



Ғылыми мақала

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АУАСЫН ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫҢ КЕҢІСТІКТІК-УАҚЫТТЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІН КАРТОГРАФИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Брысжан Жакыпбек* PhD, Еркежан Е. Бегимжанова , Гульмира Б. Кезембаева PhD,
Серик В. Турсбеков т.ғ.к., Женис Т. Кожаев PhD

Satbayev University, Алматы, Қазақстан; y.zhakypbek@satbayev.university (ЫЖ), y.begimzhanova@stud.satbayev.university (ЕЕБ),
g.kezembayeva@gmail.com (ГБК), s.tursbekov@satbayev.university (СВТ), zh.kozhayev@satbayev.university (ЖТК)
Автор корреспонденциясы: Брысжан Жакыпбек, y.zhakypbek@satbayev.university

ТҮЙІН СӨЗДЕР:

экология
қалалық аумақтар
экологиялық әсер
ЖЭО
халық денсаулығы
ластану
карта

АБСТРАКТ

Біздің заманымызда ең үлкен қасіреттердің бірі ауаның жаппай ластануы болып табылады, ол климаттың өзгеруіне әкеліп соғады, сонымен қатар аурушаңдық пен өлім-жітімнің артуын жылдамдатып халықтың денсаулығына кері әсер етеді. Ғылыми мақалада соңғы жылдардағы Алматы қаласындағы халық санының артуы, автокөлік, ЖЭО және жеке сектордағы үйлердің сапасыз көмір жағуына байланысты Алматы қаласы ауасының ластануы мен тұрғындарының денсаулығына кері әсер еткендігі туралы мәселелер қарастырылған. Сондай-ақ көмірмен жұмыс істейтін электр станцияларының шығарындылары атмосфераға көтерілетін және планетаны жылытуға көмектесетін парниктік газдардың пайда болуына ықпал етіп, қала халқының өмір сүруіне қиындықтар тудырады. Сонымен қатар экологиялық ластанудан атмосфералық ауада SO_2 , CO_2 , NO_2 , $PM_{2.5}$ және PM_{10} сияқты қауіпті классқа жататын элементтерінің шектен тыс артуы, халық ортасында бронхит, инфекциялық бронхит, пневмония және өкпенің созылмалы ауруларының жиіленуіне алып келетіндігі келтірілген. Автокөліктің пайдаланылған газдары мен ЖЭО шығарындыларының атмосфералық ауаға әсер ету деңгейлері талданып зерделенді. Алматы қаласының атмосфералық ауаның сапасын, қалалық экожүйелерді қорғау мен қалпына келтіру, урбанизацияланған аумақтарда адам үшін жайлы, экологиялық қауіпсіз өмір сүру ортасын құру және қолдау жөніндегі іс-шараны енгізуде ластану дәрежесін дәл картаға түсіру мен әсерін нақты бағалауда қаланың 2016...2024 жылдардағы статистикалық деректер негізінде экологиялық карталар құрастырылды. Бұл карталар урбанизацияның табиғи ортаға антропогендік әсерін төмендету жөніндегі шешімдерді әзірлеу мен экологиялық тепе-теңдікті сақтауда жылдам, әрі нақты жобаларды дайындауға мүмкіндік береді.

Мақала жайында:

Жіберілді: 27.01.2025
Қайта қаралды: 16.03.2025
Қабылданды: 27.03.2025
Жарияланды: 31.03.2025

Дәйексөз үшін:

Жакыпбек Ы., Бегимжанова Е., Кезембаева Г., Турсбеков С., Кожаев Ж. Алматы қаласы ауасын ластанушы заттардың кеңістік-уақыттық өзгерістерін картографиялық талдау // Гидрометеорология и экология, №1 (116), 2025, 116-131.

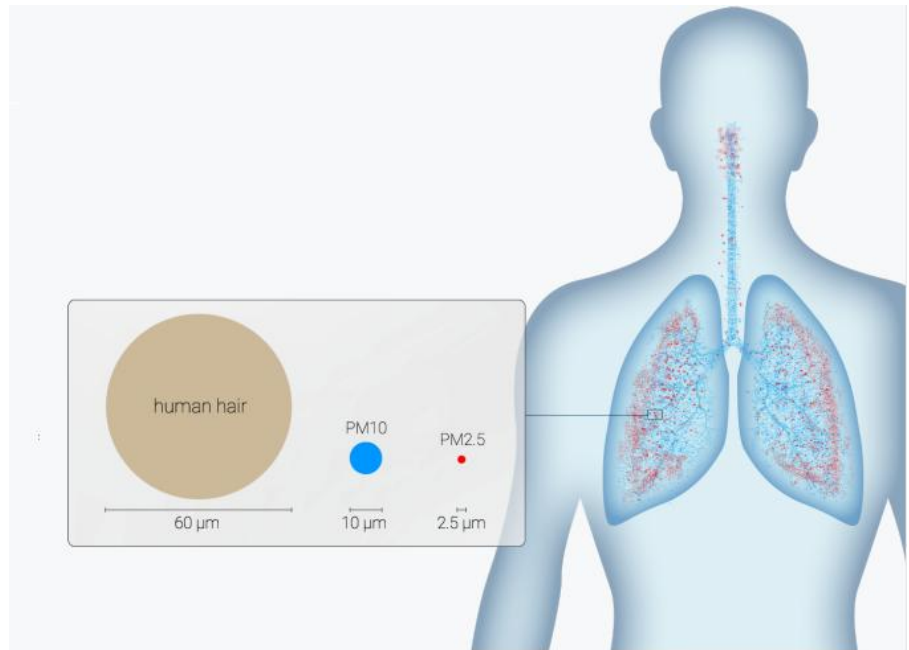
1. КІРІСПЕ

Ауаға, құрлыққа және планетаның су жүйесіне шығарылатын қалдықтар қоршаған орта мен ауаны лаптап, адам денсаулығына айқын және шұғыл экзистенциалды қауіп төндіреді. Әсіресе қалалық жерлерде қоршаған орта ауасының ластануының артуы әлемнің көптеген елдерін қатты алаңдатуда және денсаулыққа үлкен жаһандық қауіп ретінде танылуда. Сол сияқты, Алматыда соңғы жылдары индустрияландыру мен қалалардағы энергияны тұтынудың артуына байланысты, ауаның ластануының өсуі айқын көрініс табууда. Бұл денсаулыққа, экономикаға, қоршаған ортаға және климатқа байланысты маңызды проблемаларды тудырды. Ал Дүниежүзілік Денсаулық сақтау Ұйымының мәліметі бойынша, 2012 жылы дүние жүзінде 3,7 миллион адам атмосфераны ластанушы заттармен тыныс алудың созылмалы немесе өткір аурулары әсерінен қайтыс болды деп есептелінді. Бұл өлімнің басым көпшілігі (88 %) дамушы елдерде болған [1].

Атмосфералық ластанушы заттар негізгі және қосалқы компоненттерден тұрады. Негізгі ластанушы заттар көліктер, өндірістік зауыттар және тұрмыстық қалдықтардан шығарылады да, ұсақ бөлшектері көлемі мен химиялық құрамы жағынан әр түрлі

ластаушы заттардың жиынтығы, әсіресе $PM_{2,5}$, көміртегі тотығы (CO), азот оксиді (NO_2), азот оксиді (NO) және күкірт оксиді (SO_3) қамтиды. Ал қосалқы ластаушылар жерді қоршаған атмосфераның төменгі қабаттарында пайда болатын және жердегі озон мен қазбалы отынды жағу нәтижесіндегі аэрозольдерді қамтитын бастапқы ластағыштар арасындағы химиялық реакциялар кезінде пайда болады. Сондықтан ауаның ластануы бүкіл әлемде халықтың денсаулығына кері әсер ететін ең үлкен экологиялық қауіп болып табылады. Нақты уақыт режимінде өлшенетін ластаушы заттардың критерийлерінің ішінде таралуы мен денсаулыққа үлкен қауіп төндіруіне байланысты ұсақ бөлшектер ($PM_{2,5}$) қазіргі уақытта адам денсаулығына ең зиянды болып саналады (Сурет-1). $PM_{2,5}$ әсерінен жүрек-қан тамырлары аурулары, респираторлық аурулар және мезгілсіз өлім көптеп таралуда. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДСҰ) бағалауы бойынша атмосфералық ауаның ұсақ бөлшектерінің ластануынан ($PM_{2,5}$), жыл сайын бүкіл әлемдегі адамдардың 4,2 миллион мезгілсіз өлімі және 90 %-дан астамы уланады [2].

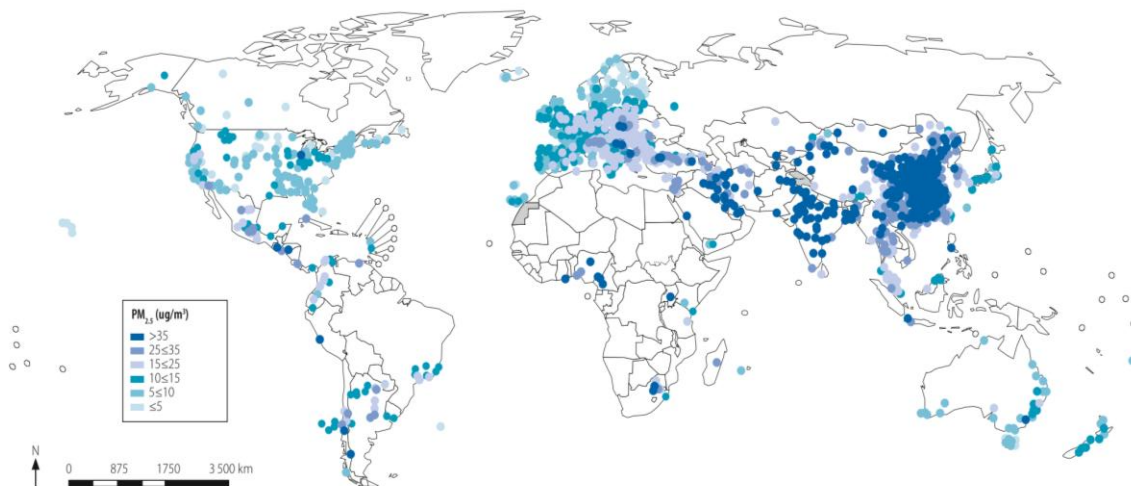
$PM_{2,5}$ өлшемі 2,5 микронға дейінгі ауадағы қоршаған орта бөлшектері ретінде анықталады. Бұл бөлшектер әртүрлі химиялық құрамдарды қамтиды және әртүрлі көздерден алынады. Адам өндірісінің ең көп тараған көздеріне қазба отынымен жұмыс істейтін автомобильдер, электр энергиясын өндіру, өнеркәсіптік қызмет, ауыл шаруашылығы және биомассаны жағу жатады. $PM_{2,5}$ микроскопиялық мөлшері бұл бөлшектердің ингаляция кезінде қанға терең сіңуіне мүмкіндік береді, бұл демікпе, өкпе рагы және жүрек ауруы сияқты денсаулыққа үлкен әсер етуі мүмкін. Сонымен қатар төмен салмақпен, жедел респираторлық инфекциялардың жоғарылауымен және insultқа жеткізуімен қауіпті болып табылады. Біз тыныс алатын ауаның сапасы дүниежүзі бойынша айтарлықтай өзгерген, көптеген төмен және орташа табысы бар елдердің тұрғындары көп зардап шеккен, ал кейбіреулері $PM_{2,5}$ деңгейлері ДДСҰ-ның ауа сапасы жөніндегі нұсқаулықтарынан бес есе артып кеткендігі дәлелденді [3].



Сурет 1. $PM_{2,5}$ – нің адам денесінде таралу сұлбасы

ДДСҰ деректер базасында жинақталған $PM_{2,5}$ жерүсті өлшемдерін қамту бүкіл әлемде біркелкі емес және жоғары және орташа кірісі бар елдерде және негізінен Қытайда, Еуропада, Үндістанда және Солтүстік Америкада шоғырланған (Сурет-2) [4]. Осы суретте 2010...2019 жылдар аралығындағы $PM_{2,5}$ деректері бар елді мекендердің орналасқан жері мен өлшеулер саны бойынша картасы көрсетілген. Дерекқордың 2022 жылғы нұсқасында елді мекендердің 58 % кірісі жоғары елдерде, 34 % табысы орташадан жоғары елдерде, 7,7 % табысы орташадан төмен елдерде және табысы төмен елдерде тек

0,3 % тіркелген. Мұнда NO_2 көрсеткіші тура сондай нәтиже көрсеткен [5]. Ауа сапасын монитернигтеу жиі жүргізілмейтін, халықтар тығыз қоныстанған елді мекендерде аурулардың санын зерттеу барысында, себепсіз өлім жітім және ауру түрлері әлде қайда жоғары екендігін көрсеткен [6]. Жалпы, қолда бар деректер ауаның ластану деңгейінің жоғары екенін көрсетеді; 94 % елді мекендерде $\text{PM}_{2,5}$ және PM_{10} ДДСҰ бекіткен ауа сапасы бойынша нұсқаулықтағы концентрациясымен мүлдем сәйкес келмейті дәлелденіп отыр.



Сурет 2. $\text{PM}_{2,5}$ – нің адам денесінде таралу сұлбасы [4]

Ауа сапасын бақылау және зерттеу жұмыстарын негізінен дамыған елдер мен қалаларда жиі және үздіксіз жүргізді [7]. Токио (Жапония) сияқты ірі қала бойынша 2002 жылдың қаңтары мен 2013 жылдың желтоқсаны аралығында Токио Митрополитінің 23 урбанизацияланған бөлімшесінде қайтыс болған 2086 нәрестеге зерттеу жұмыстары жүргізілген. Нәтижесінде бір күндік $\text{PM}_{2,5}$ тыныс алу себептеріне байланысты нәрестелер мен постнеонатальды өлім қаупін жоғарылататындығы дәлелденді. Мұнда $\text{PM}_{2,5}$ -тің 10 мкг/м^3 болса нәресте өлімі үшін ықтималдық коэффициенттері 1,06 (95 %, сенімділік интервалы: 1,01...1,12) және постнеонаталдық өлім үшін 1,10 (1,02...1,19) болғандығы айқындалған. Осы зерттеу нәтижесіне сүйене отырып күнделікті орташа $\text{PM}_{2,5}$ және одан да үлкен бөлшектер бөліп шығаруда ауа сапасын нұсқаулықтар негізінде қатаң бақылау жүргізу ұсынылған [8]. Лос-Анджелес округі, Калифорния Құрама Штаттардағы ең ірі қалалық мұнай кен орны орналасқан аумақ болып табылады. Аталмыш қаланың негізгі қоршаған ортасын ластаушысы мұнай. Сол аумақтағы топырықтан, судан және ауасынан сынама алғанда құрамында кадмий (Cd), қорғасын (Pb), марганец (Mn), никель (Ni), ванадий (V), хром (Cr), мырыш (Zn), алюминий (Al), мышьяк (As), темір (Fe) және Mn сияқты ауыр металдар бар екені анықталған. Соған сәйкес ғалымдар адам денсаулығына әсерін зерттеу мақсатында 239 қатысушыдан аяқ және қол тырнақ үлгілерін алып сынама жасаған. Мұнда жас ерекшеліктері әр түрлі мұнай бұрғылау алаңынан ең аз қашықтығы 113 м және максималды қашықтығы 970 м тұрғындарға жүргізілген. Нәтижесінде кейбір металдар стандартты ауытқудан 3 есе жоғары және кейбірі орташа мәннен асатындығы дәлелденген [9]. Парижде (Франция) метро мамандарының газбен улану барсын [10], Тайвань (Қытай) көмір кенорнын игерудегі ластануын [11] және Сан-Паулу (Бразилия) қаласының 30 жылдағы ластануын қарастырған [12]. Ауа сапасын мен адам денсаулығына әсерін тұрақты мониторингтеу, бағалау, қадағалау және онымен күресу өте маңызды болып саналады [13].

Қазақстанда 2024 жылғы қаңтардағы сататистикалық мәліметтер бойынша 70 елді мекеннің ішінен атмосфералық ауаның төмен ластану дәрежесіне 32, орташа ластану дәрежесіне 27, жоғары ластану дәрежесіне 8 және өте жоғары ластану дәрежесіне 3 елді

мекен анықталған. Ал 2020...2024 жылдардың соңғы 5 жылында атмосфералық ауаның ластануының тұрақты жоғары деңгейі Қарағанды, Астана, Алматы және Теміртау қалаларында байқалады. Алматы қаласында $PM_{2.5}$ аспалы бөлшектері, көміртегі оксиді және азот диоксиді негізгі ластанушы екендігі көрсетілген. Сондық еліміз бойынша ауа ластануы алғашқы қатарда тұратын Алматы қаласының негізгі ластанушыларын мониторингтеу және экологиялық жағдайды уақтылы бақылау өте өзекті мәселе болып табылады. Аумақтардың жай-күйін мониторингілеу жүйесінің ажырамас бөлігі экологиялық карта болып табылады. Экологиялық карта өз кезегінде ақпараттық қамтамасыз етуде тиімді болып саналады. Мазмұны мен практикалық қолданылуы жағынан әр түрлі, олар белгілі бір тұтынушыға жеткізілетін соңғы мәліметтер массивін құрайды (статистикалық мәліметтер базасымен бірге) [14]. Экологиялық карталар мониторингте екі жақты рөл атқарады: бір жағынан, экологиялық карталар жазылған деректерді тіркеудің тиімді құралы болып табылады; екінші жағынан, картографиялық зерттеу әдісін тарта отырып, талдау процесінде осы карталардан алынған ақпарат жаңа бақылауларды жоспарлаудың бастапқы нүктесі болып табылады [15].

2. МӘЛІМЕТТЕР МЕН ӘДІСТЕР

Жалпы атмосфералық ауаның ластану сапасын бағалау үшін екі көрсеткіш қолданылады: СИ (стандартты индекс) – ластанушы заттардың ең үлкен өлшенген концентрациясы ШРКм-ге және БРК-ШРК оның бір реттік концентрациясынан асып кетудің ең көп қайталануы (% түрінде көрсетілген) болып бөлінеді. Тәулігіне ауаның ластану сапасын бағалау үшін СИ көрсеткіші қолданылады. Ауаның ластану деңгейі СИ және БРК мәндері бойынша 4 санат бойынша бағаланады. Кесте-1 атмосфераның ауаның ластану индексі бойынша дәрежесінің жіктелуі келтірілген.

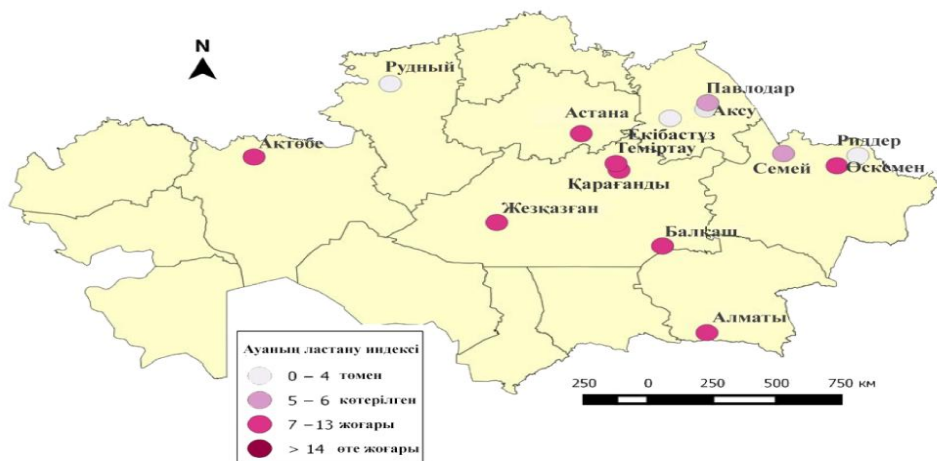
Кесте 1

Атмосфераның ластану индексінің дәрежесін бағалау

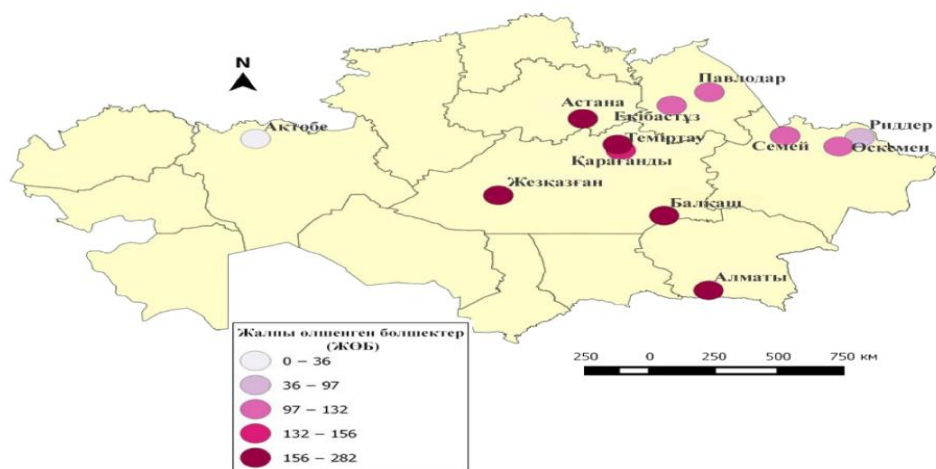
Санаттар	Ластануы	Көрсеткіш	Бір айға бағалау
I	Төмен	СИ	0...1
		НП,%	0
II	Жоғарылаған	СИ	2...4
		НП,%	1...19
III	Жоғары	СИ	5...10
		НП,%	20...49
IV	Өте жоғары	СИ	>10
		НП,%	>50

Осы аталмыш көрсеткішке сәйкес елімізде 2019 жылы ауаның ластану индексінің деректері бойынша Астана (Нұр-Сұлтан), Қарағанды, Теміртау, Ақтөбе, Балқаш, Өскемен, Жезқазған және Алматы сияқты сегіз қалада ауаның ластану деңгейі «жоғары» болған (жетіден көп немесе оған тең) (Сурет-3). Қазақстанның халқы ең көп қоныстанған Астана (Нұр-Сұлтан) мен Алматы қалаларында қатты ластанған. Ал Павлодар және Семейде ауаның ластану деңгейі «жоғарылаған». Сонымен қатар зерттелген басқа төрт қалада ауаның ластану деңгейі «төмен» көрсеткішті көрсеткен [16...17].

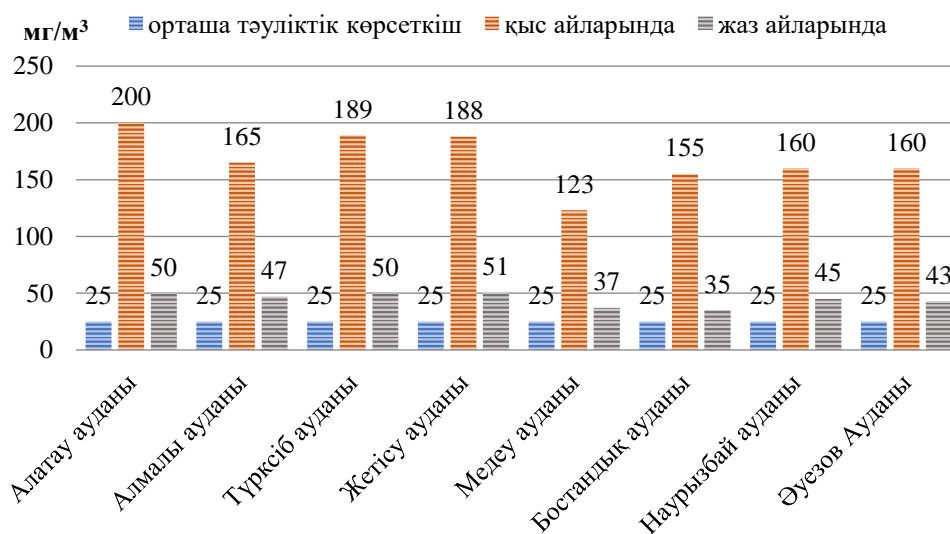
Осы зерттеу нәтижесіне сәйкес жалпы тоқтатылған бөлшектер (TSP) көрсеткіші бойынша таңдалған қалалар 2019 жылы қатты ластанған. Жалпы тоқтатылған бөлшектер концентрациясы он (он екі қаланың ішінде) 100 мкг м^{-3} -тен асқан, ал SO_2 концентрациясы жеті (он төрт қаланың ішінде) 20 мкг м^{-3} -тен асты. SO_2 орташа жылдық концентрациясы Алматыда (128 мкг м^{-3}), Өскеменде (90 мкг м^{-3}) және Теміртауда (58 мкг м^{-3}) өте жоғары болған. Сегіз қала (он төрт қаладан) ауаның ластану индексі (API) бойынша ауаның ластануының «жоғары» деңгейін көрсеткен (Сурет-4). Қыс пен жаз арасындағы ластануы бойынша айырмашылықтар көп, бұл өзгерістер қалалар мен ластанушы заттарға байланысты болып табылады. Мұндағы маусымдық өзгерістерді түсіндіру қиын, өйткені өнеркәсіптік белсенділік туралы нақты деректер жоқ [16...17]. Сурет-5 көрсетілгендей 2022 жылда Алматы қаласы бойынша барлық аудандарда қыс және жаз айларының арасындағы айқын айрмашылық көрсетілген.



Сурет 3. $PM_{2.5}$ – нің адам денесінде таралу сұлбасы



Сурет 4. 2019 жылы Қазақстан қалаларында жалпы тоқтатылған бөлшектердің орташа жылдық концентрациясы, $мг\ м^{-3}$



Сурет 5. $PM_{2.5}$ орташа тәуліктік көрсеткіші 2022 жыл бойынша

Екі миллионнан астам халқы бар Алматыда көлік саны күн сайын артуда. Қазір қалада 600 мыңнан астам темір тұлпар ресми тіркелген болса, 300 мыңға жуық көлік күн

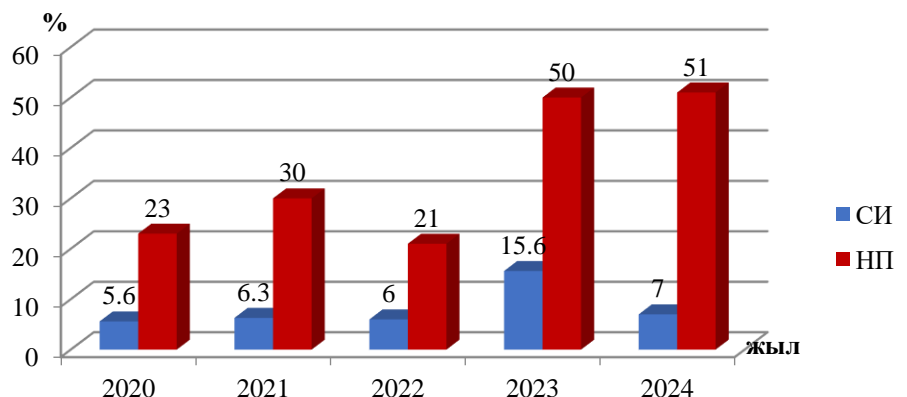
сайын қала аумағына кіріп-шығады екен. Алматы әкімдігінің тапсырысы бойынша зерттеу жасаған «ЭкоСервис-С» ЖШС мәліметінше, қала ауасын ластауда ең үлкен үлеске ие – дәл осы автокөліктер. Олар атмосфера құрамындағы зиянды заттардың 65 пайызын құрайды делінген. Одан кейінгі орынға ЖЭО жатқызылған. Әсіресе 2 – ЖЭО толығымен көмірмен жұмыс істейді, оның үстіне Республиканың энергия көздерінде отын ретінде негізінен арзан Екібастұз көмірі пайдаланылады, оның құрамында күл мөлшері 40...45 % құрайды. Әлемдік нарықтың сапалы көміріндегі күлдің мөлшері 10 % - дан аспайды. Сондықтада қаланың ең бір ластаушы көзі ретінде Екібастұз көмірін айтуға болады. Онда бір тонна көмірді жаққанда ауаға жарты тонна ластаушы заттар шығарады. Ал тәулігіне Алматы ЖЭО 270,3 мың тонна көмір тұтынады. Сондықтан жылу электр орталықтарынан ауаға өте жоғарғы мөлшерде азот қышқылын, магний, темір, кальций бөледі және ауаны ластаушы негізгі көздерінің бірі болып табылады [18]. Мұндағы ауаны ластаушы заттардың шекті мәндерін бағалау стандарттары Қазақстан мен ДДСҰ-да өзіндік айырмашылықтар бар [19]: ДДСҰ ауаның сапасын бағалау үшін PM₁₀, PM_{2,5} және NO₂ үшін күнделікті және жылдық орташа шекті мәндерді пайдаланады, ал Қазақстанда ең жоғары бір реттік мәндермен бағаланады. Қазақстандағы қолданылатын PM_{2,5} үшін бір реттік максималды ШРК орташа жылдық ДДСҰ стандартынан он алты есе жоғары (Кесте-2).

Кесте 2

ДДСҰ мен Қазақстанның ауадағы ластаушы заттардың деңгейінің шекті мәндері

Ластаушы	Бір реттік МАС, мкг м ⁻³		Орташа тәуліктік МАС, мкг м ⁻³		Орташа жылдық ШРК, мкг м ⁻³	
	Қазақстан	ДДСҰ	Қазақстан	ДДСҰ	Қазақстан	ДДСҰ
TSP	500	-	150	-	-	-
PM ₁₀	300	-	60	50	-	20
PM _{2,5}	160	-	35	25	-	10
SO ₂	500	-	50	20	-	-
NO ₂	200	-	40	-	-	40

Ауаның ластану деңгейін бағалау үшін Қазақстанда ШРК мәндеріне сәйкес келетін индекстер қолданылады. Ең маңыздысы - ауаның ластану индексі (API). Оны есептеу үшін әртүрлі ластаушы заттардың концентрацияларының орташа мәндеріне сәйкес ШРК-ға бөлінеді және SO₂ ШРК мәніне қатысты коэффициентпен салыстырылады. Бұл зерттеуде Қазақстан қалалары үшін API мәндері Қазақстан қалалары үшін Қазақстан Республикасының 2020 жылға арналған қоршаған ортаның жай-күйі туралы ақпараттық бюллетеньден алынды [18]. Қазақстан Республикасының табиғи ресурстарын пайдалану туралы мәліметтеріне сәйкес 1-ші тоқсандағы ластану деңгейі 2020, 2021, 2022 жылдары жоғары және 2023, 2024 жылдары өте жоғары көрсеткішті көрсеткен (Сурет-6).



Сурет 6. 2020...2024 жылдардағы 1-ші тоқсандағы ластану деңгейінің көрсеткіші

Зерттеу көрсеткендей Қазақстанның ауадағы ластаушы заттардың деңгейінің шекті мәндері мен ауаның ластану индексі өте жоғары көрсеткіштерді көрсетіп отыр. Нәтижесінде еліміздегі экономикалық орталығы Алматы ластанған қалалар қатарына

жатқызылып отыр. Осы себепті Алматы қаласы тұрғындарының тыныс алу органдары ауруларымен соңғы 5 жыл ішінде тіркелуі жиілене бастаған. Мұнда 79,7 %-ы бронхит, 5,9 %-ы инфекциялық бронхит, 6,4 %-ы пневмония, 3,4 %-ы астма, 3,2 %-ы өкпенің созылмалы аурулары және 1,4 %-ы инфекциялық емес бронхит. Ал бұл көрсеткіштер жас ерекшелігіне байланыстыда әр түрі көрсетіштерді көрсетуде (Кесте-3).

Кесте 3

ДДСҰ мен Қазақстанның ауадағы ластаушы заттардың деңгейінің шекті мәндері

№	Ауру атауы	Жас кезеңдері, %		
		Балалар 0...14 жас	Жасөспірімдер 14...18 жас	Ересектер 18-ден жоғары
1	Жедел бронхит	55,8	4,1	40,2
2	Инфекциялық бронхит	48,6	4,7	46,7
3	Инфекциялық емес бронхит	44,9	4,4	50,6
4	Өкпенің созылмалы аурулары	17,6	2,7	76,5
5	Астма	38,4	5,1	56,4
6	Өкпе қабынуы	47,3	3,9	64,6

Жоғарыда көрсетілген көрсеткіштерге негізделе отырып, адам денсаулығына әсерін азайту мақсатында, тұрақты түрде мониторингтеу өте маңызды жаһандық мәселелерге айналып отыр. Ал бұл мақалада біз Алматы қаласы ауасын ластаушы заттардың кеңістік-уақыттық таралу өзгерістерін бақылау жүргізу мақсатында негізгі ластаушы көздерге талдау жасадық. Экологиялық жағдайын бағалау үшін біріншіден, қаланың атмосфералық ластаушы заттар $PM_{2,5}$, PM_{10} , көміртегі тотығы (CO), азот оксиді (NO_2), азот оксиді (NO) және күкірт оксиді (SO_3) мөлшерінің шектік дәрежеден арту көрсеткіші зерделенді. Екіншіден, 2 концентрация деңгейлері 2016...2024 жылдардағы РМК «Казгидромет», AirKAZ ақпараттық база, IQAir нақты уақыт режимінде ауа сапасы туралы индекс деректері, Қазақстан Республикасының табиғи ресурстарын пайдалану туралы мәліметтерге, ай және жыл сайын шығарылатын Қазақстанның Ұлттық гидрометеорологиялық қызметінің Қазақстан Республикасы қоршаған ортасының жай-күйі туралы ақпараттық бюллетеннен алынып талдау жасалынды. Үшіншіден, қаланың экологиялық жағдайын бақылау үшін экологиялық атластар мен динамикалық карталарды құруда ArcGIS-ті бағдарламасы, ал интерактивті экологиялық карталарды құруда интернет-ресурстар Google My Maps немесе ArcGIS Online түріндегі карталарды қолдану барысы қарастырылады.

3. НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

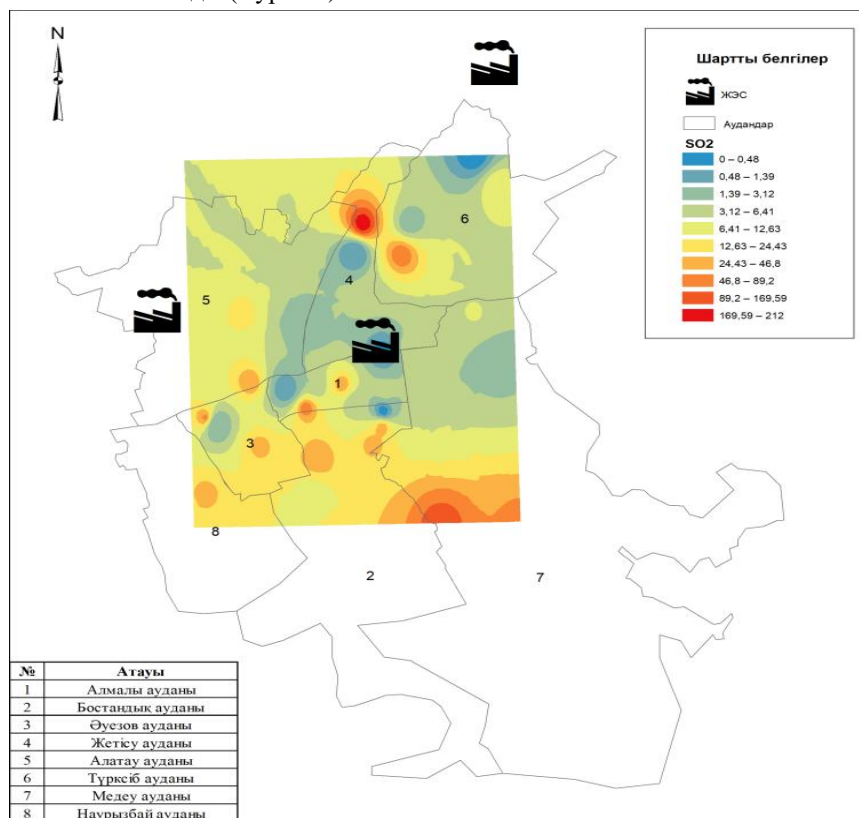
Экологиялық ортаны, экожүйесін сақтау мен қалпына келтіруде карталарды әзірлеу жобаны жүзеге асыруда туындайтын экологиялық аспектілерді талдау үшін өте маңызды, әрі олардың элементтері кеңістікте орналасуын және аймақтық ортамен байланысын нақты көрсетеді де, аналитикалық аспектіден басқа, карталар айқындық қосуға көмектесетін құбылыстарды бейнелеуде көрнекі құралы болып табылады. ГАЖ картасының қоршаған ортаны сақтау мен тұрақтылығында табиғи ресурстарды басқару, климаттың өзгеруін түсіну, қоршаған ортаның сапасын бақылау, сақтауды қолдау және тұрақты қала құрылысын жоспарлау үшін баға жетпес кеңістіктік деректерді қамтамасыз етеуді зерттейді. Ал осы мақалада ГАЖ бағдарламасын қолданып, аумақтың экологиялық жағдайлар карталарын әзірлеуді 5 кезеңге бөліп талдадық. Олар:

- зерттеу аумағын бағалау субъектісін анықтау және картографиялау;
- мақсатты тұжырымдау (міндет қою, бағалау критерийлерін таңдау);
- аумақтық шекара мен бірліктерді (жеке аудандастыру – проблемалық аралдар), контурларды (ландшафтық телімдер, жерді пайдалану және т. б.) айқындау;
- бағалау (анықталған аумақтық бірліктерін осы субъект үшін қасиеттерінің қолайлылығы бойынша бағалау), шкалаларын әзірлеу мен бағалау жүргізу;
- картографиялық модельді, белгі жүйелерін әзірлеу, легенданы, түсіндірме мәтіндерін жобалау және т.б.

Жиналған экологиялық ақпаратты сараптау арқылы графиктерден көрі карта бетінде визуализациялаған айқын, нақты және түсінікті. Атмосфералық ауа сапасын бақылау

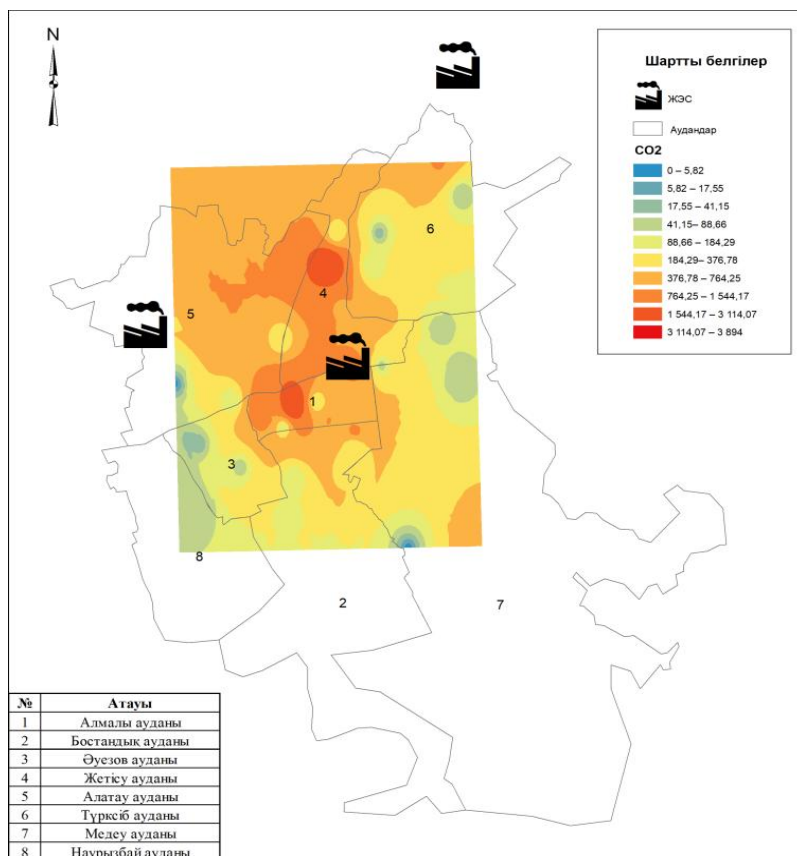
бекеттерінен алынған көрсеткіштерді карта бетіне шығару және интерполяциялау арқылы ауадағы әртүрлі ластаушы заттектердің негізгі ошақтары қай жер екенін нақты көруге болады.

ArcGIS-ті бағдарламасында ұсынылған карталар бойынша SO_2 - өткір иісі бар түссіз газ негізінен Алмалы және Түркісіб аудандарында тіркелген. Негізгі көзі жеке үйлер немесе ЖЭО-1 болып табылады (Сурет-7).

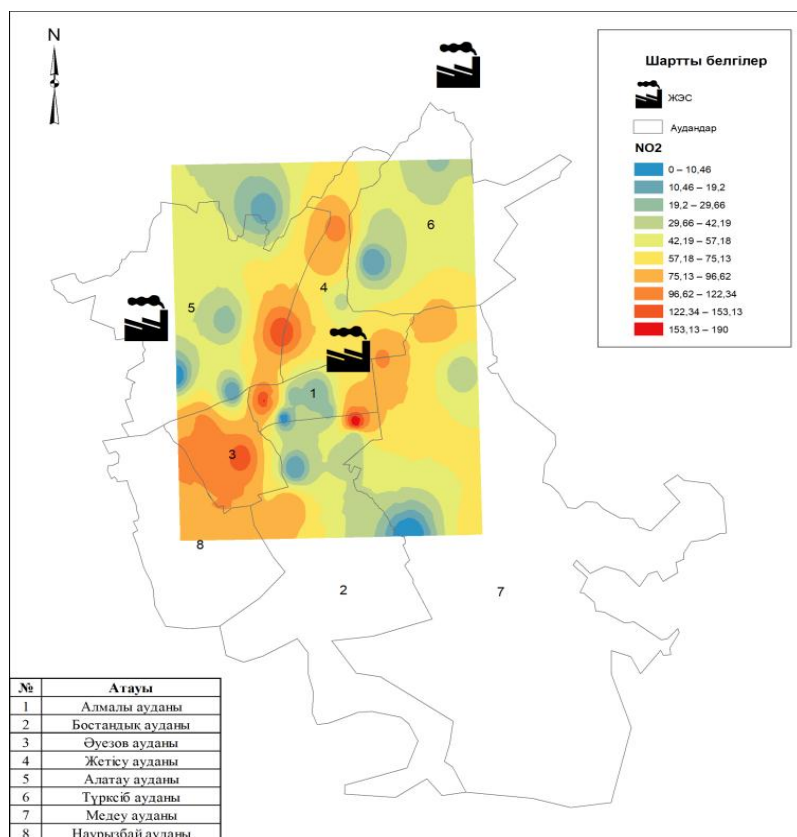


Сурет 7. SO_2 -нің көрсеткіштерінің интерполяциясы

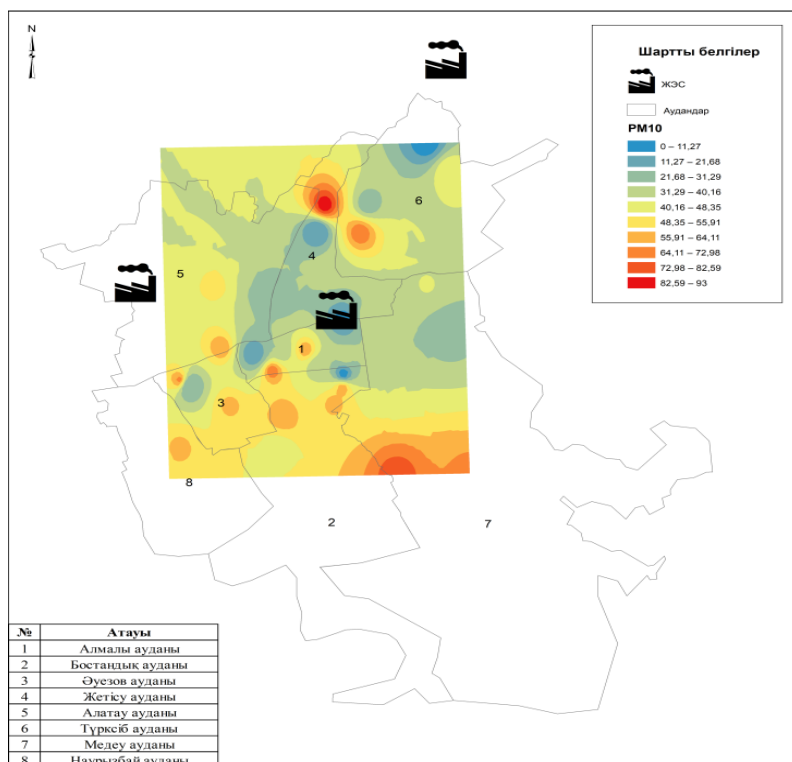
Ал CO_2 қаланың орталық және солтүстік бөліктерінде көп шоғырланған, бұл аумақтарда автокөлік қозғалысы жоғары деңгейде және солтүстік бөлікте ЖЭО-тары орналасқан (Сурет-8). Мұнда NO_2 – өткір жағымсыз иісі бар қызыл-қоңыр түсті улы газ негізгі шоғырланған жерлері қаланың орталық бөлігінен шеткі жақтарында, талдау мәліметтеріне сәйкес негізгі ластаушы көзі автокөлік деп тұжырымдалды (Сурет-9). Қаламыздың атмосферасындағы ұсақ шаңның PM_{10} -ның көрсеткіштері қаланың орталық және оңтүстік бөліктерінде жоғары екендігін көреміз. Бұған себеп жолдар, тұрғын үй құрылыстары және т.б. өндірістердің әсері (Сурет-10). Сонымен қатар ДДСҰ-ның ауа сапасы жөніндегі нұсқаулықтарынан бес есе артық, әрі демікпе, өкпе рагы және жүрек ауруын қоздырушы ластаушы заттек $PM_{2,5}$ көрсеткіші зерттеліп 2022 жылғы зерттелінген мәліметтерге сәйкес картасы жасалынды. Мұнда астану көрсеткіші бойынша Түркісіб, Алатау және Жетісу аудандарында өте жоғары екенін, сондай-ақ орталық аудандарға жалпылай таралғанын көруге болады. Карта бойынша қою қоңыр түспен белгіленген өте жоғары дәрежеде көрсеткен үш аудандарда түрлі өндірістік заводтар, жеке секторлық тұрғын үйлер, қалаға жан – жақтан кіретін негізгі авто жолдар және арзан, күлі көп сапасыз Екібастұз көмірін қолданатын ЖЭО 2 жылыту қазандығы орналасқан (Сурет-11). Сондықтанда ластану өте жоғары болып отыр.



Сурет 8. CO₂-нің көрсеткіштерінің интерполяциясы

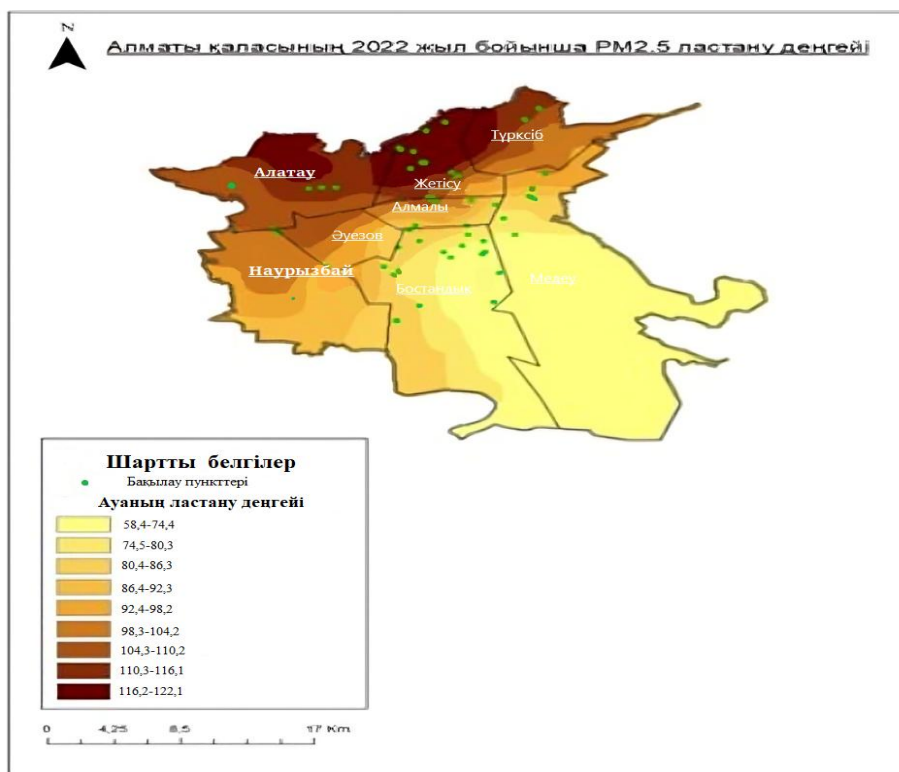


Сурет 9. NO₂-нің көрсеткіштерінің интерполяциясы

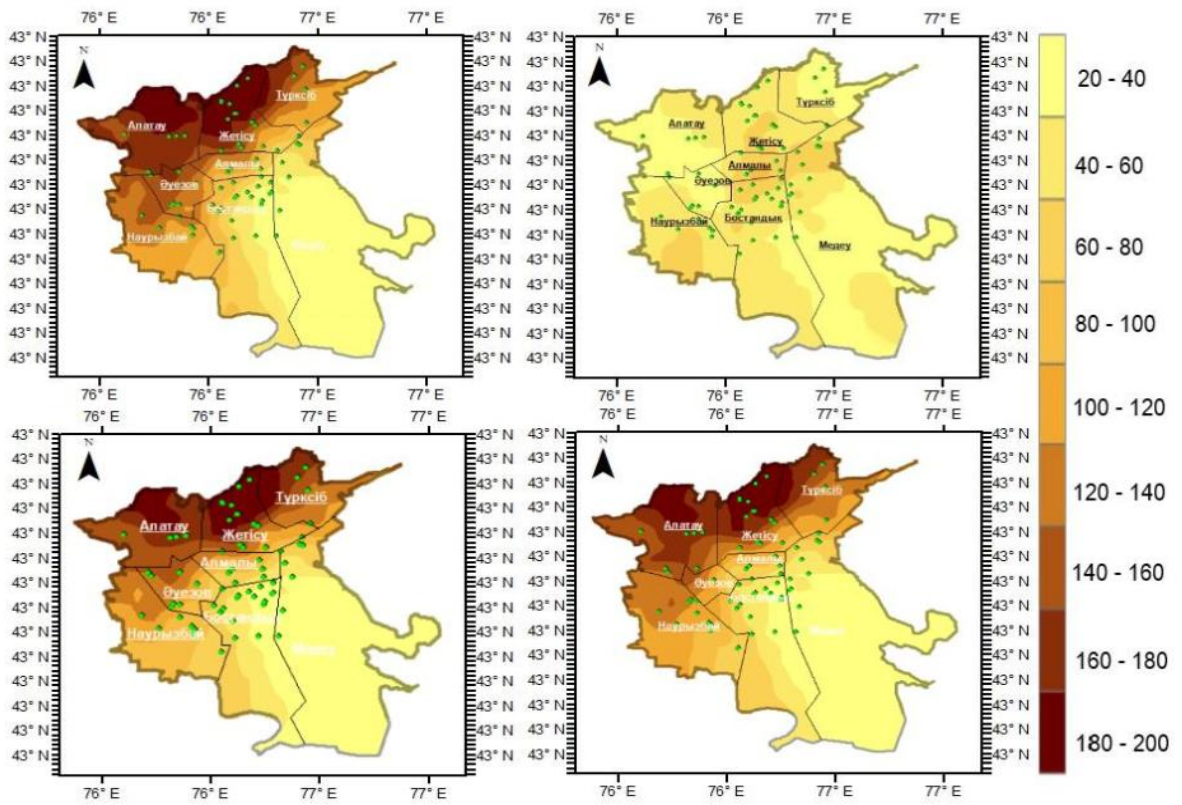


Сурет 10. PM_{10} -ның көрсеткіштерінің интерполяциясы

$PM_{2.5}$ – ның қаланың ауасын маусымдық ластануын және айрмашылықтарын нақтылау мақсатында 2022 жылдағы қыс, көктем, жаз және күз айларындағы ластану өзгерісінің экологиялық картасы жасалынды. Зерттеу нәтижесі бойынша қыс айларында жылыту мезгілдерінің есебінен ауадағы $PM_{2.5}$ концентрациясы көктем және жаз айларына қарағанда өте жоғары, максималды көрсеткіштерге жуық мәндерді көрсетті. Ал жаз айларында бұл көрсеткіш экологиялық таза деп айтуға болады (Сурет-12).



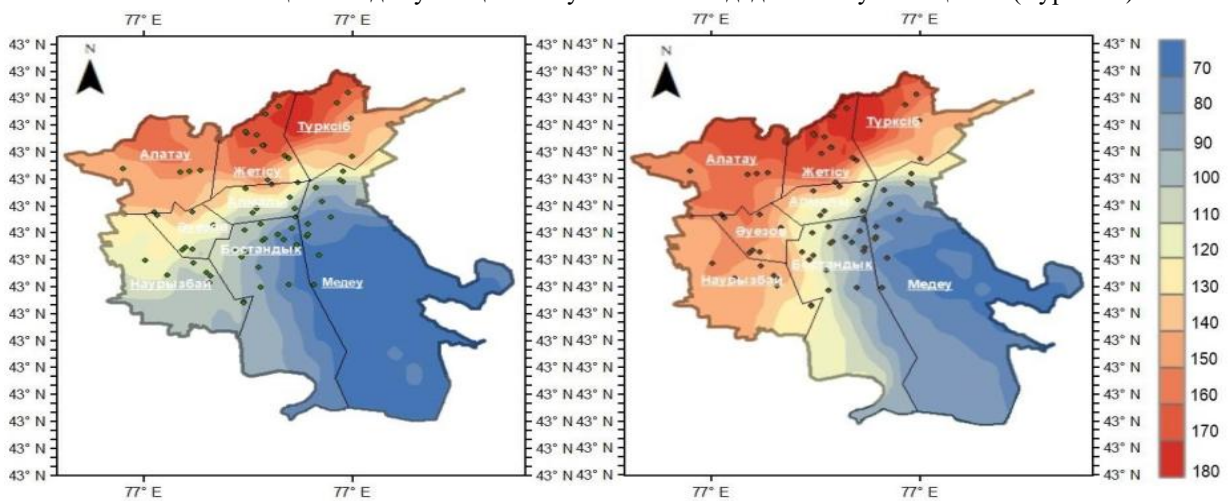
Сурет 11. 2022 жылғы Алматы қаласының $PM_{2.5}$ мен ластану картасы



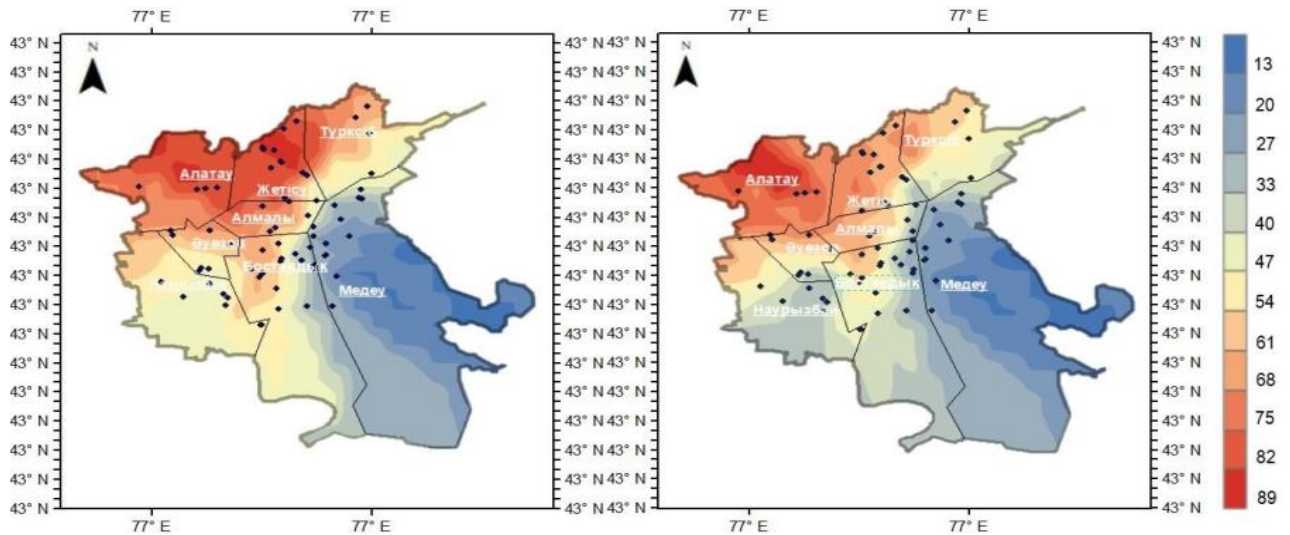
Сурет 12. 2022 жылғы Алматы қаласының қыс, көктем, жаз және күз айларындағы

PM_{2.5} мен ластану өзгерісінің экологиялық картасы

Жалпы Алматы қаласы бойынша жылыту мерзімінде ауаға бөлінетін ластанушы заттардың бір күндік көрсеткіші бойынша таңғы сағат 6:00...8:00 кешкі сағат 19:00...22:00 уақыт аралығындағы 2023 жылдың 20.03 және 05.06 күндеріне зерттеу жасалынды. Мұнда 20.03 күні бойынша таңертең мен кештеде қаланың ластануы өте жоғары екендігі тіркелген. Себебі наурыз айында жылыту маусымы әлі аяқталмаған, кешкі уақытта тұрғындар үйлерінде болатындықтан (Сурет-13), осы уақытта ластану дәрежесі жоғары болып отыр. Ал наурыз айына қарағанда маусым айында Алматы қаласының экологиялық жағдайы жақсарайды. Бұған себеп жылыту маусымының аяқталуы мен күлі көп көмір пештерінің жұмыс көлемінің төмендеуіне тікелей байланысты болады. Сонымен қатар жауын-шашын жиіленуі және ауаның жылуы, дегенменде Алматы қаласында ауаның ластануы осы мезгілдеде ластануы байқалып (Сурет-14).



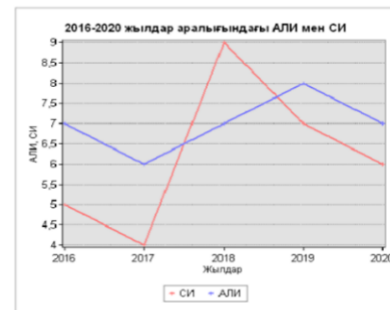
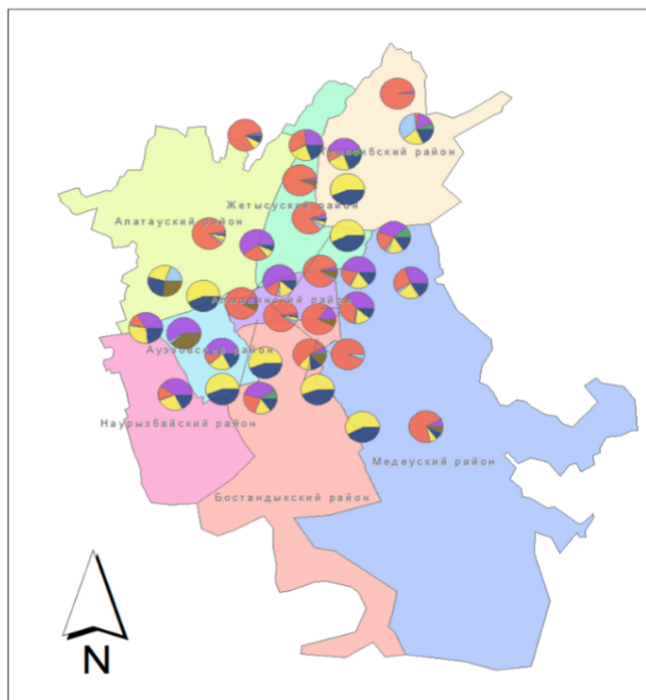
Сурет 13. 20.03.2023 жыл бойынша ластану көрсеткіші



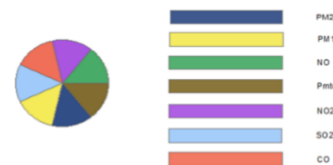
Сурет 14. 05.06.2023 жыл бойынша ластану көрсеткіші

Алматы қаласының ластануын нақтырақ талдау үшін тек бір ғана элементті карта бетіне шығару жалпы ауа сапасы жайлы толық мәлімет бере алмайды. Сондықтан бекітілген пункттердегі әртүрлі элементтердің бір-бірімен салыстырғандағы пропорциялық ара-қатынасын карта бетінде диаграммалар арқылы визуализациялап нақты көруге болады. Сондай – ақ 2016...2020 жылдар аралығындағы Алматы қаласының ауа сапасының негізгі көрсеткіштері сурет-15 келтірілген. Сонымен қатар қаланың атмосфералық ауасының құрамындағы ластаушы заттар мөлшері диаграммалар, АЛИ және СИ графиктер мен АЛИ, СИ және НП ауа сапасын бағалау шкалалары шетік көрсеткіштері кесте түрінде қосылып жіктеліп 1:250 000 масштабта Алматы қаласының атмосфералық ауасының құрамындағы ластаушы заттар картасы құрастырылды.

Алматы қаласының атмосфералық ауасының құрамындағы ластаушы заттар 1:250 000



Атмосфераның ластану деңгейі	Атмосфераның ластану көрсеткіштері	Бір жылдағы бағасы
төмен	СИ	0-1
	НП, %	0
орташа	АЛИ	0-4
	СИ	2-4
жоғары	НП, %	1-19
	АЛИ	5-6
өте жоғары	СИ	5-10
	НП, %	20-49
	АЛИ	7-13
	СИ	>10
	НП, %	>50
	АЛИ	≥14



Сурет 15. Алматы қаласының атмосфералық ауасының құрамындағы ластаушы заттар картасы

Сондықтан экологиялық органының ластануын бақылау мен уақытылы қалпына келтіру мақсатында статикалық, РМК «Казгидромет», AirKAZ ақпараттық база, IQAir нақты уақыт режимінде ауа сапасы туралы индекс деректері және Қазақстан Республикасының табиғи ресурстарын пайдалану туралы мәліметтерін жеке жеке қарастырғанша, оларды жинақтап ГАЖ бағдарламсын қолдану арқылы карта ретінде ұсынған тиімді болып табылалды.

4. ҚОРЫТЫНДЫ

Алматы қаласының негізгі экологиялық проблемалары - атмосфералық ауада SO₂, CO₂, NO₂, PM_{2,5} және PM₁₀ сияқты қауіпті классқа жататын элементтерінің көп мөлшерде таралуы, қала халықтың денсаулығына кері әсерін тигізіп, халық арасында тыныс және жүйке аурулардың жаппай таралу көрсеткіші артуда, сонымен қатар жер жамылғысының, флораның, фаунаның, жер үсті және жер асты суларының жаппай ластануы өзекті мәселе болып отыр. Сондай-ақ қаланың халық санының артуы, автокөлік, ЖЭО және жеке сектордағы үйлердің сапасыз көмір жағуы және көмірмен жұмыс істейтін электр станцияларының шығарындылары қала халқының өмір сүруіне қиындықтар тудыруда. Сонымен қатар автокөліктің пайдаланылған газдары мен ЖЭО шығарындыларының атмосфералық ауаға әсер етуі шектен тыс артқандығы дәлелденіп, Алматы қаласының атмосфералық ауаның сапасын, қалалық экожүйелерді қорғау мен қалпына келтіру, урбанизацияланған аумақтарда адам үшін жайлы, экологиялық қауіпсіз өмір сүру ортасын құру үшін ластану дәрежесін дәл картаға түсіру мен әсерін нақты бағалау экологиялық тепе-теңдікті сақтауда жылдам, әрі нақты жобаларды дайындауға мүмкіндік береді. Қаладағы жағдайды жақсарту мақсатында ЖЭО-2 шығарындыларының санын қысқарту, оны газға ауыстыру, шығарындыларды бақылаудың озық технологияларын орнату немесе жаңа экологиялық таза электр станциялары мен жылу орталықтарын салу, ал көлік секторында жағдайды жақсарту үшін метро маршруттарын, жеке және қоғамдық көліктерді биоотынға ауыстыруды кеңейту ұсынылады. Сонымен қатар, үй шаруашылықтарында тұрғын үйлерді жылыту үшін көмірді пайдалануға біртіндеп тыйым салу қажет.

АВТОРЛАРДЫҢ ҚОСҚАН ҮЛЕСІ

Тұжырымдамалау – ЫЖ; деректерді басқару - СВТ; ресми талдау – ЫЖ, ЕЕБ, ЖТК; Әдістеме – ЫЖ, СВТ; Бастапқы жобаны жазу - ГБК; Шолу жазу және редакциялау – ЫЖ, ГБК.

ҚАРЖЫЛАНДЫРУ

Бұл мақала BR21881939 «Тау-кен металлургия кешені үшін ресурс үнемдейтін энергия өндіруші технологияларды әзірлеу және инновациялық-инжинирингтік орталық құру» бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру жобасы бойынша орындалды

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Awe Y., Nygard J., Larssen S., Lee H., Dulal H., Kanakia R (2015). Clean air and healthy lungs Enhancing the World Bank's Approach to Air Quality Management, the World Bank, 130 p.
- 2 Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease, WHO Geneva, 2018, 4 p.
- 3 Shaddick G., Thomas M.L., Mudu, P., Ruggeri G., Gummy S. (2020) Half the world's population are exposed to increasing air pollution. npj climate and atmospheric science, Vol. 3, pp. 1–5.
- 4 Kerolyn S., Giulia R., Michal K., Pierpaolo M., Mazen M (2023). WHO air quality database: relevance, history and future developments. Bulletin of the World Health Organization, Vol. 101, No. 12, pp. 800 - 807. <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.23.290188>
- 5 World Health Organization (2023). WHO ambient air quality database, 2022 update: status report. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/368432>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- 6 Shaddick G., Salter J.M., Peuch V.H., Ruggeri G., Thomas M.L., Mudu P. (2021) Global air quality: an inter-disciplinary approach to exposure assessment for burden of disease analyses. Atmosphere (Basel), Vol.12, No. 1, doi:48. 10.3390/atmos12010048
- 7 Iriti M., Piscitelli P., Missoni E., Miani A. (2020). Air pollution and health: the need for a medical reading of environmental monitoring data. International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol.17, 2174. doi: 10.3390/ijerph17072174.
- 8 Yorifuji T., Kashima S., Doi, H. (2016). Acute exposure to fine and coarse particulate matter and infant mortality in Tokyo, Japan (2002- 2013). Science of the Total Environment, 551-552, 66–72. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.01.211.
- 9 Johnston J.E., Okorn K., Van Horne Y.O., Jimenez A. (2021). Changes in neighborhood air quality after idling of an urban oil production site. Environmental Science: Processes and Impacts 23, 967–980.

- 10 P'etremand,R., Wild P., Cr'ez' e C., Suarez G., Besançon S., Jouannique V., Debatisse A., Guseva Canu I. (2021). Application of the Bayesian spline method to analyze real-time measurements of ultrafine particle concentration in the Parisian subway. *Environment International*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106773>
- 11 Chen R., Yang J., Chen D., Liu W.-J., Zhang C., Wang H., Li B., Xiong P., Wang B., Wang Y., (2021). Air pollution and hospital outpatient visits for conjunctivitis: a time-series analysis in Tai'an, China. *Environmental Science and Pollution Research* 28, 15453–15461. DOI: 10.1007/s11356-020-11762-4
- 12 De Fatima Andrade M., Kumar P., de Freitas E.D., Ynoue R.Y., Martins J., Martins L. D., Nogueira,T., Perez-Martinez P., de Miranda R.M., Albuquerque T. (2017). Air quality in the megacity of Sao Paulo: evolution over the last 30 years and future perspectives. *Atmospheric Environment*, 159, 66–82.
- 13 Gulia S., Khanna I., Shukla K., Khare M. (2020). Ambient air pollutant monitoring and analysis protocol for low and middle-income countries: An element of comprehensive urban air quality management framework. *Atmospheric Environment*, 222
- 14 Tepanosyan G., Maghakyany N., Sahakyan L., Saghatlyan A. (2017). Heavy Metals Pollution Levels and Children Health Risk. Assessment of Yerevan Kindergartens Soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*,142, 257–265. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.04.013>
- 15 Lv J., Liu Y. (2019) An integrated approach to identify quantitative sources and hazardous areas of heavy metals in soils. *The Science Total Environment*, 646, 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.257>
- 16 Қазақстан климатының жай-күйі мен өзгеруі мониторингінң жыл сайынғы Бюллетені – [Электрондық ресурс]: <https://www.kazhydromet.kz/en/klimat/ezhegodnyy-byulleten-monitoringa-sostoyaniya-i-izmeneniya-klimata-kazahstana>, жүгілген күн: 20.12.2024
- 17 Assanov D., Zapasnyi V., Kerimray A. (2021) Air Quality and Industrial Emissions in the Cities of Kazakhstan. *Atmosphere*. 12, 314. <https://doi.org/10.3390/atmos12030314>
- 18 Мейрамбекқызы А. (2020). Алматы түтінге тұншығып тұр. 2-ЖЭО-н газға көшіру қала экологиясын жақсартар ма? // Портал Информбюро. – [Электрондық ресурс]: <https://informburo.kz/kaz/almaty-ttng-e-tnshyyp-tr-2-zheo-n-gaza-kshru-ala-ekologiyasyn-zhasarta-ma.html>, жүгілген күн: 10.01.2025).
- 19 World Health Organization. (2024). Ambient (outdoor) air pollution // WHO. – [Электрондық ресурс]: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) жүгілген күн: 10.01.2025.

REFERENCES

1. Awe Y., Nygard J., Larssen S., Lee H., Dulal H., Kanakia R (2015). Clean air and healthy lungs Enhancing the World Bank's Approach to Air Quality Management, the World Bank, 130 p.
2. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease, WHO Geneva, 2018, 4 p.
3. Shaddic G., Thomas M.L., Mudu P., Ruggeri G., Gumy S. (2020) Half the world's population are exposed to increasing air pollution. *npj climate and atmospheric science*, Vol. 3, pp. 1–5.
4. Kerolyn S., Giulia R., Michal K, Pierpaolo M., Mazen M (2023). WHO air quality database: relevance, history and future developments. *Bulletin of the World Health Organization*, Vol. 101, No. 12, pp. 800 - 807. <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.23.290188>
5. World Health Organization (2023). WHO ambient air quality database, 2022 update: status report. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/368432>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
6. Shaddick G., Salter JM., Peuch VH., Ruggeri G., Thomas ML., Mudu P. (2021) Global air quality: an inter-disciplinary approach to exposure assessment for burden of disease analyses. *Atmosphere (Basel)*, Vol.12, No. 1, doi:48. 10.3390/atmos12010048
7. Iriti M., Piscitelli P., Missoni E., Miani A. (2020). Air pollution and health: the need for a medical reading of environmental monitoring data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol.17, 2174. doi: 10.3390/ijerph17072174.
8. Yorifuji T., Kashima S., Doi,H. (2016). Acute exposure to fine and coarse particulate matter and infant mortality in Tokyo, Japan (2002- 2013). *Science of the Total Environment*, 551-552, 66–72. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.01.211.
9. Johnston J.E., Okorn K., Van Horne Y.O., Jimenez A. (2021). Changes in neighborhood air quality after idling of an urban oil production site. *Environmental Science: Processes and Impacts* 23, 967–980.
10. P'etremand,R., Wild P., Cr'ez' e C., Suarez G., Besançon S., Jouannique V., Debatisse A., Guseva Canu I. (2021). Application of the Bayesian spline method to analyze real-time measurements of ultrafine particle concentration in the Parisian subway. *Environment International*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106773>
11. Chen R., Yang J., Chen D., Liu W.-J., Zhang C., Wang H., Li B., Xiong P., Wang B., Wang Y., (2021). Air pollution and hospital outpatient visits for conjunctivitis: a time-series analysis in Tai'an, China. *Environmental Science and Pollution Research* 28, 15453–15461. DOI: 10.1007/s11356-020-11762-4
12. De Fatima Andrade M., Kumar P., de Freitas E.D., Ynoue R.Y., Martins J., Martins L. D., Nogueira,T., Perez-Martinez P., de Miranda R.M., Albuquerque T. (2017). Air quality in the megacity of Sao Paulo: evolution over the last 30 years and future perspectives. *Atmospheric Environment*, 159, 66–82.
13. Gulia S., Khanna I., Shukla K., Khare M. (2020). Ambient air pollutant monitoring and analysis protocol for low and middle-income countries: An element of comprehensive urban air quality management framework. *Atmospheric Environment*, 222
14. Tepanosyan G., Maghakyany N., Sahakyan L., Saghatlyan A. (2017). Heavy Metals Pollution Levels and Children Health Risk. Assessment of Yerevan Kindergartens Soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*,142, 257–265. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.04.013>
15. Lv J., Liu Y. (2019) An integrated approach to identify quantitative sources and hazardous areas of heavy metals in soils. *The Science Total Environment*, 646, 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.257>
16. Annual Bulletin of Monitoring the State and Climate Change in Kazakhstan – [Electronic resources]: <https://www.kazhydromet.kz/en/klimat/ezhegodnyy-byulleten-monitoringa-sostoyaniya-i-izmeneniya-klimata-kazahstana>, date of access: 20.12.2024.
17. Assanov D., Zapasnyi V., Kerimray A. (2021) Air Quality and Industrial Emissions in the Cities of Kazakhstan. *Atmosphere*. 12, 314. <https://doi.org/10.3390/atmos12030314>
18. Meyrambekkyzy, A. (2020) ‘Almaty tütinге тұншығып тұр: 2-ZhEO-n gazға kóshiru qala ekologiyasyn zhasarta ma?’, – [Electronic resources]: <https://informburo.kz/kaz/almaty-ttng-e-tnshyyp-tr-2-zheo-n-gaza-kshru-ala-ekologiyasyn-zhasarta-ma.html> date of access: 10.01.2025. [in Kazakh]
19. World Health Organization. (2024). Ambient (outdoor) air pollution // WHO. – [Electronic resources]: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) date of access: 10.01.2025. [in Russian]

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВОЗДУХА ГОРОДА АЛМАТЫ

Ырысжан Жақыпбек* PhD, Еркежан Е. Бегимжанова, Гульмира Б. Кезембаева PhD,
Серик В. Турсбеков к.т.н., Женис Т. Кожаев PhD

Satbayev University, Алматы, Казахстан; y.zhakypbek@satbayev.university, y.begimzhanova@stud.satbayev.university,
g.kezembayeva@gmail.com, s.tursbekov@satbayev.university, zh.kozhayev@satbayev.university
Автор корреспонденции: Ырысжан Жақыпбек, y.zhakypbek@satbayev.university

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

экология
городские территории
экологическое воздействие
ТЭЦ
здоровье населения
загрязнение
карта

По статье:

Получено: 27.01.2025
Пересмотрено: 16.03.2025
Принято: 27.03.2025
Опубликовано: 01.04.2025

АБСТРАКТ

Одним из самых больших бедствий в наше время является массовое загрязнение воздуха, которое вызывает изменение климата, а также негативно влияет на здоровье населения, ускоряя рост заболеваемости и смертности. В научной статье рассматриваются вопросы увеличения численности населения г. Алматы за последние годы, загрязнения воздуха и негативного влияния на здоровье населения г. Алматы в связи с некачественным сжиганием угля автотранспортом, ТЭЦ и домами частного сектора. Выбросы угольных электростанций также создают проблемы для выживания городского населения, способствуя образованию парниковых газов, которые поднимаются в атмосферу и помогают согреть планету. Кроме того, из-за загрязнения окружающей среды в атмосферном воздухе наблюдается чрезмерное увеличение элементов, относящихся к классу риска, таких как SO₂, CO₂, NO₂, PM_{2.5} и PM₁₀, что приводит к увеличению заболеваемости бронхитом, инфекционным бронхитом, пневмонией и хроническими заболеваниями легких в среде населения. Проанализированы и изучены уровни воздействия выхлопных газов автотранспорта и выбросов ТЭЦ на атмосферный воздух. На основе статистических данных города за 2016...2024 годы составлены экологические карты по точным картированию степени загрязнения и точной оценке влияния города на внедрение мероприятий по улучшению качества атмосферного воздуха города Алматы, защите и восстановлению городских экосистем, созданию и поддержанию комфортной, экологически безопасной среды обитания для человека на урбанизированных территориях. Эти карты позволяют разрабатывать решения по снижению антропогенного воздействия урбанизации на природную среду и готовить быстрые и конкретные проекты по поддержанию экологического баланса.

CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF SPATIAL AND TEMPORAL CHANGES IN AIR POLLUTANTS IN ALMATY

Yryszhan Zhakypbek* PhD, Yerkezhan Begimzhanova, Gulmira Kezembayeva PhD,
Serik Tursbekov candidate of technical sciences, Zhenis Kozhayev PhD

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan; y.zhakypbek@satbayev.university, y.begimzhanova@stud.satbayev.university,
g.kezembayeva@gmail.com, s.tursbekov@satbayev.university, zh.kozhayev@satbayev.university
Corresponding author: Yryszhan Zhakypbek, y.zhakypbek@satbayev.university

KEY WORDS

ecology
urban areas
environmental impact
thermal power plants
public health

ABSTRACT

One of the biggest problems in our time is mass air pollution, which leads to climate change, as well as negatively impact public health, accelerating the growth of morbidity and mortality. The scientific article examines the issues of population growth of Almaty in recent years, air pollution, and its negative impact on the health of Almaty's residents due to low-quality coal burning in thermal power plants, private

pollution
map

sector homes, and emissions from motor vehicles. Emissions from coal-fired power plants also contribute to the formation of greenhouse gases that rise into the atmosphere and warm the planet, posing challenges for the urban population. Additionally, due to environmental pollution, an excessive increase in pollutants such as SO₂, CO₂, NO₂, PM_{2.5}, and PM₁₀ in the air has been observed, leading to a rise in the incidence of bronchitis, infectious bronchitis, pneumonia, and chronic lung diseases among the population. The levels of exposure of car exhaust gases and emissions from thermal power plants were analyzed and studied. Based on statistical data from 2016 to 2024, precise maps of pollution levels and an accurate assessment of city's impact on the implementation of measures to improve air quality in Almaty were compiled. These efforts include protecting and restoring urban ecosystems, creating and maintaining a comfortable and environmentally save living environment for people in urbanized areas. These maps enable the development of solutions to reduce the anthropogenic impact of urbanization on the natural environment and facilitate the preparation of swift and specific projects to preserve environmental balance.

About article:

Received: 27.01.2025

Revised: 16.03.2025

Accepted: 27.03.2025

Published: 01.04.2025

Баспагердің ескертпесі: барлық жарияланымдардағы мәлімдемелер, пікірлер мен деректер «Гидрометеорология и экология» журналына және/немесе редакторға(ларға) емес, тек авторға(ларға) тиесілі.