintaqaning qadimiy paleogeografik rivojlanishi, tektonik jarayonlari va cho'kindi hosil bo'lish dinamikasi haqida muhim ilmiy ma'lumotlar beradi. Devon davri Yer geologik tarixidagi eng faol biologik va geologik transformatsiyalar davri bo'lib, aynan shu davrda dengiz ekotizimlarining kengayishi, marjon riflarning rivojlanishi, terrigen va karbonatli cho'kindi havzalarning almashinuvi kuzatilgan. Quljuqtov hududida devonning quyi, o'rta va yuqori bo'limlariga mansub qatlamlarning yaxshi saqlanganligi, ularning litologik tarkibidagi murakkablik, fasial o'zgaruvchanlik va ritmik

qatlamlanish devonning regional stratigrafiyasini o'rganishda alohida ilmiy qiymatga ega ekanini ko'rsatadi. Qatlamlarning litologik tarkibida qumtoshlar, slaneslar, ohaktoshlar, mergellar, dolomitlar va vulkanogen jinslarning almashib kelishi Quljuqtov hududining geologik rivojlanishida bir-biridan farq qiluvchi paleomuhitlar, jumladan sayoz dengiz, delta, qirg'oqbo'yi va organogen karbonat platformalarini aks ettiradi. Shu bois, mazkur majmuaning qatlam tuzilishi va litologiyasi hududning paleogeografik dinamikasini tiklash, cho'kindi jarayonlarining tabiatini aniqlash va devon davrining mintaqaviy geologik evolyutsiyasini yoritishda asosiy ilmiy manba hisoblanadi. Quljuqtov devon kompleksi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar geologik qatlamlarning

lateral va vertikal o'zgaruvchanligi, rif zonalari rivojlanishi, terrigen oqimlarning faolligi hamda tektonik harakatlarning cho'kindi yig'ilishiga ta'siri kabi murakkab jarayonlarni chuqur anglash imkonini beradi. Mazkur tadqiqot Quljuqtov tog'laridagi devon yotqiziqlarining litologik tarkibi va qatlamlanish xususiyatlarini ilmiy jihatdan tahlil qilish orqali hududning geologik tuzilishi hamda paleogeografik tarixini yanada chuqurroq anglashga xizmat qiladi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotni amalga oshirishda tizimlilik, qiyosiy va mantiqiy tahlil usullaridan foydalanilgan.

Tahlil va natijalar. Quljuqtov tog'lari devon davri yotqiziqlari o'zining murakkab litologik tarkibi, strukturaviy xilma-xilligi va paleogeografik sharoitlari bilan ajralib turadi. Ushbu hududda devon kompleksi asosan qumtoshlar, slaneslar, ohaktoshlar, mergellar, dolomitlar, vulkanogen materiallar va karbonatli terrigenous qatlamlar bilan xarakterlanadi. Qatlamlarning ritmik almashinuvi hududda devon davrida marjon riflari, qirg'oqbo'yi muhitlar, sayoz dengiz sharoitlari, delta zonalari va kuchli gidrodinamik jarayonlar mavjud bo'lganini ko'rsatadi. Stratigrafik kesimlarda qumtoshlarning to'liqlik o'zan izlari, bioturbatsiya izlari, karbonat qatlamlarda esa rif organizmlari bo'laklari uchrashi hududning paleoekologik o'ziga xosligini belgilaydi. A.K.Norkulov devon qatlamlari haqida "Quljuqtov devon kompleksida terrigen va karbonat yotqiziqlar mutanosibligi hududning geodinamik rivojlanishidagi keskin o'zgarishlarni aks ettiradi" [1] – deya alohida ta'kidlaydi.

Litologik tarkibning asosiy qismini tashkil etuvchi qumtoshlar ko'pincha o'rta va qo'pol donali, ba'zan konglomeratik tuzilishga ega bo'lib, ularning minerologik asosini kvarts, dala shpati, slyuda va temir oksidlari tashkil etadi. Bu, o'z navbatida, Quljuqtov hududida devon davrida kuchli oqimlar va o'zanlarning faol bo'lganidan dalolat beradi. A.Bogdanovning fikriga ko'ra: "Devon qumtoshlari yuqori energiyali muhitda to'plangan bo'lib, ularning granulometrik tarkibi paleogidrodinamik jarayonlarni tiklashda muhim manba hisoblanadi" [2].

Hududning karbonatli yotqiziqlari — ohaktosh va dolomitlar — ko'pincha bioklastik, mikritli, oolitli tuzilishga ega bo'lib, ular devon davrida keng tarqalgan rif massivlari va sayoz

dengiz platformalari mavjud bo'lganidan darak beradi. O'zbek geologi M. R. Qosimov ushbu qatlamlar haqida shunday yozadi: "Quljuqtovning karbonat massivlari devon davrida barqaror shelf hududi bo'lganini ko'rsatadi, bu qatlamlar ko'p hollarda marjon rif organizmlarining bo'laklariga boy" [3].

Quljuqtov devon yotqiziqlarida slaneslar va mergellar ham keng tarqalgan bo'lib, ular ko'pincha organik moddalarga boy, yupqa qatlamli va oraliq dengiz muhitining tinch cho'kindi jarayonlarini aks ettiradi. Slanets qatlamlari ko'pincha qora yoki kulrang rangli bo'lib, bu anaerob sharoitlarda cho'kish jarayonini anglatadi. Yapon geologi S.Tanaka bu jarayonni "Devon slaneslari organik moddalarning yuqori konsentratsiyasini ko'rsatadi va ular ko'pincha paleo'rmon mikroqoldiqlari bilan bog'liq bo'ladi" – deya izohlaydi [4].

Quljuqtov devon kesimlarida uchraydigan yana bir muhim litotip — vulkanogen jinslar, ayniqsa toshqol (tuf), vulkanik konglomeratlar va bazaltli qatlamlardir. Bu qatlamlar hududda devonning ayrim bosqichlarida vulkanik faollik kuzatilganini ko'rsatadi.

Quljuqtov tog'lari devon yotqiziqlarining litologik tarkibida stratigrafik izchillik, qatlamlarning almashinuvi, litofatsial zonallik va paleoekologik belgilar hududning qadimiy geologik taraqqiyoti haqida to'liq tasavvur beradi. Sh.Erkinov ta'kidlaganidek: "Devon yotqiziqlari tarkibining murakkabligi Quljuqtov hududining geologik evolyutsiyasida turli cho'kindi havzalar almashganini ko'rsatadi" [5].

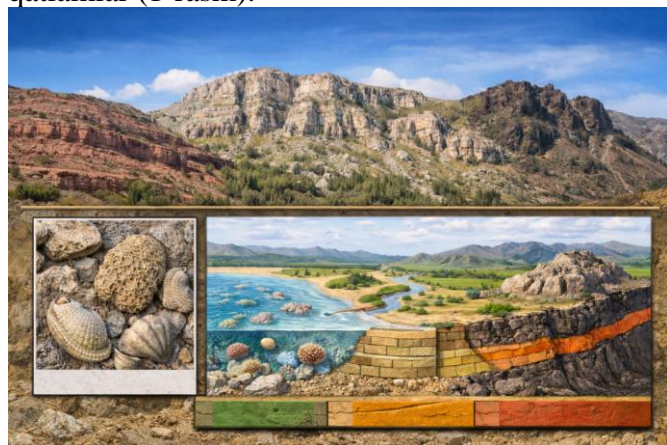
Devon davri qatlamlarining qatlamlanish tuzilishi va fasial o'zgaruvchanligi tog' jinslarining cho'kindi muhitdagi dinamik jarayonlar, paleogeografik sharoitlar va geologik rivojlanish bosqichlari bilan chambarchas bog'liq bo'lib, bu davr Yer tarixidagi eng faol paleoekologik transformatsiyalar davri sifatida ajralib turadi. Devon yotqiziqlari, ayniqsa O'rta Osiyo, Ural, Tyan-Shan va Quljuqtov kabi hududlarda, terrigen, karbonat, vulkanogen va organogen qatlamlarning murakkab ketma-ketligi bilan ajralib turadi. Bu qatlamlarning litologik ritmikligi paleogeografik sharoitda turli cho'kindi havzalarning almashganini ko'rsatadi. Yevropalik geolog R.Conderning fikricha "Devon qatlamlaridagi ritmik qatlamlanish — bu dengiz regressiya va transgressiyalarining

geologik yozuvidir” [6].

Devon davri choʻkindi havzalari fasial oʻzgaruvchanlikning yuqori darajasi bilan tavsiflanadi. Qumtoshlardan ohaktoshlarga, slaneslardan dolomitlarga oʻtuvchi fasiyalar turli paleomuhitlarni – daryo-delta tizimlari, sayoz shelflar, marjon rif platformalari, lagunar havzalar, chuqurroq dengiz oʻzanlarini aks ettiradi.

Qatlamlanish tuzilishidagi vertikal almashinuvi koʻpincha klassik litofasial ketma-ketliklarni aks ettiradi:

— qumtosh → slanes → ohaktosh → mergel → dolomit → rifal karbonat → terrigen-seriyali qatlamlar (1-rasm).



1-rasm. Quliqtov togʻlari hududidagi devon davri yotqiziqalarining stratigrafik kesimi va litologik tuzilishi.

Rasmda Quljuqtov togʻlari hududidagi devon davri yotqiziqalari stratigrafik kesimi va litofasial tuzilishi vizual tarzda koʻrsatilgan. Tasvirda turli lithotiplarning qatlamlanishi aniq ajralib turadi: qumtoshlar, slaneslar, ohaktoshlar, mergellar va dolomitlar hamda vulkanogen materiallar oʻzaro ritmik ravishda almashgan. Qatlamlarning vertikal va lateral ketma-ketligi devon davrida hududda mavjud boʻlgan sayoz dengiz, delta zonalari va rifli platforma muhitlarini aks ettiradi. Shuningdek, rasmda qumtoshlar va slanets qatlamlaridagi toʻlqin izlari, bioturbatsiya belgilarining mavjudligi ham koʻrsatilgan boʻlib, bu paleoekologik sharoitning tinch va faol bosqichlarini namoyon qiladi. Karbonat qatlamlarda marjon rif fragmentlari va oolitli ohaktoshlar bilan ifodalangan rif va sayoz platformalarning rivojlanishi, hududning devon davridagi paleogeografik xususiyatlarini yaqqol koʻrsatadi. Vulkanogen qatlamlar esa hududda

devon davrida vulkanik faollikning mavjudligini tasdiqlaydi. Umuman olganda, rasm Quljuqtov togʻlaridagi devon yotqiziqalari litologiyasini, fasial zonallikni va stratigrafik tartibni kompleks tarzda vizualizatsiya qiladi.

Bu ritmlar paleoekologik sharoitning oʻzgaruvchanligi dengiz sathining koʻtarilishi va pasayishi, iqlimning nam yoki quruq davrlari, tektonik koʻtarilishlar va choʻkish jarayonlari bilan bogʻliq. Gollandiya geologi J.Voto bu haqda “Devon qatlamlanishining murakkabligi tektonik-choʻkish havzalarining noaniq, koʻp bosqichli rivojlanishidan kelib chiqadi” – deya alohida taʼkidlaydi [7].

Devon davri fasial oʻzgaruvchanligi eng yaxshi karbonat fasiyalarida namoyon boʻladi. Marjon riflari, oolitli ohaktoshlar, bioklastik ohaktoshlar, mikritli karbonatlar va lagunar dolomitlar bir hudud ichida qisqa masofalarda keskin oʻzgaradi. Bu rif zonalarining rivojlangan hududlari, ayniqsa Quljuqtov, Gisor va Turkiston togʻlarida koʻplab paleobentos organizmlarining qoldiqlariga boy ekanligini koʻrsatadi.

Terrigen yotqiziqalarning fasial zonalligi, ayniqsa qumtosh va slanets paketlarining turlicha granulometriyasi, delta fronti va oʻzanlarning migratsiyasini aks ettiradi. Bu jarayonlar kuchli gidrodinamika, tebranuvchi qirgʻoq chiziqlari, fliş tipli sedimentatsiya va oʻzgaruvchan iqlim sharoitlari bilan bogʻliq. Oʻzbekistonlik geolog Sh.Erkinov bu haqda “Devon davrida terrigen havzalar oʻta dinamik boʻlgan, qumtosh-slanes ketma-ketligi fasiyalarining gidrodinamik energiyasi bilan bevosita bogʻliq”dir deya taʼkidlaydi.

Devon davri geologik rivojlanishi tektonik harakatlar bilan chambarchas bogʻliq boʻlib, bu davrda qator orogenetik jarayonlar boshlangani tufayli koʻtarilishlar va choʻkishlar natijasida katta sedimentatsion havzalar shakllangan. Ayniqsa, Oʻrta Osiyo hududida devonning oʻrta va yuqori boʻlimlari kuchli tektonik faollik, vulkanogen materiallarning koʻpayishi va sedimentatsiya sharoitining keskin oʻzgarishi bilan ajralib turadi. G.Keller bu haqda shunday yozadi: “Devon davridagi tektonik reaktivlik fasiyalarining keskin lateral oʻzgarishiga olib kelgan boʻlib, bu jarayon togʻ-oldi va platforma hududlarining bir-biridan farqlanishini kuchaytirgan” [8].

Umuman olganda, Quljuqtov togʻlari

hududida rivojlangan devon davri yotqiziqslarining qatlamlanish tuzilishi va fasial o'zgaruvchanligi mintaqaning qadimiy ekologik, geodinamik va tektonik tarixini rekonstruksiya qilishda muhim geologik ko'rsatkichlar sifatida namoyon bo'ladi. Qatlamlarning vertikal va lateral yo'nalishlarda almashinuvi, litologik tarkibning murakkabligi hamda cho'kindi jinslar orasidagi genetik bog'liqlik devon davrida hududda sodir bo'lgan paleogeografik jarayonlarning dinamik xarakterga ega bo'lganini ko'rsatadi [9]. Ayniqsa, terrigen, karbonat, vulkanogen va organogen yotqiziqslarning ketma-ketligi turli sedimentatsion muhitlarning davriy almashganidan dalolat beradi. Rif-komplekslarning rivojlanishi va karbonat platformalarning shakllanishi hududda barqaror sayoz dengiz sharoitlari hukmron bo'lgan davrlarni aks ettirsa, qumtosh va slanes qatlamlarining ustunligi kuchli gidrodinamik jarayonlar, delta tizimlari va faol qirg'oqbo'yi muhitlarining mavjudligini ko'rsatadi. Qatlamlarning ritmik takrorlanishi esa dengiz transgressiya va regressiyalari, iqlim o'zgarishlari hamda tektonik ko'tarilish va cho'kish jarayonlari bilan bevosita bog'liq bo'lgan [10]. Litofatsial zonallikning aniqligi, ayniqsa lateral yo'nalishda qisqa masofalarda kuzatiladigan keskin fasial almashinuvlar devon davrida cho'kindi havzalarining murakkab tuzilishga ega bo'lganini tasdiqlaydi. Vulkanogen qatlamlarning qatnashuvi esa hududning geodinamik faol zonada joylashganini va devon davrida tektonik jarayonlar bilan birga vulkanizm ham muhim rol o'ynaganini ko'rsatadi [11]. Shu jihatdan, Quljuqtov tog'lari devon yotqiziqslarining qatlamlanish xususiyatlari va fasial o'zgaruvchanligi mintaqaning geologik evolyutsiyasini, paleomuhitlarning rivojlanish bosqichlarini hamda tektonik jarayonlarning cho'kindi to'planishga ta'sirini kompleks tarzda yoritib beradi.

Xulosa. Quljuqtov tog'lari devon davri yotqiziqslarining litologik tarkibi va qatlamlanish xususiyatlari mintaqaning paleozoy tarixini chuqur anglash, cho'kindi hosil bo'lish jarayonlarining tabiatini yoritish va geologik rivojlanish dinamikasini tiklashda alohida ilmiy ahamiyatga ega ekanini ko'rsatadi. Tadqiqot natijalari shuni tasdiqladiki, devon yotqiziqslari hududda murakkab litofatsial zonallik, ritmik qatlamlanish, terrigen va karbonatli jinslarning izchil almashinuvi, shuningdek organogen to'planish jarayonlarining keng miqyosda amal qilganini aks ettiradi. Qumtoshlar, slaneslar, ohaktoshlar, dolomitlar va mergellar kabi asosiy jins tiplari hududda turli paleogeografik sharoitlar — delta tizimlari, sayoz dengiz platformalari, qirg'oqbo'yi muhitlari va rif komplekslarining almashib borganini ko'rsatadi [12]. Bunday fasial o'zgaruvchanlik devon davri davomida mintaqada tektonik harakatlar, dengiz transgressiyalari va regressiyalarining faol bo'lganidan dalolat beradi. Stratigrafik kesimlarda uchraydigan bioklastik ohaktoshlar, oolitli karbonatlar, qumli-slanesli ketma-ketliklar va vulkanogen qatlamlar hududning geodinamik jihatdan faol bo'lganini yana bir bor tasdiqlaydi. Litologik tarkib va qatlamlanish tuzilishining batafsil o'rganilishi Quljuqtov hududi devon kompleksining nafaqat mintaqaviy, balki global stratigrafik tizimdagi o'rnini ham aniqlash imkonini berdi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, Quljuqtov devon yotqiziqslari paleoekologik va tektonik jarayonlarning o'zaro ta'siri natijasida shakllangan murakkab cho'kindi tizimiga ega bo'lib, mintaqaning geologik evolyutsiyasini tiklashda asosiy manba sifatida xizmat qiladi. Shunday qilib, mazkur maqola Quljuqtov tog'lari devon qatlamlarining litologik tarkibi va qatlamlanish xususiyatlarini ilmiy jihatdan yoritib, hududning paleogeografik va geodinamik tarixiga oid kompleks ilmiy xulosalar chiqarishga asos yaratdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Norkulov, A. (2014). O'zbekiston paleozoy stratigrafiyasi. Fan.
- [2] Bogdanov, A. (2001). Devonian sedimentology of Central Asia. Moscow University Press.
- [3] Qosimov, M. (2019). O'zbekiston tog' jinslari litologiyasi. Universitet.
- [4] Tanaka, S. (1998). Marine paleoenvironment of the Devonian. Kyoto Press.
- [5] Erkinov, Sh. (2020). O'zbekiston geologik tuzilishining paleozoy kompleksi. Fan va texnologiya.
- [6] Richard, C. (2008). Devonian sedimentary systems. Springer.

- [7] Johannes, V. (2003). Paleozoic stratigraphy of Eurasia. Elsevier.
- [8] Keller, G. (2005). Tectonic evolution of Paleozoic basins. Springer.
- [9] Bell, J. M. (2010). Devonian reef complexes and paleoecology. Geological Society of London.
- [10] Ivanov, L. P. (2012). Stratigraphic correlation of Paleozoic sequences in Central Asia. Nauka Publishers.
- [11] Ahmedov, R. S. (2016). Sedimentology and facies analysis of Paleozoic basins. Ilm-Ziyo.
- [12] Muller, T., & Schmidt, K. (2015). Paleogeography of the Paleozoic: Principles and case studies. Springer.