

АҢДАТПА

Зерттеу саласы бойынша PhD диссертациясы:

8D072 – «Өндірістік және өңдеу салалары»,

білім беру бағдарламасы: 8D07201 – «Геология және пайдалы қазба кен орнын барлау»

БЛЯЛОВА ГУЛИМ ГАЛЫМЖАНОВНА

Болжамды критерийлерді әзірлеу үшін Орталық Қазақстанның мезозой көмір түзілімдеріндегі қоспалар элементтерінің жиналуына геодинамикалық процестердің әсерін зерттеу

Диссертацияның өзектілігі. Қазіргі әлемде көмірді тек дәстүрлі бастапқы энергия көзі ретінде ғана емес, сонымен қатар әлемдік экономика үшін маңызды минералды ресурс ретінде де қарастыру керек, ол көптеген елдердің, соның ішінде Қазақстан Республикасының дамуында маңызды рөл атқарады. Әлемдік энергетикалық баланстағы көмірдің үлесінің тұрақты төмендеуіне қарамастан, оны тұтыну тұрақты сұранысқа, дамыған инфрақұрылымға және жоғары ресурстық базаға байланысты орта және ұзақ мерзімді перспективада стратегиялық маңызды болып қала береді.

Орталық Азиядағы ең ірі парниктік газ шығарындыларының бірі ретінде Қазақстан жаһандық климаттық күн тәртібіне үнемі интеграциялануда. 2016 жылы Париж келісімін ратификациялау, сондай-ақ 2020 жылы жарияланған Қазақстан Республикасында 2060 жылға дейін көміртегі бейтараптығына қол жеткізу стратегиясы ұлттық энергетика секторын түбегейлі өзгерту қажеттілігін анықтады. Сонымен қатар, «Жасыл Қазақстан» ұлттық жобасы және минералды ресурстар секторын дамытуды реттейтін құжаттар төмен көміртекті энергияға көшу кезінде көмірді қоса алғанда, дәстүрлі шикізатты ғылыми тұрғыдан негізделген және кешенді пайдалану қажеттілігін атап көрсетеді. Мұндай жағдайларда көмір кен орындары тек энергия көзі ретінде ғана емес, сонымен қатар қосымша ресурстар мен іздеу мүмкіндіктерін анықтауға бағытталған терең геологиялық және геохимиялық зерттеулердің нысанасы ретінде де қарастырылады.

Осыған байланысты көмірді минералды шикізат ретінде кешенді геохимиялық зерттеу ерекше өзекті. Бұған көмірлі формациялардың пайда болу жағдайларының негізгі көрсеткіштері болып табылатын микроэлементтердің таралуын және олардың минералды формаларын талдау кіреді. Көмірдегі сирек кездесетін жер металдарының және онымен байланысты элементтердің құрамы мен геохимиялық профилі бастапқы материалдардың сипаттамаларын, шымтезек алқаптарының гидрогеохимиялық ортасын, сондай-ақ шөгінділердің геодинамикалық жағдайларын және көмір бассейндерінің кейінгі эволюциясын көрсетеді.

Әлемдік геотектоника мен көмір түзілу теориясындағы заманауи тұжырымдамалардың дамуымен көмір кен орындарының түзілуін литосфералық эволюцияның біртұтас процесінің бөлігі ретінде қарастырады, көмірлі формацияларды қазіргі геодинамикалық модельдер тұрғысынан талдаудың маңыздылығы артып келеді. Орталық Азия қатпарлы белдеуінде қалыптасқан Орталық Қазақстанның мезозойлық көмірлі формациялары үшін мұраланған жарықшақ-блок құрылымдары мен соқтығысудан кейінгі геодинамикалық процестер өте маңызды болды, олар бассейнің шөгуін, шөгінділердің фациялық дифференциациясын және көмірдегі микроэлементтердің жиналу жағдайларын бақылады.

Көмірдегі сирек кездесетін жер элементтері ерекше ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады, олар бір жағынан палео-тотықсыздану және гидрогеохимиялық жағдайлардың ақпараттық геохимиялық көрсеткіштері ретінде қызмет етеді, ал екінші жағынан стратегиялық маңызды минералды ресурстардың әлеуетті дәстүрлі емес көзі болып саналады. Осыған байланысты, геохимиялық, минералогиялық және геодинамикалық деректерді біріктіруге негізделген микроэлементтердің жоғары құрамы бар көмірлі формацияларды анықтаудың ғылыми негізделген болжамдық критерийлерін әзірлеу өзекті міндет болып табылады.

Орталық Қазақстандағы мезозой көмірлі түзілімдердегі микроэлементтердің жиналуына геодинамикалық процестердің әсерін зерттеу көмір геологиясы мен геохимиясын дамыту үшін іргелі маңызы бар, сондай-ақ Қазақстан Республикасының энергетикалық стратегиясын трансформациялау аясында болжау, барлау және бағалау жұмыстары үшін практикалық маңызы бар өзекті ғылыми және қолданбалы міндет болып табылады.

Бұл зерттеудің мақсаты - Орталық Қазақстандағы мезозой көмірлі формацияларының көмірлерінде микроэлементтердің жиналуы мен пайда болуының геохимиялық және минералогиялық заңдылықтарын белгілеу, олардың көмір бассейнінің пайда болуының геодинамикалық жағдайларымен байланысын негіздеу және осыған сүйене отырып, болжамдық критерийлерді әзірлеу.

Осы мақсатқа жету үшін зерттеу келесі мақсаттарды қамтыды:

1. Орталық Қазақстанның мұрагерлік ақаулық блоктық құрылымдарын ескере отырып, көмірлердегі микроэлементтердің геохимиясын және минералогиясын білудің қазіргі жағдайын, сондай-ақ мезозой көмірлі формацияларының пайда болуындағы геодинамикалық факторлардың рөлін түсінуді талдау.

2. Зерттелген формациялардан көмірлердің геохимиялық және минералогиялық құрамын зерттеу және микроэлементтердің таралу

заңдылықтарын белгілеу, минералдардың литофациялық пайда болу жағдайларына және қимадағы орналасуына байланысты минералды формаларын анықтау.

3. Геохимиялық деректерді статистикалық өңдеу негізінде элементтер мен олардың жинақталуын бақылайтын факторлардың тұрақты байланыстарын (корреляция, кластерлік және факторлық талдау) белгілеу және көмірлердің геохимиялық және минералогиялық қасиеттері мен Орталық Қазақстандағы мезозой көмір бассейндерінің қалыптасуы мен эволюциясының геодинамикалық жағдайлары арасындағы байланысты анықтау.

4. Микроэлементтердің жоғары құрамы бар көмірлі формацияларды анықтаудың болжамды геохимиялық және минералогиялық критерийлерін әзірлеу.

Бұл жұмыстың ғылыми жаңалығы келесіде:

1. Орталық Қазақстан (ОҚ) кен орындарының мезозой көмірлеріндегі геохимиялық және минералогиялық қоспалардың кеңістіктік таралу заңдылығы құрылымдық және геодинамикалық факторлардың әсерінен анықталды. Көмір құрамы палеоклиматтық жағдайлармен анықталады.

2. Тектоникалық белсенділіктің (цинцит, кадмий сульфиді) және көмірлерді гидротермиялық және жанартаулық сұйықтықтармен қосымша байытудың әсерінен сирек кездесетін және сирек кездесетін жер элементтерінің (СЖЭ) пайда болу жағдайларының геохимиялық және минералогиялық көрсеткіштері анықталды.

3. Тектоникалық белсенді ортаның әсерінен микроэлементтердің пайда болу заңдылығы және олардың генетикалық түрлері анықталды, бұл тұрақты геохимиялық және минералогиялық ассоциацияларды қалыптастырады және ОҚ кен орындарының юра көмірлерінің геохимиялық мамандануын анықтайды.

4. Мезозойлық Орталық Азия аймағының көмірлі түзілімдерінде СЖЭ және онымен байланысты элементтердің жергілікті жинақталу аймақтарын болжау үшін геодинамикалық, геохимиялық және минералогиялық ерекшеліктер жиынтығы әзірленді.

Қорғауға ұсынылған ғылыми ұсыныстар:

1. Орталық Қазақстандағы мезозой көмірінің пайда болуы тектоникалық тұрғыдан Орта Азия қатпарлы белдеуінің мұрагерлік ақаулық-блок құрылымымен анықталды және бақыланды, бұл көмірлердің геохимиялық және минералогиялық сипаттамаларының таралуында көрініс тапты. Соқтығысудан кейінгі науалардың пульсациялық шөгуі жағдайында тектоникалық факторлар көмірлі формациялардың геохимиялық мамандануын анықтады, ал климаттық жағдайлар бағынышты, өзгертуші әсер етті.

2. Орталық Қазақстанның мезозой көмірлеріндегі сирек кездесетін жер және онымен байланысты элементтер негізінен аутигендік минералды фазаларда (фосфат, саз, сульфид) локализацияланғаны және олардың жиналуы тектоникалық белсендірумен және гидротермиялық және вулканогендік сұйықтықтардың ағынымен байланысты екені анықталды, бұл минералды индикаторлар мен геохимиялық ассоциациялармен расталады.

3. Шұбаркөл кен орнынан алынған көмірлердің химиялық құрамы литогендік, сорбциялық-хемогендік және эпигенетикалық процестердің үйлесімінен туындаған микроэлементтердің тұрақты геохимиялық және минералогиялық ассоциацияларымен және олардың тік және бүйірлік аймақтарымен сипатталады, бұл кластерлік және факторлық талдау нәтижелерімен расталады.

4. Орталық Қазақстанның мезозой көмірлі түзілімдерінде сирек кездесетін жер және онымен байланысты микроэлементтердің жергілікті жинақталу аймақтарын анықтауға арналған геодинамикалық, геохимиялық және минералогиялық критерийлер жиынтығы әзірленді және негізделді. Шұбаркөл кен орны мен Майкөбен көмір бассейнін мысал ретінде пайдалану арқылы жиынтықтың қолданылуы расталды. Юра көмірлерінің геохимиялық мамандануы, оның ішінде сирек кездесетін жер элементтерінің таралуы және церий мен европий аномалиялары, шөгінділер мен диагенездің геодинамикалық және гидрогеохимиялық жағдайларының әсерін көрсетеді.

Автор келесілерді қорғайды:

1. Орталық Қазақстандағы мезозой көмірінің тектоникалық тұрғыдан анықталған сипаты, ол Орталық Азия қатпарлы белдеуінің мұрагерлік ақаулық-блок құрылымымен бақыланады, тектоникалық фактордың климаттық жағдайлардың бағынышты әсерінен көмірлі формациялардың геохимиялық мамандануының қалыптасуындағы жетекші рөлі.

2. Орталық Қазақстанның мезозой көмірлерінің аутигендік минералды фазаларында сирек кездесетін жер және онымен байланысты элементтердің басым орналасуы және олардың гидротермиялық және жанартаулық сұйықтықтардың ағынымен қатар жүретін тектоникалық белсендіру процестерімен генетикалық байланысы.

3. Литогендік, сорбциялық-хемогендік және эпигенетикалық процестердің әсерінен қалыптасқан микроэлементтердің тұрақты ассоциацияларында және олардың тік және бүйірлік зоналылығында көрінетін Шұбаркөл кен орны көмірлерінің геохимиялық және минералогиялық ұйымдасу заңдылықтары.

4. Шұбаркөл кен орны мен Майкөбен көмір бассейнінің мысалында расталған Орталық Қазақстанның мезозой көмірлі түзілімдерінде сирек кездесетін жер және онымен байланысты элементтердің жергілікті жинақталу

аймақтарын анықтауға арналған геодинамикалық, геохимиялық және минералогиялық критерийлер жиынтығы.

Автордың нақты материалдары және жеке үлесі. Бұл жұмыс автордың докторантурада оқуы кезінде алған материалдарына, сондай-ақ Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі қаржыландыратын, мердігер ретінде қаржыландыратын «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» ҰАҚ-ның геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау кафедрасында жүзеге асырылған жобалар шеңберіндегі ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижесінде жасалған:

1. АР08052608, 2020 жылғы 15 мамырдағы № 64-1 келісімшарт (2020-2022);

2. АР13067779, 2022 жылғы 20 мамырдағы № 120-KMUZ келісімшарты (2022-2024);

3. АР26102801, 2025 жылғы 29 қыркүйектегі № 309/25-27 келісімшарт (2025-2027).

Кейбір аналитикалық зерттеулер автордың өзімен тәуелсіз жүргізілді, оның ішінде азот, перхлорлы және фторсутек қышқылдарын қолдана отырып, көмір мен көміртекті жыныстарға химиялық үлгі дайындау процедуралары, сондай-ақ Ресей Ғылым академиясының Қиыр Шығыс бөлімшесінің (Владивосток) Қиыр Шығыс геологиялық институтының аналитикалық орталығындағы аналитик Н.В. Зарубинаның көмегімен 7600 Duo спектрометрінде (Thermo Scientific Corporation, АҚШ) және Agilent 7700 ICP-MS спектрометрінде (Agilent Technologies, АҚШ) ICP-OES және ICP-MS көмегімен элементтік құрамды анықтау.

2023 жылдың 23 мамырынан 3 маусымына дейін Ресейдің Қазан қаласында Қазан федералды университетінің Геология және мұнай технологиялары институтында ғылыми тағылымдама аяқталды. Тағылымдама барысында геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор Р.Х. Сунгатуллин диссертациялық зерттеу тақырыбы бойынша кеңес алды. Тағылымдаманы сәтті аяқтағаны туралы сертификат алынды.

Ғылыми тағылымдама барысында шетелдік жетекші профессор Р.Х. Сунгатуллинмен бірлесіп геохимиялық деректердің кластерлік және факторлық талдаулары жүргізіліп, нәтижелері түсіндірілді. Аяқталған зерттеулерге негізделген бірлескен жұмыс жоғары рейтингті ғылыми журналда жарияланды.

Диссертация қорытындыларының негізділігі мақсаттардың дұрыс тұжырымдалуы, заманауи зерттеу әдістерін қолдану және алынған нәтижелердің аналитикалық деректермен, соның ішінде қатаң стратиграфиялық сілтемемен далалық зерттеулер кезінде алынған 140 көмір және көмірлі тау жыныстарының үлгілерін талдау нәтижелерімен, сондай-ақ халықаралық ғылыми тәжірибеде

кеңінен қолданылатын бірқатар заманауи, жоғары дәлдіктегі және өзара толықтыратын геохимиялық және минералогиялық әдістерді қолданумен қамтамасыз етіледі. Аналитикалық деректердің сенімділігі сертификатталған анықтамалық материалдарды пайдаланумен, нәтижелерді әдісаралық салыстырумен (ICP-OES, ICP-MS, INAA, SEM-EDS, XRD), параллель өлшеулермен және корреляциялық, кластерлік және факторлық талдауды қолдана отырып статистикалық деректерді өңдеумен расталады. Нәтижелер көмір геологиясының, геохимиясының және көмір бассейндерінің геодинамикалық эволюциясының заманауи тұжырымдамаларын ескере отырып түсіндіріледі, бұл нәтижелердің негізділігі мен қайталануын қамтамасыз етеді. Диссертацияның негізгі ережелері ғылыми мақалалар мен баяндамалардың тезистерінде жарияланды, сондай-ақ авторлық құқық объектілеріне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы патент пен куәліктер бар.

Диссертацияның барлық бөлімдері әдіснамалық тізбекте және логикалық тұрғыдан өзара байланысты, зерттеудің тұтастығын және ғылыми мақсаттарды кезең-кезеңімен шешуді қамтамасыз етеді, фактілік материалдарды жинау мен талдаудан бастап нәтижелерді жалпылауға және ғылыми негізделген қорытындыларды тұжырымдауға дейін. Жұмыстың құрылымы зерттеу тұжырымдамасын көрсетеді, ал қолданылған әдістер мен тәсілдер диссертацияның мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес келеді және көмір геологиясы мен геохимиясының қазіргі даму деңгейіне сәйкес келеді.

Автордың жеке үлесіне фактілік материалдарды тәуелсіз жинау және жүйелеу, геологиялық деректер мен зертханалық нәтижелерді өңдеу, үлгі дайындау және сертификатталған анықтамалық материалдарды пайдалана отырып, ICP-OES және ICP-MS әдістерін қолдана отырып, көмірдің элементтік құрамын анықтау, сондай-ақ заманауи бағдарламалық жасақтаманы (Microsoft Excel, CorelDRAW, AutoCAD, QGIS) пайдалана отырып, диаграммаларды, диаграммаларды, графиктерді және картографиялық материалдарды дайындау және түсіндіру кіреді. Автор сонымен қатар аймақтың терең құрылымы мен геодинамикалық дамуы бойынша материалдарды заманауи теориялық тұжырымдамаларға сүйене отырып талдады, бұл ғылыми қорытындылар мен практикалық ұсыныстарды тұжырымдауға мүмкіндік берді.

Жұмыс апробациясы. Диссертациялық зерттеу нәтижелері тексеріліп, осы диссертацияның негізгі ережелері мен қорытындыларын көрсететін бірқатар ғылыми мақалаларда жарияланды. 2021 және 2025 жылдар аралығында автор 15 ғылыми мақала жариялады, оның ішінде Scopus және Web of Science индекстелген халықаралық және отандық рецензияланған журналдарда бар.

1) Осы мақалалардың алтауы халықаралық рецензияланған ғылыми журналдарда болды (**Web of Science Core Collection, Scopus**): Blyalova G.,

Amangeldykyzy A., Kopybayeva A., Zhirkov V., Ryzhkov S. A Comprehensive Study of the Spatial Variations in the Distribution of Rare Earth Elements (REE) and Their Potential in the Coals of the Shubarkol Deposit, Kazakhstan //Minerals. – 2025. – Т. 15. – №. 2. – С. 170. <https://doi.org/10.3390/min15020170>

2) Копобаева А.Н., Бялова Г.Г., Амангелдіқызы А., Сунгатуллин Р.Х., Оразбек Н. Геохимические особенности Майкубенского угольного бассейна (Казахстан) // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 9. – С. 135–150. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_9_0_135.

3) Kopybayeva A.N., Amangeldikyzy A., Blyalova G.G., Askarova N.S. Mineralogical and geochemical features of coals and clay layers of the Karaganda coal basin //Minerals. – 2024. – Т. 14. – №. 4. – С. 349. <https://doi.org/10.3390/min14040349>

4) Kopybayeva A.N., Amangeldikyzy A., Blyalova G.G., Askarova N.S. Features of rare earth elements geochemistry in coals of Central Kazakhstan. //Acta Geochimica – 2024. 43(5), 876-888. <https://doi.org/10.1007/s11631-024-00677-3>

5) Kopybayeva A.N., Blyalova G.G., Bakyt A., Portnov V.S., Amangeldikyzy A. The nature of rare earth elements accumulation in clay layers and coals of the Shubarkol deposit // News of the academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. – 2022; № 2(452). – P. 117-130. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170x.164>

6) Amangeldykyzy A. Kopybayeva A.N., Bakyt A., Ozhigin D.S. Blyalova G.G., Mineralogy and geochemistry of the Shubarkol deposit Jurassic coals // News of the academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. – 2021. – Т. 5. – С. 23-31. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.94>

Уәкілетті орган ұсынған басылымдардағы 4 мақала:

1) Blyalova G.G., Kopybayeva A.N., Amangeldykyzy A., Askarova N.S., Ozhigin D.S. (2023). Ways of rare earth elements migration and transportation to the coals of the Shubarkol deposit. *Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra= Complex use of mineral resources*, 324(1), 24-33.

2) Amangeldikyzy A., Kopybayeva A.N., Blyalova G.G., Askarova, N.S. (2023). Geochemical speciation of coals in the Karaganda coal Basin. *Min. J. Kazakhstan*, 7, 15-20.

3) Kopybayeva A.N., Baydauletova I.V., Amangeldikyzy A., Askarova N.S., Blyalova, G.G. (2025). Nature of ree accumulation in clayey interlayers and coals in Karaganda coal basin. *Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra= Complex use of mineral resources*, 332(1), 49-61.

4) Kopybayeva A., Amangeldikyzy A., Blyalova G., Askarova N. Study of the Distribution of Impurity Elements in Coals and Clay Layers of the Karaganda Coal Basin // Труды университета. – 2023. №3 (92) – С. 151-156. DOI 10.52209/1609-1825_2023_3_151.

Сондай-ақ халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда баяндамалар түрінде ұсынылды:

1) Kabyken A., Kopybayeva A., Amangeldikyzy A., Blyalova G., Askarova N. Ulgibayeva B. (2024, October). A Tool for Analyzing Geological Data Using the Grade Copilot Neural Network Within the Micromine Software. In *2024 IEEE 6th International Symposium on Logistics and Industrial Informatics (LINDI)* (pp. 000015-000018). IEEE.

2) Копобаева А.Н., Амангелдіқызы А., Бялова Г.Г. Особенности геохимии РЗЭ в углях Центрального Казахстана // Международная научно-практическая конференция «К.И. Сатпаев и науки о Земле», Алматы 2024. С. 174-178.

3) Копобаева А.Н., Бялова Г.Г. *Представление о геодинамических обстановках углеобразования месторождения Шубарколь*. Международная научно-практическая конференция «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (XIV Сагиновские чтения), 2022г., г. Караганда, Казахстан. С. 61–63. ISBN 978-601-320-725-4.

4) Копобаева А.Н., Бялова Г.Г. *Источники поступления элементов-примесей в угли Шубаркольского месторождения*. Международная научно-практическая конференция «Интеграция науки, образования и производства» (XV Сагиновские чтения), посвящённая 70-летию Карагандинского технического университета им. Абылкаса Сагинова, 2023 г., г. Караганда, Казахстан. С. 455–458. ISBN 978-601-320-906-7.

5) Копобаева А.Н., Бялова Г.Г. *Условия накопления угленосных отложений мезозоя Центрального Казахстана*. Труды Международной научно-практической конференции «XVI Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства», 2024 г., г. Караганда, Казахстан. Ч. 2, с. 518–520. ISBN 978-601-355-377-1.

Зерттеу нәтижелері «Шұбаркөл көмір» АҚ-да енгізілді. Іске асыру сертификаты бар. Диссертацияның негізгі ережелері ғылыми тағылымдамалар кезінде және Шұбаркөл және Майкөбен көмір бассейндеріндегі көмірлердің геохимиялық қасиеттеріне қатысты зерттеу жобалары кезінде тексерілді.

Зерттеу әдістемесі. Әдістемелік негіз көмір геологиясы мен геохимиясында қабылданған қолданыстағы нормативтік құжаттар мен заманауи халықаралық тәсілдерді ескере отырып әзірленді. Диссертацияны зерттеу және дайындау кезінде жарияланған материалдар, мұрағатталған материалдар және ұқсас әлемдік және қазақстандық көмір кен орындарында заманауи компьютерлік технологияларды қолдана отырып, аналитикалық деректерді жүргізу, өңдеу және түсіндіру әдістемесі бойынша соңғы геологиялық, геохимиялық және минералогиялық деректер кеңінен пайдаланылды.

Зерттеу пәнаралық сипатта болып табылады, геохимиялық әдістерді, көмір және көмірлі жыныстардың минералогиясын, көмір кен орындарының геологиясын және математикалық статистиканы біріктіруге негізделген. Бұл көмірлердің элементтік құрамын, химиялық элементтердің пайда болуын және олардың пайда болу жағдайларын кешенді бағалауға мүмкіндік берді.

Далалық зерттеулерге көмір қабаттары мен көмірлі жыныстардың егжей-тегжейлі арналық сынамалары, репрезентативтілік талаптары мен қатаң стратиграфиялық сілтемелерді сақтау, сенімді және салыстырмалы үлгіні қалыптастыруды қамтамасыз ету кірді.

Зертханалық зерттеулерде халықаралық геохимиялық тәжірибеде кеңінен қолданылатын заманауи, жоғары дәлдіктегі аналитикалық әдістер қолданылды. Элементтік құрамды анықтаудың негізгі әдістері FEGI FEB RAS аналитикалық орталығында iCAP 7600 Duo спектрометріндегі ICP-OES (Thermo Scientific, АҚШ) және Agilent 7700x спектрометріндегі ICP-MS (Agilent Technologies, Жапония) болды. Аналитикалық деректердің сапасын бақылау CLB-1 және SARM-19 көмір эталондарын (АҚШ Геологиялық қызметі) пайдалану арқылы, сондай-ақ параллель өлшеулер және негізгі элементтердің нәтижелерін салыстыру арқылы жүзеге асырылды. Сонымен қатар, үлгілердің элементтік құрамы Томск политехникалық университетінің аккредиттелген ядролық геохимия зертханасында IRT-T зерттеу ядролық реакторын пайдаланып жүргізілген аспаптық нейтрондық активация талдауын (INAA) қолдану арқылы анықталды. Бұл сирек кездесетін жер металдары мен микроэлементтерді қоса алғанда, 28 элементтің құрамын анықтауға мүмкіндік берді.

Микроэлементтердің минералогиялық формалары заманауи минералогиялық әдістердің үйлесімін қолдану арқылы зерттелді. Бұл бізге элементтердің таралуы мен көмірдің органикалық және минералды компоненттері арасындағы байланысты микродеңгейде анықтауға және шөгінді жағдайлары мен шөгіндіден кейінгі түрленулердің минералогиялық индикаторлары ретінде қолданылатын минералды жинақтар мен микрофазаларды анықтауға мүмкіндік берді. Зерттеуде келесі әдістер мен құралдар қолданылды:

– DRON-3M дифрактометрінде ұнтақты рентгендік дифрактометрия (XRD); дифракциялық үлгілер DIFRAC.Measurement бағдарламалық пакетін пайдаланып жазылды; дифракциялық үлгіні түсіндіру және минералды фазаны анықтау EVA және TOPAS бағдарламаларын қолдану арқылы жүргізілді. Жұмыс Томск политехникалық университетінде (Томск, Ресей);

– Рентгендік микроталдау үшін Bruker X@Flash 5010 энергия дисперсиялық спектрометримен жабдықталған Hitachi S-3400N микроскопында сканерлеуші электронды микроскопия (SEM-EDS); зерттеулер Томск политехникалық университетінде (Томск, Ресей);

– INCA Energy X-Max EDS спектрометрі бар JEOL JSM-6490LV микроскопында, сондай-ақ AZtec X-Max 80 Standart EDS спектрометримен жабдықталған Tescan Lyra 3 XMH қос сәулелі сканерлеуші электронды микроскопында аналитикалық сканерлеуші электронды микроскопия (SEM-EDS); зерттеулер Ресей Ғылым академиясының Қиыр Шығыс бөлімшесінің Қиыр Шығыс геологиялық институтының аналитикалық орталығының микро- және нанозерттеу зертханасында (Владивосток, Ресей) жүргізілді.

Нәтижелер корреляциялық, кластерлік және факторлық талдау (STATISTICA 10) көмегімен өңделді және түсіндірілді, бұл көмір бассейндерінің геодинамикалық эволюциясы контекстінде нәтижелерді объективті түсіндіруді қамтамасыз етті және көмірдегі микроэлементтердің жиналуының ғылыми негізделген болжамдық критерийлерін негіздеуге мүмкіндік берді.

Бұл диссертацияның практикалық маңыздылығы алынған нәтижелерді көмірлі аудандардағы іздеу, барлау және бағалау жұмыстарында пайдалану мүмкіндігінде жатыр. Орталық Қазақстандағы көмірлерде сыналған әзірленген геохимиялық және минералогиялық критерийлерді әртүрлі жастағы көмірлі формацияларға олардың геологиялық, құрылымдық және литологиялық-фациялық ерекшеліктерін ескере отырып қолдануға бейімдеуге болады. Зерттеу нәтижелерін геологиялық барлауда, ғылыми зерттеулерде және геологиялық мамандарды даярлау бойынша білім беру процестерінде пайдалануға болады. Зерттеу нәтижелері АҚ «Шұбаркөл Көмір» өндірістік процесіне енгізілді.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, алты тараудан, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертацияның жалпы көлемі 166 машинамен жазылған бетті құрайды, оның ішінде 66 сурет және 18 кесте бар. Әдебиеттер тізіміне ресейлік және халықаралық авторлардың еңбектерін қоса алғанда, 109 атау кіреді.

Диссертацияның қысқаша мазмұны.

Диссертация кіріспеден, алты тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшадан тұрады.

Бірінші тарауда Орталық Қазақстандағы көмірлі формациялар туралы білімнің қазіргі жағдайы талданады, мезозой көмірлі қабаттарының стратиграфиялық және литофациялық ерекшеліктерін, сондай-ақ аймақтың геодинамикалық дамуының қолданыстағы тұжырымдамаларын қарастырады. Көмір бассейндерінің қалыптасуы соқтығысудан кейінгі геодинамикалық процестермен және мұраланған жарықшақ-блок құрылымымен тығыз байланысты екені көрсетілген.

Екінші тарауда геохимиялық және минералогиялық зерттеулерді зерттеу әдіснамасы мен аналитикалық қолдауы ұсынылған. Онда үлгі жинау және дайындау әдістері, көмірлер мен көмірлі жыныстардың элементтік құрамын анықтаудың аналитикалық әдістері және нәтижелердің сенімділігі мен қайталануын қамтамасыз ететін статистикалық деректерді өңдеу әдістері сипатталған.

Үшінші тарауда Орталық Қазақстанның мезозойдағы геодинамикалық эволюциясы және оның көмір бассейндерінің қалыптасуындағы рөлі қарастырылады. Геотектоникалық орналасуы, шөгінді бассейндерінің түрлері

және мезозой көмірінің қалыптасу кезеңдері сипатталған. Шұбаркөл кен орны мен Майкөбен көмір бассейнінің салыстырмалы талдауы берілген.

Төртінші тарауда Орталық Қазақстандағы көмірлердің геохимиялық зерттеулерінің нәтижелері ұсынылған. Микроэлементтер мен сирек кездесетін жер элементтерінің жинақталу деңгейлері анықталады, олардың таралу заңдылықтары мен геохимиялық дифференциациясы анықталады. Корреляциялық, кластерлік және факторлық талдау негізінде тұрақты элементтер ассоциациялары және олардың жинақталуын бақылайтын факторлар анықталады.

Бесінші тарауда көмірлердің минералогиялық құрамы және микроэлементтердің пайда болуы қарастырылады. Сирек кездесетін жер мен онымен байланысты элементтердің негізгі минералды тасымалдаушылары анықталады, қосалқы және екінші реттік минералдардың пайда болу жағдайлары сипатталады және көмірлі формациялардағы минералды түзілу процестерінің генетикалық интерпретациясы ұсынылады.

Алтыншы тарауда Орталық Қазақстандағы мезозой көмірлі формацияларындағы микроэлементтердің жиналуына арналған барлау критерийлерінің жүйесі әзірленеді. Геодинамикалық, геохимиялық және минералогиялық-геохимиялық критерийлер негізделіп, оларды болжау және іздеу жұмыстарында практикалық қолдану мүмкіндігі көрсетілген.

Диссертацияның негізгі тұжырымдары мен нәтижелері:

Кең көлемді фактілік материалдарды синтездеу және оны мұқият талдау арқылы әртүрлі деңгейдегі және маңызды көптеген қорытындылар алынды. Ең маңызды тұжырымдар диссертацияның аннотациясында қорытындыланған:

1. Отандық және халықаралық зерттеулерді талдау Орталық Қазақстанның көмір бассейндері, соның ішінде Майкөбен бассейні мен Шұбаркөл кен орны, көпжылдық аймақтық және егжей-тегжейлі геологиялық барлау нәтижесінде жоғары дәрежеде стратиграфиялық және құрылымдық-геологиялық зерттеумен сипатталатынын көрсетті. Алдыңғы зерттеулер көмірлі қабаттардың литофациялық ерекшеліктерін анықтады және Орталық Азия қатпарлы белдеуінің палеозойлық тектоникалық құрылымдарын мұра еткен мезозойлық континентішілік бассейндерде олардың пайда болуының жалпы заңдылықтарын анықтады.

2. Көмір жинақтау модельдерінің көпшілігі негізінен стратиграфиялық-тектоникалық және литофациялық талдауға бағытталғаны көрсетілді, бұл олардың даму кезіндегі мақсаттар мен әдіснамалық мүмкіндіктер деңгейіне сәйкес келеді. Сонымен қатар, геодинамикалық факторлар және олардың көмірлердің геохимиялық сипаттамаларымен байланысы әдетте фрагменттік түрде қарастырылды және жан-жақты негіздемесі болмады. Ертедегі

геохимиялық зерттеулер негізінен жартылай сандық аналитикалық әдістерге сүйенді, бұл сирек кездесетін, сирек кездесетін жер металдарындағы және маңызды элементтердегі көмірді байытудың ауқымы мен генетикалық сипатын мұқият түсіндіру мүмкіндігін шектеді.

3. ICP-MS, INAA және SEM-EDS әдістерін қолдана отырып жүргізілген заманауи сандық зерттеулер Шұбаркөл кен орны мен Майкөбе бассейнінің көмірлерінде REE, Ge, Sc және онымен байланысты элементтердің жоғары концентрациясының бар екенін растады. Дегенмен, алынған деректер жергілікті сипатта және көп жағдайда бірыңғай стратиграфиялық-геодинамикалық және палеогеографиялық контекстен тыс талданады.

4. Көмір геохимиялық заңдылықтарын литофациялық зонalandырумен, терригендік және жанартаулық материалдар көздерімен және көмір бассейндерінің тектоникалық эволюциясының сатыларымен салыстыратын интеграцияланған тәсілді әзірлеу өзекті ғылыми мәселе болып қала береді. Сирек кездесетін жер және басқа да маңызды элементтердің концентрациясындағы көмірдің органикалық және минералды компоненттерінің рөлі және олардың шөгінді жағдайларымен, тотығу-тотықсыздану ортасымен және постшөгінді трансформациялармен байланысы одан әрі зерттеуді қажет етеді. Орталық Қазақстанда мезозой көмірлі формациялардың пайда болуы аймақтың посторогендік эволюциясы жағдайында болғаны және мезозойда қайта белсендірілген Орталық Азия қатпарлы белдеуінің мұрагерлік ақаулық блогының құрылымымен бақыланғаны анықталды. Тектоникалық процестер шөгінді бассейндердің геометриясын, шөгу режимін және көмір бассейндерінің кеңістіктік таралуын анықтады.

5. Шұбаркөл және Майкөбе көмір бассейндерінің негізінен грабен тәрізді континентішілік бассейндерде посторогендік мезозой плитасының ұзаққа созылған тектоникалық-седиментологиялық дамуы жағдайында қалыптасқаны анықталды, бұл қалың юра көмірлі қабаттарының жиналуына ықпал етті.

6. Көмір бассейндерінің кеңістіктік дифференциациясы және көмірлі қималардың қалыңдығының өзгеруі жарылыс блоктарымен анықталғаны, терең жарылыстар жергілікті шөгу орталықтарының және аллювиалды-көл-батпақты шөгінді орталарының пайда болуын басқаратыны анықталды.

7. Орталық Қазақстанның ірі кратондар арасындағы геотектоникалық орналасуы аймақтың мозаикалық құрылымын, біркелкі емес тік қозғалыстарын және юра көмірінің жинақталуы шоғырланған жергілікті ойпаттардың пайда болуын анықтады. Сарысу-Теңіз көтерілісі көмір бассейндерінің құрылымдық ұйымдастырылуында маңызды рөл атқарды, олардың сегменттелуін, асимметриясын және қималардың қалыңдығының айырмашылықтарын анықтады.

8. Юра кезеңінде көмірдің пайда болуы шөгу мен тектоникалық белсенділіктің кезектесіп фазалары кезінде болғаны анықталды. Климаттық

жағдайлар салыстырмалы түрде қолайлы және тұрақты болды, бірақ тектоникалық бақылауға қатысты бағынышты, өзгертуші рөл атқарды.

9. Шұбаркөл кен орны мен Майкөбен бассейнін салыстыру ұқсас палеоклиматтық жағдайларда көмірлі қабаттардың құрылымындағы, қалыңдығындағы және өнімділігіндегі айырмашылықтар негізінен геодинамикалық факторларға байланысты екені анықталды.

10. Аймақтың геодинамикалық эволюциясы көмір бассейндерінің пайда болуын ғана емес, сонымен қатар көмірлерде микроэлементтердің жиналу жағдайларын да анықтағаны анықталды, бұл олардың геохимиялық мамандануын болжау үшін өте маңызды.

11. Орталық Қазақстандағы мезозой көмірлі шөгінділердің пайда болуының негізгі заңдылықтары геодинамикалық эволюцияның юра кезеңімен байланысты екені анықталды. Бұл кезең континентішілік созылу науаларының дамуымен, соқтығысудан кейінгі құрылымдық қайта құрылумен және шөгінділердің пайда болуын және бассейндерге материалдың жеткізілуін анықтайтын терең жарықтардың белсендірілуімен сипатталды. Бұл кезеңде Шұбаркөл және Майкөбен типті көмірлі шөгінділер пайда болды, олар жарық блоктарымен шектелген.

12. Шұбаркөл көмірінің көздері қышқылдан аралық магмалық жыныстарға және қайта өңделген жер қыртысы материалдарына сәйкес келетіні анықталды (геохимиялық талдау нәтижелері бойынша: $Zr/TiO_2 - Nb/Y$, $La/Th - Hf$ диаграммалары, Winchester & Floyd, 1977 [102]). Деректер нүктелерінің таралуы юра геодинамикалық процестерінің әсерін көрсетеді: жарықтардың белсендірілуі, ұсақ дисперсті жанартау материалының ағыны және континентішілік созылу кезінде жер қыртысы кешендерінің қайта өңделуі. Юра геодинамикалық режимі шөгінді бассейнінің архитектурасын ғана емес, сонымен қатар жоғары өрістік беріктік элементтерімен (Zr , Nb , Y) байытылған терригендік материалдың геохимиялық мамандануын да анықтады.

13. Көмірлі бассейндердегі батпақты және өзендік жүйелер арасындағы өтпелі фациялар анықталды, олар Ce/Ce^* және $LREE/HREE$ қатынастарының жоғары өзгергіштігімен және ауыспалы тотығу және тотықсыздану жағдайларын көрсететін. Бұл органогендік және минералды бекіту механизмдерінің үйлесімі арқылы сирек кездесетін жер элементтерінің локализацияланған жинақталуы үшін перспективалы аймақтар жасайды. Блоктық тектоника және сараланған ойпаттар уранның тұнбаға түсуі мен органикалық заттар мен саз минералдарындағы REE концентрациясы үшін қолайлы, тотығу-тотықсыздану потенциалы төмендеген және аздап қышқыл ортасы бар локализацияланған батпақты және көл-батпақты жағдайларды қалыптастыруға ықпал етті.

14. Зерттелген көмірлердің оң европий аномалияларымен ($Eu = 1.1-2.3$) сипатталатыны анықталды, бұл түзілім суларынан металл жиналуының сутегі механизмін растайды.

15. Шұбаркөл кен орнынан алынған көмірлердің минералогиясы мен петрографиялық құрамы, соның ішінде каолинит, анатаз және циркон, үгілу өнімдері мен жанартаулық материалдың ағынын, жарылым аймақтарындағы сұйықтық ағындарының әсерін және аутигендік және диагенетикалық минералдардың - ЖЭО, Zr, Nb, Y және U тасымалдаушыларының пайда болуын көрсететіні анықталды. Із элементтерінің пайда болуы органикалық заттардың юра тектоникалық белсенділігімен басқарылатын минерал түзуші процестермен әрекеттесуімен анықталады.

16. Кластерлік және факторлық талдау арқылы анықталған әртүрлі зат көздерін және геохимиялық процестердің ерекшеліктерін көрсететін көмірлі қабаттарда петрогендік компоненттер мен із элементтерінің тұрақты байланыстары қалыптасатыны анықталды. Алынған заңдылықтар сирек кездесетін жер және онымен байланысты із элементтерінің жоғары құрамы бар көмір кен орындарын анықтаудың болжамдық критерийлерін әзірлеу үшін негіз болып табылады.

17. Орталық Қазақстандағы көмірлер мен көмірлі жыныстардың минералогиялық зерттеулері диагенетикалық, эпигенетикалық және жергілікті гидротермиялық процестерді қамтитын көп сатылы минерал түзу процесін анықтады. Микроэлементтер мен РЭЭ негізгі концентрациялары көмірдің органикалық заттарында орналасқан диагенетикалық және эпигенетикалық фазалармен және оның минералды матрицамен жанасу аймақтарымен шектелген. Майкубен бассейніндегі көмірлер минералды фазалардың кеңістіктік және генетикалық дифференциациясымен сипатталады, бұл бассейнді геохимиялық мамандануын, соның ішінде Fe, S және онымен байланысты микроэлементтер мен сирек кездесетін жер элементтерінің жиналуын болжайды.

18. Аутигендік каолинит, анатаза және циркон-бадделейит ассоциациясының тектоникалық белсендіру белгілерімен (палигорскит) бірге үйлесімі сирек кездесетін және сирек кездесетін жер элементтерінде көмірді байыту аймақтарын анықтаудың сенімді минералогиялық критерийі ретінде қарастырылуы мүмкін екендігі анықталды.

19. Ті алюмосиликат фазасымен мықты байланысқан (Al_2O_3 -пен $r=0,93$), каолинит құрылымына анатазаның субмикронды қосындылары түрінде енеді.

20. Көмірлердің минералды компоненті негізінен кварц пен каолиниттен тұратыны анықталды. Бұл бастапқы терригендік материалдың жоғары жетілу дәрежесін және палеобазиндердің қоректену аймақтарында қарқынды химиялық үгілуді көрсетеді. Шұбаркөл көмірлерінде кварц пен саз минералдарының генетикалық гетерогенділігі: кластогендік (сырттан шыққан бөтен) және аутигендік (жаңадан пайда болған) кварц анықталды. Жақсы кристалданған вермикулалар мен сферулиттер түріндегі каолинит сұйықтықтардың әсерінен қышқыл ортада ерте диагенетикалық каолинизацияның белсенді процестерін көрсетеді.

21. Жоғары өрісті беріктік элементтерінің (Zr, Hf, Nb, Ta) негізгі тасымалдаушылары циркон және бадделейит (ZrO_2) екені анықталды, бұл көмірлер үшін сирек кездеседі. Бадделейит пен анатаздың (TiO_2) болуы екінші реттік минералданудың және жанартаулық материалдың немесе терең сұйықтықтардың ықтимал әсерінің көрсеткіші болып табылады.

22. Сирек кездесетін жер элементтерінің бекітілуінің жетекші минералды түрі фосфаттар екені анықталды: монацит (жеңіл сирек кездесетін жер элементтерінің – La, Ce, Nd концентраторы) және ксенотим (ауыр сирек кездесетін жер элементтерінің – Yb, Lu және иттрий концентраторы). Олардың аутигендік қабықшалар мен қыртыстар түрінде болуы көмірлену кезінде сирек кездесетін жер элементтерінің органикалық заттардан минералды фазаға қайта бөлінуін растайды.

23. Геодинамикалық, литофациялық, геохимиялық және минералогиялық-геохимиялық параметрлерді кешенді талдау және барлау ерекшеліктері жүйесі әзірленді, бұл мыналарға мүмкіндік береді:

- барлаудың алғашқы кезеңдерінде көмір бассейндерінің болашағын бағалауға;

- сирек кездесетін жер элементтерін қоса алғанда, микроэлементтердің жоғары концентрациясының аймақтарын анықтауға;

- перспективалы бассейндердегі көмірлердің геохимиялық құрамын және жергілікті ауытқуларды болжауға;

- магмалық және вулканогендік материалдарды, сондай-ақ эпигенетикалық және гидротермиялық процестерді зерттеуді қоса алғанда, барлау және бағалау жұмыстарын және одан әрі зерттеулерді жоспарлауды онтайландыруға. Әзірленген критерийлерді қолдану барлау және бағалау жұмыстарына ғылыми негізделген ұсыныстар әзірлеуге, шығындарды азайтуға және көмір бассейнін барлау тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл ерекшеліктерді перспективалы бассейндердегі көмірлердің геохимиялық құрамын болжау және жаңа жергілікті ауытқуларды анықтау үшін пайдалануға болады, бұл көмір геохимиясында және минералогиясында одан әрі іргелі және қолданбалы зерттеулер жүргізуге мүмкіндік береді.