Жоба туралы қысқаша ақпарат

Жоба аты	Қазақстан қалаларында ауа ластануын кешенді зерттеу: шығарындыларды түгендеу, көздерінің таралуы және әлеуметтік-экономикалық салдары
Жоба өзектілігі	Қазақстан Республикасы 2060 жылға қарай көміртектік бейтараптыққа қол жеткізуді мақсат етіп, декарбонизация бойынша ұзақ мерзімді стратегияны әзірлеуде Орталық Азиядағы алғашқы ел болды. Ел экономикасындағы жоғары табыс деңгейі энергияны көп қажет ететін өңдеуші өнеркәсіптің басымдығымен сипатталады. Қазақстандағы көмір қоры мен оны өндіру көлемінің айтарлықтай мол болуы салдарынан энергия тұтынудың басым бөлігі (69%) жабдықтарының тозу деңгейі жоғары және парниктік газдар шығарындыларының ірі көздері болып табылатын жылу электр орталықтарында өндіріледі. Қазіргі уақытта Қазақстанның ірі қалаларындағы атмосфералық ауаның сапасы Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы белгілеген ұсынымдарға сәйкес келмейді, бұл Қазақстанды PM2.5 концентрациясы жоғары, ауасы ең ластанған елдердің біріне айналдырады. Заңнаманың жетілмегендігі, өнеркәсіптік кәсіпорындардың ескірген инфрақұрылымы, экологиялық реттеу мен бақылаудың әлсіз деңгейі, ластану көздерін анықтаудың ескірген әдістемелері және мониторинг деректерінің болмауы ауа ластануының жоғары деңгейіне әкеліп, ол өз кезегінде адам денсаулығына теріс әсер етіп, соған байланысты экономикалық шығындарға соқтырады.
Жоба мақсаты	Павлодар, Өскемен және Алматы қалаларында ауаның ластану көздерінің таралуын және PM2.5 бөлшектерімен ластану деңгейін кешенді зерттеу, кейіннен олардың халық денсаулығына әсерін және соған байланысты экономикалық шығынды бағалау. Ластану көздерін дәл сәйкестендіре отырып, ауа сапасын зерттеудің заманауи әдістері шығарындыларды салалар бойынша мақсатты түрде азайтуға бағытталған бағдарламаларды әзірлеу үшін аса маңызды.
Жоба міндеттері	1-міндет. Зерттелетін қалалар — Павлодар, Өскемен және Алматы бойынша антропогендік ауа ластағыштары шығарындыларының көлемін түгендеу әдісімен анықтау. 2-міндет. Зерттелетін қалалардағы PM2.5 бөлшектеріндегі атмосфералық ауаны ластау көздерінің негізгі индикаторларының концентрацияларын анықтау.

	3-міндет. Рецепторлық модельдеу әдісі арқылы зерттелетін қалалардағы PM2.5 бөлшектерімен ауа ластануының әртүрлі көздерінің үлесін зерттеу. 4-міндет. Метеорологиялық факторлардың ауа сапасына әсерін зерттеу. 5-міндет. Зерттелетін қалаларда ауыр металдармен ауа ластануының адам денсаулығына төндіретін қауіптерін бағалау. 6-міндет. Зерттелетін қалаларда PM2.5 бөлшектерімен ауа ластануы салдарынан болатын мезгілсіз өлім-жітім мен экономикалық шығынды бағалау.
Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер	Қазақстанның үш қаласында — Алматы, Павлодар және Өскеменде — PM2.5 бөлшектерінің химиялық құрамына кешенді талдау жүргізілді. Бұл талдау органикалық және элементтік көміртекті, суда еритін иондар мен металдарды анықтауды, сондай-ақ маусымдық өзгергіштікті, ластану көздерін және метеорологиялық факторлардың әсерін бағалауды қамтыды. Барлық қалаларда қыс мезгілінде, әсіресе жылыту маусымында, OC және EC концентрацияларының едәуір артатыны анықталды. Ең айқын маусымдық айырмашылықтар Өскеменде байқалды, ал OC/EC арақатынасының жоғары мәндері екінші реттік органикалық аэрозольдердің және отынды тұрмыстық жағудың елеулі үлесін көрсетеді. Иондық құрам да қыс мезгілінде жоғары концентрациялармен сипатталды: Алматыда Na+ басым болса, Павлодар мен Өскеменде NH4+ ионы басым болды, ал металдардың концентрациялары жалпы алғанда айқын маусымдық өзгерістер көрсеткен жоқ. Барлық қалаларда PM2.5 массасының негізгі үлесін Ca, Mg және Fe элементтері құрады, ал сирек және уытты элементтердің едәуір бөлігі анықтау шегінен төмен болды. Позитивті матрицалық факторизацияны қолдану PM2.5-тің бес негізгі көзін бөліп көрсетуге мүмкіндік берді: биомасса мен көмірдің жануы, жылу электр станцияларының шығарындылары, қайта көтерілген шаң, көлік және тұрмыстық шығарындылар, сондай-ақ екінші реттік бейорганикалық аэрозольдер; PM2.5 жалпы массасына ең үлкен үлесті энергетикалық шығарындылар мен шаң көздері қосты. Метеорологиялық параметрлерді талдау Алматыда ластаушы заттардың жиналуына ең алдымен төмен температура, жоғары ылғалдылық және әлсіз турбуленттілік әсер ететінін, Павлодарда жел режимі мен көлденең тасымалдың маңызы зор екенін, ал Өскеменде жоғары ылғалдылық, төмен

	температура және шектелген тік ауа алмасуының үйлесімі басым рөл атқаратынын көрсетті.
Зерттеу тобы мүшелерінің аты-жөні, идентификаторлары (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, бар болса) және сәйкес профильдерге сілтемелер	Байматова Насиба Хикматуллаевна • Scopus ID: 55207389900 • 0000-0002-0631-3425 Ибрагимова Ольга Павловна • Scopus ID: 57216646818 • 0000-0001-5868-6648 Тұрсұн Қазбек Мұратұлы • Scopus ID: 57271406600 • 0000-0002-3990-1952 Раделюк Иван Михайлович • Scopus ID: 57208000668 • 0000-0002-6067-3034 Асанов Даулет • Scopus ID: 57807849800 • 0000-0002-1652-4074 Жумадильдинова Алуа Бексултанкызы Снопков Дмитрий Игоревич Воронков Владимир Владимирович
Қолдану	Нәтижелер Қазақстанның ірі қалаларында атмосфералық ауаның ластануын төмендету шараларын әзірлеу кезінде; қоршаған орта сапасының нысаналы көрсеткіштері мен нормативтерін қалыптастыруда; экологиялық саясат пен қалалық жоспарлау мәселелерімен айналысатын мемлекеттік органдардың, талдау орталықтарының және зерттеу топтарының қызметінде; сондай-ақ ластануды модельдеу, тәуекелдерді бағалау және ауа сапасын басқару стратегияларын әзірлеуді қоса алғанда, кейінгі ғылыми зерттеулерде пайдаланылуы мүмкін.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	Бұл зерттеу Қазақстанның өнеркәсіптік қалалары үшін алғаш рет жүргізіліп отыр. Жоба аясында ластанудың басым көздерін анықтау үшін жоғары дәлдіктегі модельдеу әдістерінің үйлесімі қолданылуда, бұл жұмысқа Қазақстан үшін бірегей сипат береді. Нақты қолданыстағы ұқсас шешімдермен салыстырғандағы басымдық жалпы мониторинг жүйелерінен дәлме-дәл көздік талдауға (Source Apportionment) көшуінде жатыр. Ілінбелі бөлшектердің тек жиынтық концентрациясын ғана тіркейтін стандартты бақылау әдістерінен айырмашылығы, бұл жоба рецепторлық модельдеу мен аэрозольдердің химиялық профилдеу әдістерін қолданады. Бұл әр қаланың өзіндік ландшафтық

	ерекшеліктері жағдайында — Алматының қазаншұңқырлық әсерінен бастап Шығыс және Солтүстік Қазақстандағы ірі индустриялық тораптардың ықпалына дейін — өнеркәсіп секторының, автономды жылыту жүйелерінің және автокөліктің нақты үлесін верификациялауға мүмкіндік береді. Зерттеудің маңызды артықшылығы — экологиялық деректерді клиникалық-эпидемиологиялық көрсеткіштермен ықпалдастыру. Халық денсаулығына төнетін тәуекелді бағалаудың халықаралық деңгейде мойындалған әдіснамаларын қолдану экологиялық залалды ғана емес, сонымен қатар аурушаңдықтың артуы мен еңбекке қабілеттіліктің төмендеуіне байланысты мемлекеттің тікелей экономикалық шығындарын да есептеуге мүмкіндік береді. PM2.5 ұсақ дисперсті бөлшектеріне бағдарланған егжей-тегжейлі шығарындылар кадастрлары тапшылығы жағдайында жоба Қазақстан Республикасы Экологиялық кодексін іске асыру үшін ғылыми тұрғыдан негізделген дәлелдемелік базаны қалыптастырады. Жұмыс нәтижелері шығарындыларды азайтуға арналған нысаналы секторалдық бағдарламаларды әзірлеуге негіз болады, бұл экологиялық жаңғыртуға салынған инвестициялар мен урбандалған аймақтардағы өмір сапасының нақты жақсаруы арасындағы жоғары сәйкестікті қамтамасыз етеді.
Жарияланымдар тізімі (URL, DOI көрсетілген)	Жоба ғылыми бағыты бойынша Science Citation Index Expanded дерекқорында индекстелетін, Web of Science базасында импакт-фактор бойынша 1-квартильге кіретін және Scopus базасында CiteScore көрсеткіші бойынша кемінде 70-процентильге ие рецензияланатын ғылыми басылымда 1 (бір) мақала жарияланды: K. Tursun, A. Omarova, O. P. Ibragimova, B. Bukenov, M. Tursumbayeva, R. Mukhtarov, I. Radelyuk, S. Yenisoy, D. Karakaş, H. Ergin, F. Karaca, N. Baimatova* (2025). Dominant sources of PM2.5 in Kazakhstan’s urban cities: A PMF and HYSPLIT-based study for air quality management in Central Asia. Urban Climate (CiteScore: 9.7, 95-процентиль; Impact Factor, IF: 6.0, Q1).
Патент туралы ақпарат	-