

## ОЗОН ҚАБАТЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ОНЫ САҚТАУДЫҢ ЖОЛДАРЫ

Дарьябай Иманғали

«География» білім бағдарламасының 1 курс студенті  
Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау қаласы, Қазақстан  
республикасы

Ғылыми жетекшісі, п.ғ.к., к/ профессор Баймұқашева Ғ.Қ.

Бұл мақалада Озон қабатының қазіргі жағдайы және оны сақтау жолдары туралы ғалымдардың еңбектеріне талдай жасай отырып, антропогендік заттардың шығарылуы салдарынан озон қабатының жұқаруы және озон тесіктерінің пайда болуы ғаламдық экологиялық мәселеге айналғанын және оны қалпына келтіру жолдарын тұжырымдайды.

### Кіріспе

#### Зерттеудің көкейкестілігі

Озон қабаты Жердегі тіршілікті ультракүлгін (УК) сәулелердің жойқын әсерінен қорғайтын табиғи қалқан болып табылады. XX ғасырдың екінші жартысында хлорфторкөміртектен (ХФК) сияқты антропогендік заттардың шығарылуы салдарынан озон қабатының жұқаруы және озон тесіктерінің пайда болуы ғаламдық экологиялық мәселеге айналды. Озонның азаюы адам денсаулығына (тері обыры, катаракта), экожүйелерге (теңіз планктоны, дақылдар) және климатқа тікелей әсер етеді. 1987 жылғы Монреаль хаттамасының арқасында жағдай жақсарғанымен, қабаттың толық қалпына келуі әлі ұзақ мерзімді үдеріс. Сондықтан, озон қабатының қазіргі динамикасын, оған әсер ететін жаңа факторларды (мысалы, климаттың өзгеруі) және халықаралық келісімдердің тиімділігін ғылыми тұрғыдан талдау және оны сақтаудың тиімді жолдарын ұсыну өзекті болып табылады.

**Зерттеу нысаны (объектісі):** Жердің стратосферасындағы озон қабаты.

**Зерттеу пәні:** Озон қабатының қазіргі химиялық және физикалық жағдайы (қалыңдығы, озон тесіктерінің көлемі мен орналасуы), оған әсер ететін антропогендік және табиғи факторлар (ХФК-лардың мөлшері, стратосфералық температура), және оны қалпына келтіру стратегияларының тиімділігі.

**Зерттеу мақсаты:** Озон қабатының 2020-2025 жылдар аралығындағы жағдайын жан-жақты талдау, оның қалпына келу динамикасына әсер ететін негізгі факторларды анықтау және озонды бұзатын заттарды (ОБЗ) бақылау бойынша ұсыныстар жасау.

#### Зерттеу міндеттері:

1. Озон қабатының табиғи түзілу және ыдырау механизмдеріне теориялық талдау жасау.
2. Монреаль хаттамасының қазіргі кезеңдегі орындалуын және әлемдік ОБЗ шығарындыларына әсерін зерттеу.
3. Ғарыштық және жер үсті бақылау деректерін (мысалы, NASA, NOAA деректері) пайдалана отырып, Антарктикалық және Арктикалық озон тесіктерінің соңғы бес жылдағы динамикасын салыстырмалы талдау.
4. Климаттың өзгеруінің (парниктік газдардың көбеюі) стратосфералық температура мен озон қабатының қалпына келу қарқынына әсерін бағалау.
5. Озон қабатын сақтау бойынша практикалық және әдістемелік ұсыныстарды тұжырымдау.

**Зерттеудің ғылыми болжамы:** Егер Монреаль хаттамасының талаптары қатаң сақталса, сондай-ақ, озон қабатының қалпына келу үдерісі климаттың өзгеруіне (әсіресе стратосфералық салқындауға) байланысты келесі онжылдықта болжанғаннан тезірек жүруі мүмкін.

## **I Озон қабатының химиясы және оның азаюының тарихи негіздері**

### **1.1. Озонның стратосферадағы табиғи түзілуі және озон қабатының физикалық құрылымы және маңыздылығы**

Атмосфераның озон қабаты үш атомдық оттегіден тұратын 22-25 км биіктіктегі қабаты. Озон ( $O_3$ ) – өткір иісті, бұл газдың атауы өзіне тән ерекше иісіне байланысты аталған (грекше – озон сөзі «иісті» деген мағана береді). Ультракүлгін және электр зарядтарының әсерінен табиғи жағдайда түзілетін аллотропты оттегінің түрі болып табылады.

**Стратосфералық озонның мөлшері өте аз. Қысым қалыпты болғанда, сондай-ақ температура  $0^{\circ}C$  болғанда, стратосфералық озонды 3 мм қабатқа жинауға болады (300 Добсон бірлігіне тең).**

Озонның пайда болу үрдісіне тоқталсақ, ол оттегі молекулаларының ( $O_2$ ) және оттегінің жеке атомдарының қосылуынан түзіледі. Күн сәулесінің әсерінен оттегінің молекуласы ажырап, 2 оттегінің атомын түзеді. Ал бос оттегі атомдары басқа  $O_2$  молекуласымен қосылып, озон молекулаларын ( $O_3$ ) түзеді. Оны мынадай формула түрінде түсіндіреміз:  $O + O_2 = O_3$

Озонды бұзатын заттарға — хлорфторкөміртектер (ХФК), олар атмосфераға пайда болғаннан кейін стратосферада көп уақыт бойы сақталады және озон молекулаларын ыдыратады.

### **1.2 Озон тесіктері мәселесінің пайда болуы және Монреаль хаттамасының қабылдануы (тарихи шолу)**

Ғалымдар 1975 жылдан бері Антарктидада әр көктем сайын озонның жалпы мөлшері азаятынын зерттеу барысында анықтаған. Он жыл бойы ғалымдар қоғамға жария етпеген. 1985 жылы ғана «Табиғат» журналында ағылшын ғалымы Дж. Фарман бұл феномен туралы бүкіл дүниежүзін хабардар етті. Журналистердің «озон ойығы» деген терминдерімен жан-жақты қолданыс тауып кетті. Ғалымдар пікірінше бұл нақты табылған термин емес, себебі озонда ешқандай ойық болмайды. «Озон ойығы», яғни құрамында озон мөлшері аз облыстар аумағы барған сайын ұлғайып келеді. Антарктидада озон концентрациясының азаюы жылына 4%-ке жетіп отыр.

Озон қабатындағы озон концентрациясы 1% - ке кемісе, ультракүлгін сәулелерінің жер бетіне түсуі 1,4-2,5 %-ке артатыны белгілі болды. Бұл планета бойынша онкологиялық тері ауруларының, көздің катаракта ауруларының артуына себепші болады. Бақылау мәліметтері бойынша, 1994 жылы Оңтүстік жарты шарда (Антарктида белдеуінің сыртында) озон қабатының жұқаруы 1-13%-ға жеткен.

1987 жылдың 16 қыркүйек айындағы Монреаль конференциясының хаттамасы бойынша хлорфторкөміртегілерді қолдануды 1998 жылға дейін екі есеге дейін кеміту мақсаты қойылған болатын. Монреаль хаттамасы ең сәтті экологиялық келісім болып табылады.

Дүниежүзілік метеорологиялық ұйым (ДМҰ) және БҰҰ Қоршаған ортаны қорғау бағдарламасы ең жақсы қол жетімді ғылыми білімді жинақтауға, сондай-ақ төрт жылда бір рет өтетін озон қабатының жұқаруына бірлесіп демеушілік етеді.

Ғалымдарлық болжамы бойынша қазіргі саясат сақталса, 2022 жылғы бағалауға сәйкес, озон қабаты Антарктидада шамамен 2066 жылға қарай, Арктикада 2045 жылға қарай қалпына келеді деп болжануда. Келесі бағалау 2026 жылы болады.

Озон ойығының ең үлкен тарихи көлемі, 2000 жылдың қыркүйегінде болды – 28,4 млн шаршы км. Бұл Еуропа территориясынан екі есе үлкен.

Стратосферадағы озон қабатының жұқаруы, жердің екі жарты шарында да жүреді. Дегенмен Солтүстік шарға, яғни Арктикаға қарағанда Антарктидада көбірек байқалады. Себебі озон ойығының пайда болуына стратосфера температурасыда әсер етеді. Температура  $-78^{\circ}C$ -тан төмен түскенде, полярлық стратосфералық бұлттар пайда болады,

бұл озонның жұқаруын күшейтеді. Антарктидада үнемі төменгі температураның болуы , олардың пайда болуын күшейтеді. Ал Арктика жыл сайын метеорологиялық өзгерістіктің жоғарлауымен ерекшеленеді.

Добсон бірліктері (ДБ) біздің үстіміздегі ауадағы озонның мөлшерін анықтайды. Озонның орташа жалпы концентрациясы, дүниежүзілік масштабта әдетте шамамен 300 ДБ құрайды. Поллюстер маңында озон деңгейі жоғары болады да, экватор маңында төмендейді.

Кесте 1- NASA озон бақылау орталығының мәліметтері

Жыл	Озон тесігінің аймағы (млн км <sup>2</sup> )	Озонның минимальды мөлшері (DU)
	07 қыркүйек – 13 қазанға дейін	21 қыркүйек-16 қазанға дейін
2000 ж.	28.4	98,7
2001 ж.	25.0	100.9
2002 ж.	12.0	157.4
2003 ж.	25.8	108.7
2004 ж.	19.5	123.5
2005 ж.	24.4	113.8
2006 ж.	26.6	98.4
2007 ж.	22.0	116.2
2008 ж.	25.2	114.0
2009 ж.	22.0	107.9
2010 ж.	19.4	128.5
2011 ж.	24.7	106.5
2012 ж.	17.8	139.3
2013 ж.	21.0	132.7
2014 ж.	20.9	128.6
2015 ж.	25.6	117.2
2016 ж.	20.7	123.2
2017 ж.	17.4	141.8
2018 ж.	22.9	111.8
2019 ж.	9.3	167.0
2020 ж.	23.5	102.6
2021 ж.	23.3	103.3
2022 ж.	23.2	112.5
2023 ж.	23.1	115.2
2024 ж.	19.6	121.0
2025 ж.	18.7	138.3

## II Озон қабатының қазіргі жағдайына жүргізілген талдау (Тәжірибелік-Эмпирикалық бөлім)

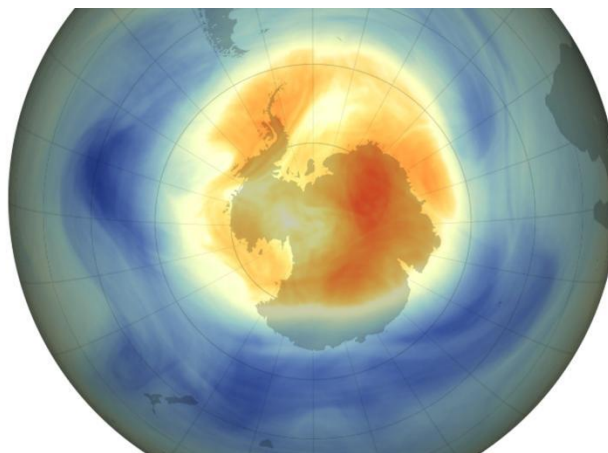
### 2.1 Зерттеу әдістемесі және ақпарат көздері

- Әдістер: Жүйелік талдау, статистикалық салыстыру, деректерді визуализациялау, бақылау (спутниктік деректер негізінде).
- Дереккөздер: NASA AURA спутнигі, NOAA жерүсті станциялары, WMO (Дүниежүзілік метеорологиялық ұйым) есептерінің деректері.
- Кезең: 2020-2025 жылдар.

АҚШ Ұлттық және атмосфералық басқармасымен мен NASA озон тесігінің 1992 жылдан бергі бесінші ең аз ойық екенін, яғни Монреаль хаттамасы күшіне еніп, ОБЗ біртіндеп жою арқылы жеткен жетістік екенін мәлімдеді.

Коперник атмосферасының бақылау қызметі (СAMS) Антарктикадағы 2025 жылғы озон ойығының 1 желтоқсанда аяқталғанын, деректерді салыстыру негізінде 2019 жылдан бергі ең ерте жабылғанын растады.

Сонымен, Қоршаған орта үшін өте жағымды жаңалық (2025 жылғы 12 желтоқсанда) Антарктикадағы озон тесігі салыстырмалы түрде кішкентай болғанын жариялады. Жердің күннен қорғайтын қалқанын қалпына келтірудің ұзақ мерзімді үрдісін растайды.



Сурет 1 – Озон тесігінің Оңтүстік полюстегі 2025 жылғы пішіні

Бұл суретте Оңтүстік полюс үстіндегі озон тесігінің 2025 жылғы ең жоғары күніне жеткендегі өлшемі мен пішіні көрсетілген. Озонның орташа жоғалуы (қызғылт сары түспен белгіленген), озонның күштірек жоғалу аймағы қызғылт түспен белгіленген [NASA Жер обсерваториясы, Лорен Дофин].

Антарктида және Арктика, яғни полярлы аймақтарда суық температуралар әсерінен стратосфералық бұлттар түзіледі. Мұндай, бұлттар хлор молекулаларын белсендіріп, озон қабатының бұзылуына себепші болады.

### **Қорытынды**

Біз зерттеу барысында озон қабатының Монреаль хаттамасының табысты орындалуының нәтижесінде баяу, бірақ тұрақты қалпына келе жатқанын және біршама жетістіктерге жеткенін айқындадық.

Алайда, озон тесіктерінің көлемі мен тереңдігі жыл сайынғы ауа-райына және стратосфералық температураға қатты тәуелді болып қалады, бұл оның толық қалпына келу уақытын өзгертуі мүмкін.

Сондай-ақ зерттеу жұмысымыз ХФК-11 сияқты ОБЗ-ның заңсыз шығарындыларының және климаттың өзгеруіне байланысты стратосфералық салқындаудың озон қабатының болашағына әсер ететін негізгі екі қарама-қайшы фактор екенін анықтады.

Жүргізілген зерттеу жұмыстары озон қабатын сақтау бойынша зерделенген жұмыстар негізінде бірқатар ұсыныстар жасауға мүмкіндіктер берді:

**Ғылыми ұсыныстар:** Стратосфералық ұшу аппараттарынан шығатын азот оксидтерінің әсерін тереңірек зерттеу.

**Практикалық ұсыныстар:** Дамыған елдерге Кигали түзетуін толығымен және тез арада ратификациялауды және орындауды күшейту, ОБЗ-ның жаңа заңсыз шығарындыларын бақылау жүйесін жетілдіру.

**Ағартушылық ұсыныстар:** Озонды бұзбайтын, климатқа зияны аз балама технологияларды (мысалы, тоңазытқыштарда) қолдану туралы қоғамдық ақпаратты тарату. Мектеп оқушыларын жаһандық маңызы бар мәселелерді түсінуге және олардың шешімін табуға деген ынтасын қалыптастыру. Зерттеліп отырған мәселе күрделі болғандықтан, оның барлық салаларын терең қамту мүмкін емес. Біз озон қабатын қорғау

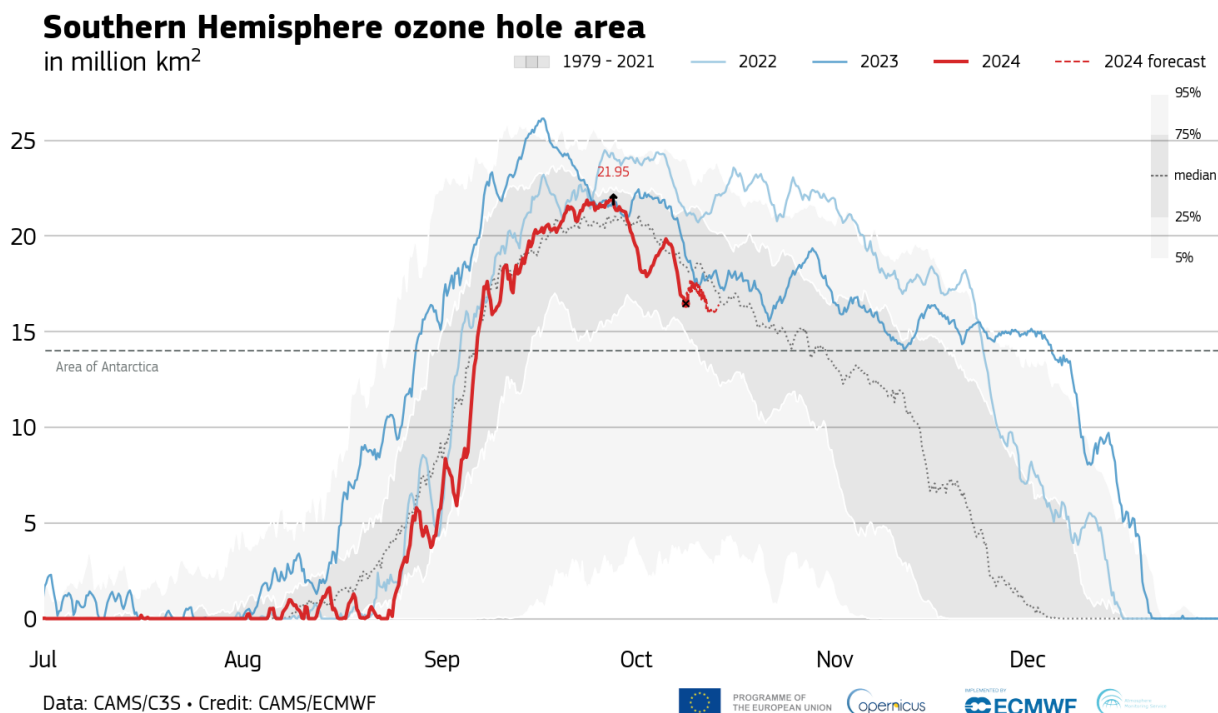
сияқты мәселені шешудің мүмкін бір нұсқасын зерделедік. Зерттеу жұмысымызда мәселенің айқындалған жақтары келешекте орта мектепте жоғары сынып оқушыларын қоршаған ортаны, жаһандық экологиялық мәселелерді зерттеу жұмысына негіз бола алады деп есептейміз.

### Пайдаланылған деректер тізімі:

1. В.В.Братков, Н.И.Овиденко «Геоэкология» - Алматы, 2014. – 264 б.
2. [Монреаль хаттамасының және оған енгізілген Кигали түзетуінің ресми мәтіндері]
3. [NASA, NOAA және WMO-ның озон қабаты туралы соңғы ғылыми есептері (2020-2025)]
4. [Озон химиясы, стратосфералық динамика және климат арасындағы байланыс туралы негізгі ғылыми мақалалар]
5. Дүниежүзілік метеорологиялық ұйым (ДМҰ). Озон қабатының жұқаруын ғылыми бағалау. Қысқаша мазмұны. 2022.
6. <https://ozone.unep.org/science/assessment/sap>
7. <https://www.csl.noaa.gov/assessments/ozone/2022>
8. Үсен Қ. т.б. Геоэкология. Оқулық. –Алматы, 2012
9. Чигаркин А.В.Геоэкология и охрана природы Казахстана. -Алматы, 2003. -338 б.

### Қосымша 1

Оңтүстік жарты шардағы озон тесігінің 2020-2024 жылдардағы ең үлкен көлемін көрсететін графиктер.



### Қосымша 2

Оңтүстік жарты шардағы озон тесігінің максималды көлемі, 1979 жылдан 2024 жылға дейін

