

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS
of the XIX International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024
Астана**

УДК 001

ББК 72

G99

«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-7697-07-5

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001

ББК 72

G99

ISBN 978-601-7697-07-5

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2024**

ЖҮЛДЫЗДАР ЖҮЙЕСІНІҢ ЭВОЛЮЦИЯСЫН ЗЕРТТЕП, ОЛАРДЫҢ МОДЕЛІН ҚҰРАТЫН ӘДІСТЕРГЕ ШОЛУ ЖАСАУ

Ратхан Марғұлан Жасұланұлы

margulan.rathan.kz@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Ақпараттық Технологиялар Факультетінің

магистранты, Астана, Қазақстан

Ғылыми Жетекшісі – Жартыбаева М.Г.

Абстракт

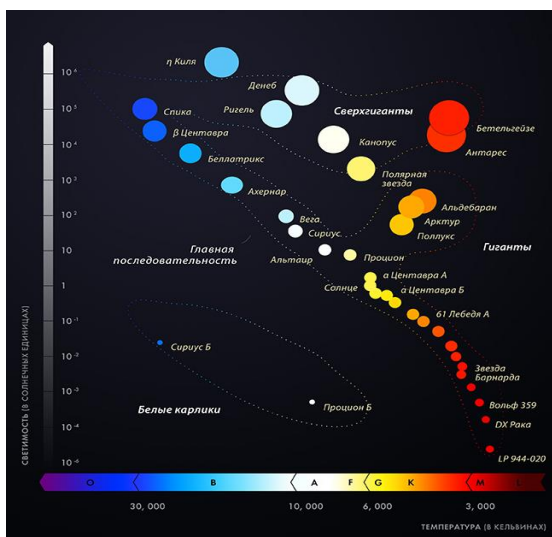
Бұл мақалада жұлдыздар жүйесінің моделін жасау үшін зерттеулер жүргізіліп, эволюцияны есептейтін бірнеше әдістері талданды. Модельді көрсететін программаларға шолу жасалды. Жұлдыздар жүйесінің эволюциясын модельлеу үшін алдымен жұлдыздар барынша зерттелді. Тақырыпты толыққанды түсіну үшін көптеген ғалымдардың зерттеулері қарастырылды. Жұлдыздардың өмірі жалпы сутегі мен жұлдызаралық кеңістікті толтыратын ұсақ қоспалардан тұратын молекулалық бұлттардан басталады. Гравитациялық күштердің әсерінен бұлттардың қысылуы орын алып, тығыз ядролар түзеді. Осы ядролардың ортасында ядролық синтез процесі басталады, егер қоршаған орта ыңғайлы болса, жаңа жұлдыз пайда болады. Зерттеулерді қазір бірнеше аппараттық жүйелермен жүргізуге болады. Оның біреуі Universe Sandbox программасы. Universe Sandbox - Giant Army баспасы меншікті бағдарламалық құрал ретінде әзірлеген ғарыштық денелердің гравитациялық өзара әрекеттесуі мен физикалық қасиеттерін модельдейтін интерактивті бағдарлама. Қолданылатын физика заңдары ауырлық күшінің әсерін, деформацияны, заттардың жер бетіндегі агрегаттық күйлерін, жұлдыздардың эволюциясын және басқа астрономиялық құбылыстарды нақты елестетуге мүмкіндік береді. Пайдаланушы уақытты, кеңістік параметрлерін басқара алады, модельдеу кезінде пайда болған және нақты планеталар, олардың серіктері, жұлдыздар, қара құрдымдар, галактикалар сияқты объектілерді өңдейді және қосады.

Кілттік сөздер: астрономия, жұлдыздар эволюциясы, галактика, қара құрдым, күн, магниттік белсенділік, радиация

Кіріспе

Жұлдыздық популяциялар өткен дәуірлердің баға жетпес мағлұмат ретінде қызмет етеді, олардың қалыптасуы кезіндегі жағдайлар туралы мәліметтерді сақтайды. Спектроскопиялық және фотометриялық деректерді пайдалану астрономдарға әртүрлі популяцияларды анықтауға және олардың шығу тарихын ашуға мүмкіндік беретін жұлдыздарды жіктеуге және талдауға мүмкіндік берді. Осы зерттеулер арқылы Құс жолының жұқа және қалың дискі, ореол және дөңес сияқты әртүрлі құрамдас бөліктерінің пайда болуы байқалады[4]. Күн сияқты жұлдыздардың белсенділігі өте қысқадан өте ұзаққа дейінгі — жұлдыздық және планеталық эволюциялық уақыт шкаласы бойынша өзгереді. Күн жүйесінің тәжірибесі көрсеткендей, жұлдыздардың жарылуы және тәждік массаның лақтырылуы сияқты қысқа мерзімді, өтпелі оқиғалар Жердің орбиталық серіктері мен планеталық атмосфераға әсер ететін қауіпті ғарыштық экологиялық жағдайларды тудырады. Жұлдыздардың жарқырауы сияқты төтенше оқиғалар атмосфералық массаның жоғалуында рөл атқарып, өмір сүруге жарамсыз жағдайлар туғызуы мүмкін. Жұлдыз-планета жүйелерінің бұл біріктірілген эволюциясы, сайып келгенде, планеталық және экзопланетарлық өмір сүру мүмкіндігін анықтайды[1].

Жалпы жұлдыздарды температурасына және жарықтығына қарап осындай диаграммада бөліп көрсете аламыз, ол Герцшпрунг-Рассел диаграммасы (сурет 1).



Сурет 1 Герцшпрунг-Рассел диаграммасы

Бастапқы массасы M , $8M_{\odot}$ (күн массасы) - нан асатын массивтік жұлдыздар ядролық отынды жаққанда, гравитациялық коллапс нәтижесінде артта өте жинақы қалдық, нейтрондық жұлдыз немесе қара тесік қалады. Күн - қазіргі жасы 4,6 миллиард жыл болатын орта жастағы G типті жұлдыз. Бұл белсенді жұлдыз, оның магниттік белсенділігі оның радиациялық, электромагниттік және бөлшектердің шығуында қысқа мерзімді және ұзақ мерзімді ауытқуларды тудырады. Кейде Күндегі магниттік құрылымдар магниттік дауылдарды тудырады - алаулар мен тәждік массаның лақтырылуы (CMEs) - олар қарқынды радиацияның шығуымен, күн энергиясының бөлшектерімен (SEPs) және планеталық кеңістікті бұзатын магниттелген плазма ағынымен бірге жүреді[2]. Ядролық жану және басқа процестер нәтижесінде жұлдыздарда пайда болатын энергия сыртқы қабаттарға тасымалдануы керек. Бұл процеске жауапты үш негізгі механизм конвекция, өткізгіштік және сәулелену болып табылады. Жұлдыздық эволюция кодтарының көпшілігінде конвекция ұзындықты араластыру теориясы деп аталатын қарапайым, бірақ сәтті формализм арқылы модельденеді[3]. Құс жолындағы жұлдыздардың жас ерекшеліктері оның пайда болу тарихы мен эволюциялық процестерін ашудың кілті болып табылады. Жұлдызды ғасырлар жұлдыздардың пайда болу оқиғаларының хронологиясы, галактикалық компоненттердің өзара әрекеті және ғарыштық уақыт шкалаларында галактиканы қалыптастырған негізгі механизмдер туралы түсінік береді. Бұл есеп галактикалық археология контекстінде жұлдыздық жастың таралуының үш маңызды аспектісін қарастырады: жұлдыз жасы-металлды қатынасы, жасты анықтау әдістері (изохронды фитинг және астеросейсмология) және әртүрлі галактикалық компоненттердің хронологиясы[5]. Магниттік өрістер жұлдыздар эволюциясына айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Күн тәріздес жұлдыздардың айналу эволюциясы негізінен магнит өрісінің эволюциясымен байланысты екені көптен белгілі. Күннің баяу айналу жылдамдығы магниттік тежеудің нәтижесі ретінде түсінілді [6].

Қазіргі уақытта астрофизиктер қос қара тесіктер мен нейтрондық жұлдыздардың ингаляциясы мен қосылуы кезінде шығарылатын бірқатар гравитациялық толқындарды анықтады[11].

METISSE бір жұлдыз эволюциясының коды ретінде

METISSE (METHod of Interpolation for Single Star Evolution) – жұлдыздардың эволюциясының 1D кодтарымен есептелген соңғы модельдер жиынтығын интерполяциялау арқылы көптеген жұлдыздардың эволюциясын жылдам есептей алатын синтетикалық жұлдыздар эволюциясының коды (сонымен бірге жұлдыздар эволюциясының егжей-тегжейлі кодтары ретінде белгілі). METISSE BSE және NBODY6 сияқты популяциялық модельдеу кодтарындағы SSE фитинг формулаларына балама ретінде қызмет ету үшін әзірленген[7]. METISSE үш минуттан аз уақыт ішінде 10 000 жұлдызды дамыта алады. Ең бастысы, ол

жұлдыздардың қасиеттерін болжау үшін жұлдыздық модельдер жиынтығын пайдалана алады — бұл массивтік жұлдыздар үшін өте маңызды.

HOSHI әдісі

Жұлдыздық модельдердің уақыт эволюциясын есептеу үшін біз HOSHI 1D жұлдыздық эволюция кодын қолданамыз[8]. Код итеративті түрде массаның сақталуының төрт құрылымдық теңдеуін, гидростатикалық немесе гидродинамикалық түрдегі импульс тепе-теңдігінің теңдеуін, энтропия теңдеуі түріндегі энергияның сақталу теңдеуін және энергияны тасымалдау теңдеуін Хенье әдісі деп аталатын әдіспен шешеді. Кодтағы күй теңдеуі фотондардың, орташаланған ядролардың, электрондардың және позитрондардың идеал газдарының қоспасынан тұрады[9].

MESA (Modules for Experiments in Stellar Astrophysics) әдісі

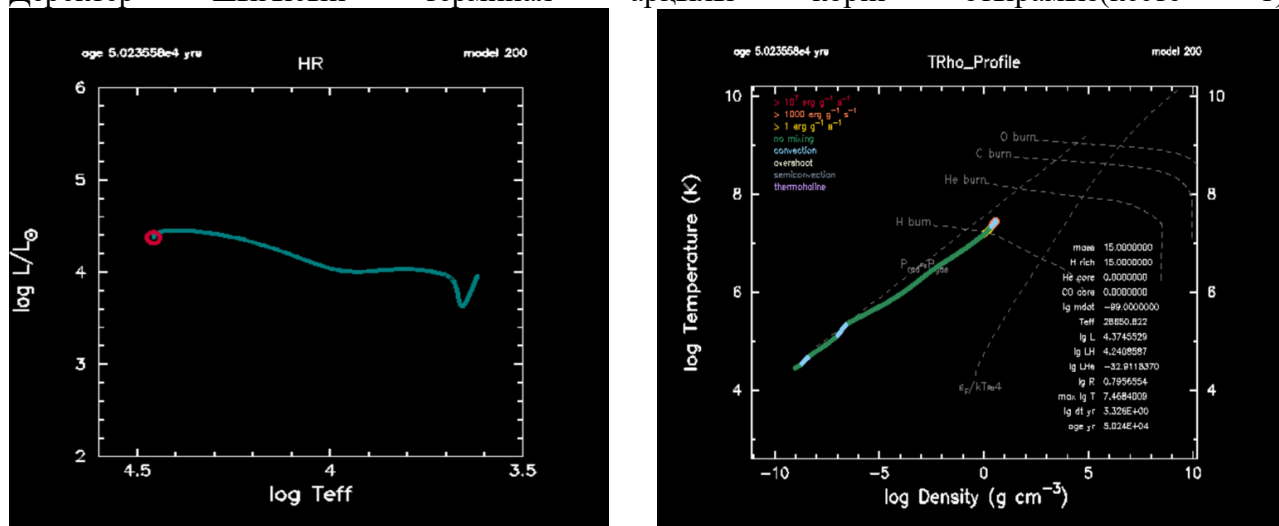
Бұл зерттеуде Seblu H. Negu және Solomon Belay Tessema [10] орбиталық бұрыштық импульс эволюциясы бар жартылай бөлінген екілік жүйелердегі тұрақты масса алмасуды анықтау үшін MESA екілік жұлдыз эволюциясының кодын сынады.

Жұлдызды астрофизикадағы эксперименттерге арналған модульдер дегенді білдіретін MESA — жұлдыздардың астрофизикасын зерттеуге арналған бағдарламалық құрал. Ол ғалымдарға әртүрлі жағдайларда жұлдыздардың эволюциясын модельдеуге және зерттеуге мүмкіндік беретін құралдар мен модульдердің жиынтығын ұсынады. MESA әсіресе жұлдыздардың өмірлік циклдерінің әртүрлі кезеңдерінде, негізгі реттілік фазасынан жұлдыздар эволюциясының соңғы сатыларына дейін, оның ішінде суперновалар мен жұлдыз қалдықтарын қоса алғанда, ішкі құрылымы мен эволюциясын модельдеу үшін өте пайдалы.

Жалпы алғанда, MESA жұлдыздардағы күрделі процестерді модельдеу және зерттеу үшін жан-жақты және қуатты құралды ұсына отырып, жұлдыздар астрофизикасын түсінуді жетілдіруде шешуші рөл атқарады.

MESA ны пайдалану

MESA SDK сын жүктеп алу арқылы біз бұл бағдарламаны пайдалана аламыз. Бұл біз негізгі реттілік үлгісінен 15 күн массасы жұлдызын құру үшін қолданатын опциялар, содан кейін біз нөлдік жастағы негізгі тізбекке (ZAMS) жеткенде эволюцияны тоқтатамыз (сурет 2). Деректер шығысын терминал арқылы көріп отырамыз(кесте 1).



Сурет 2 Жұлдыз эволюциясын құру барысы

MESA жүйесінде орындалған есептеулер жұлдыздардың эволюциясы кезінде болатын процестерді сипаттайтын математикалық және физикалық формулалардың комбинациясын қамтиды. Міне, жұлдыздар эволюциясының модельдеуінде жиі қолданылатын негізгі формулалар мен физика принциптерінің кейбірі:

Гидростатикалық тепе-теңдік: Бұл принцип жұлдыздың ішіндегі қысым градиенті жұлдыз құрылымын сақтай отырып, тартылыс күшін теңестіретінін айтады. Гидростатикалық тепе-теңдік формуласы:

$$\frac{dP}{dr} = \frac{-G \cdot m(r) \cdot \rho(r)}{r^2}$$

Мұндағы, G- гравитациялық тұрақтылық, P – қысым, m(r) – r радиусы шегінде қамтылған масса, ρ(r) – тығыздық

Кесте 1

step	lg_Tmax	Teff	lg_LH	lg_Lnuc	H_rich	H_cntr
lg_dt_yrs	lg_Tcntr	lg_R	lg_L3a	lg_Lneu	He_core	He_cntr
age_yrs	lg_Dcntr	lg_L	lg_LZ	lg_Lphoto	CO_core	C_cntr
200	7.468401	2.865E+04	4.240859	4.240859	15.000000	0.699697
3.3257E+00	7.468401	0.795655	-32.911837	3.063854	0.000000	0.280004
5.0236E+04	0.611187	4.374553	-99.000000	-99.000000	0.000000	0.001654

Терминалдағы деректер шығысы

Бұл кесте симуляцияның әртүрлі кезеңдеріндегі жұлдыз моделі туралы толық ақпарат береді, бұл зерттеушілерге уақыт бойынша жұлдыз қасиеттерінің эволюциясын бақылауға мүмкіндік береді.

Мұндағы, step: Модельдеу кезінде қадам нөмірін немесе итерацияны көрсетеді, lg_Tmax: Жұлдыздағы максималды температураның логарифмі, teff: жұлдыздың тиімді температурасы, lg_LH: сутегінің жануына байланысты жарықтылықтың логарифмі, lg_Lnuc: ядролық реакциялардың жалпы жарқырауының логарифмі, Mass: Күн массасындағы жұлдыздың массасы, H_rich: бетіндегі сутегінің үлесі, H_cntr: орталықтағы сутегінің үлесі, N_cntr: Орталықтағы азоттың үлесі, Y_surf: бетінде гелийдің көптігі.

Қорытынды. Мақалада жұлдыздар температура мен жарықтық сияқты әртүрлі сипаттамаларда ерекшеленетінін көрсетті, бұл оларды Герцшпрунг-Рассел диаграммасында ажыратуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, конвекция, өткізгіштік және сәулеленуді қоса алғанда, жұлдыздардың сыртқы қабаттарына энергияны тасымалдауға жауапты механизмдер талданады. Ғарыштық уақыт шкалаларында жұлдыздардың пайда болу процестерін және галактикалардың эволюциясын түсіну үшін жұлдыз жасының маңыздылығы атап өтілді. Магниттік өрістердің жұлдыздар эволюциясындағы рөлі және олардың жұлдыздық жүйелердің сипаттамаларына әсері де қарастырылады. Жұлдыздардың эволюциясы мәселесін шешу үшін кең ауқымда жұлдыздық жүйелердің дамуын модельдеуге және болжауға мүмкіндік беретін METISSE, HOSHI және MESA сияқты әртүрлі әдістер қарастырылды. MESA, HOSHI және METISSE астрофизикада қолданылатын бағдарламалық құралдардың барлығы болғанымен, олар фокустары, әдістемелері және мақсатты қолданбалары бойынша ерекшеленеді. MESA – жұлдыздар эволюциясын модельдеуге әмбебап. Нәтижелер MESA сенімділігі жоғары екенін және қос жұлдызды жүйелердің динамикасын зерттеу үшін қолдануға болатынын көрсетті.

METISSE, синтетикалық жұлдыз эволюциясының коды ретінде, ақырлы модельдер жиынтығын интерполяциялау арқылы жұлдыздық жүйелердің эволюциясын жылдам есептеу қабілеті үшін бағаланды. Нәтижелер METISSE үлкен көлемдегі деректерді тиімді өңдеуге және жұлдыздық жүйелердің қасиеттерін болжауға қабілетті екенін көрсетті, әсіресе массивтік жұлдыздар үшін маңызды. Екінші жағынан, массаның, импульстің, энтропияның және энергияның басқарушы сақталу теңдеулерінің итеративті шешімін қолданатын HOSHI әдісі жұлдыздық модельдердің уақыт эволюциясын модельдеудегі дәлдігі үшін бағаланды. Нәтижелер HOSHI әдісінің бақыланатын деректермен жақсы келісімді қамтамасыз ететінін және ұзақ мерзімді эволюциялық процестерді талдау үшін тиімді қолдануға болатындығын көрсетті. MESA әдісі де қаралды және жартылай бөлінген екілік жүйелердегі масса алмасудың тұрақтылығы үшін сынақтан өтті, HOSHI астеросейсмологияны зерттеуге маманданған.

Осылайша, бұл зерттеу галактикалардың қалыптасуы мен эволюциясын түсіну үшін жұлдыздар популяциясын зерттеудің маңыздылығын көрсетеді, сондай-ақ жұлдыздар астрофизикасын модельдеу және талдау әдістерін дамытуға қосқан үлесін білдіреді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Dibyendu Nandy , Petrus C. H. Martens, Vladimir Obridko, Soumyaranjan Dash and Katya Georgieva (2021)
2. Schwenn R (2010) Space weather: the solar perspective. Living Rev Solar Phys
3. Addari, Francesco, Marigo Paola, Bressan, Alessandro, 2024, The Role of the Third Dredge-up and Mass Loss in Shaping the Initial–Final Mass Relation of White Dwarfs, 17, 13
4. Collazos Rozo J. Alfredo, Galactic Archaeology: Tracing the Milky Way's Formation and Evolution through Stellar Populations
5. Minchev, I., & Famaey, B. (2010). Constraints on the Galactic Bar from the Hercules Stream as Traced with RAVE across the Galaxy. The Astrophysical Journal Letters, 722(2), L233.
6. DuPont, Marcus, MacFadyen, Andrew, Stars Bisected by Relativistic Blades, 2023, The Astrophysical Journal Letters, Volume 959, Issue 2, id.L23, 7 pp.
7. Aarseth S. J., 2003, Gravitational N-Body Simulations: Tools and Algorithms. Cambridge Monographs on Mathematical Physics, Cambridge University
8. Takahashi, K., Yoshida, T., Umeda, H., Sumiyoshi, K., & Yamada, S. 2016
9. Mamedov, Bahtiyar A, The general analytical expression for computation of generalized relativistic Fermi-Dirac functions, 2022, New Astronomy, Volume 97, article id. 101874.
10. Seblu H. Negu and Solomon Belay Tessema, Testing stellar evolution models
11. Taylor S R, Gerosa D. Mining gravitational-wave catalogs to understand binary stellar evolution: A new hierarchical Bayesian framework. Physical Review D, 2018, 98(8): 083017.

БАЛҚАШ МЫС ҚОРЫТУ ЗАУЫТЫНДАҒЫ ВАНЮКОВ ПЕШІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУЫН ЖЕТІЛДІРУ

Сапарбек Бахберген, Үсенбаева Т.Т.

sbaha0124@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университетінің Ақпараттық технологиялар факультетінің 2-курс магистранты
Ғылыми жетекшісі – Ускенбаева Г.А

Ауыр түсті металдар металлургиясы саласындағы маңызды әлемдік жетістіктердің бірі сульфидті концентраттарды балқытудың автогендік процестерінің әртүрлі нұсқаларын әзірлеу және өнеркәсіптік игеру болып табылады. "Балқытудың автогендік процестері" термині осы жерде және одан әрі түсті металдардың сульфидті концентраттарын балқытудың барлық түрлерін білдіреді (тоқтатылған күйде, циклонды және құйынды камераларда, балқымаларда) [1-3]. Бұл процестердің ең көп кездесетін ерекшелігі-металл сульфидтерінің тотығуы мен қождың пайда болуының экзотермиялық реакцияларының жылуын пайдалану арқылы сульфидті шикізаттың өзіндік энергетикалық ресурстарын барынша пайдалану.

Ванюков процесінің басқа автогендік тәсілдерге қарағанда негізгі артықшылықтары: шикі (8% ылғал) және кесек шикіқұрамды балқыту мүмкіндігі, жоғары үлестік өнімділік, төмен шаң шығару, балқымадағы физика-химиялық процестердің ерекшеліктері және агрегаттың қож бен Штейннің құйылуын ұйымдастырумен үздіксіз режимде жұмыс істеуі болып табылады [4-6].

ВП-де балқытуды басқаруды қазіргі уақытта ауысым шебері немесе оператор бақылау-өлшеу аспаптарының (БӨА) көрсеткіштерін (ауа -, оттегі жүйелеріндегі қысым мен шығыстар) тәжірибесі мен субъективті талдау негізінде жүзеге асырады- және т.б.) көзбен шолып бақылау деректері (балқыманың деңгейі, балқыманың температурасы, тиеу жүйесінің жай-күйі және т. б.), технологиялық процестің жекелеген құрамдас бөліктерінің жай-күйі туралы қызмет көрсетуші персоналдың үлкен кешігумен келіп түсетін химиялық талдаулардың нәтижелері, сондай-ақ материалдық және жылу баланстарының алдын ала есептеулері негізінде.

Температуралық жағдайлар, темір сульфидтерінің тотығуы есебінен термиялық тепе-теңдікті сақтау, концентраттардағы ылғалдылық пен кремний оксидін бақылау ВП пештерінің