

6D070300 – «Ақпараттық жүйелер (салалар бойынша)» мамандығы бойынша
«философия докторы» (PhD) дәрежесін алу үшін диссертацияға

АНДАТПА

АДИКАНОВА САЛТАНАТ

**АТМОСФЕРАНЫҢ АВТОКӨЛІКТЕРДЕН ЛАСТАНУЫН
МОДЕЛЬДЕУГЕ АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕ ҚҰРУ**

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2017 жылғы 12 желтоқсандағы №827 қаулысымен бекітілген «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасының мақсаттары орта мерзімді перспективада Қазақстан Республикасы экономикасының даму қарқынын жеделдету және цифрлық технологияларды пайдалану есебінен халықтың өмір сүру сапасын жақсарту, сондай-ақ Қазақстанның экономикасын түбегейлі жаңа даму траекториясына көшіруге жағдай жасау болып табылады. Бұл маңызды элементтерінің бірі, ауа ластануын бақылаудың автоматтандырылған құралдары болып табылатын ұзақ мерзімді перспективада болашақтың цифрлық экономикасын құруды қамтамасыз етеді.

Бұл мәселенің өзектілігі Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексімен (№212, 2007 жылдың 9 қаңтарынан) байланысты, ол елдің тұрақты экологиялық дамуына байланысты мемлекеттік іс - шараларды анықтайды. Кодекс мониторингті қоршаған ортаның, табиғи ресурстардың жағдайын - табиғи және антропогендік факторлардың әсерінен өзгеруін бағалау, болжау және бақылау мақсатында құрылған кешенді бақылау жүйесі ретінде қарастырады.

141 бапта Қазақстан Республикасының елді мекендерінде атмосфералық ауаның ластану күйін, қоршаған ортаны қорғау саласындағы өкілетті орган бақылауды жүргізуі талап етіледі.

Қазақстандағы атмосфералық зиянды заттардың жылдық мөлшері 5-7 миллион тоннаға дейін жетіп қалады, оның үштен бір бөлігі көлік секторына (негізінен автомобиль көліктеріне) тиесілі.

Ұлттық табиғат қорғау органдарының мәліметтері бойынша республиканың түгел дерлік облыстық және өнеркәсіптік ірі орталықтары атмосфералық ауаның жоғары ластану деңгейіне ие.

Ауадағы зиянды заттардың қоспалары мен олардың кеңістік – уақытылы таралуының ерекшеліктері әуе бассейні ластануының өзгеру тенденциясы мен күйін объективті бағалауға негіз болады. Осыған орай ауадағы зиянды заттарды нормаға келтіру арқылы ауаның тазалығын қамтамасыз ететін іс-шараларды ұйымдастыру керек.

Зерттеулердің нәтижесі кәсіпорындар мен тұрғын үйлердің орналасуын жобалау мен атмосферадағы қалдықтардың ұйғарымды шегін бекітуде есепке алыну керек.

Көліктік секторда жанармайдың жағылуынан көмірқышқыл газының бөлінуіне байланысты, әсіресе қалаларда ауаның ластануының жоғары деңгейі байқалады.

Қазіргі таңда Алматы, Қарағанды, Өскемен және Шымкент сияқты қалаларда ауаның қатты ластануы байқалады, оның ішінде ауадағы зиянды қоспалардың 80-90 пайызы автомобиль көлігінің үлесіне тиесілі. Осыған байланысты автокөлік құралдарының атмосфераға шығаратын зиянды қоспаларын азайту бойынша түбегейлі шаралар қабылдау қажеттігі туындайды.

Кедендік кеңестің ТР ТС 018/2011 «Дөңгелекті көлік құралдарының қауіпсіздігі туралы» Техникалық регламентіне сәйкес Автокөліктің зиянды заттарды шығаруына норма енгізілуіне және Евро-4 және Евро-5 стандарттарына өтуге байланысты, автомобиль көлігінен бөлінетін зиянды қоспаларды бақылау әдістерін күшейту күтілуде.

Қазақстан Республикасында қоршаған ортаны қорғау саласындағы ғылыми зерттеулер елдің тұрақты дамуының жолдарын анықтау бойынша мемлекет қызметінің тиімділік элементтерінің бірі болып табылады, ол экологиялық мониторинг әзірлемелерін жүргізуді, сонымен қатар қоршаған ортаны қорғау саласын мемлекеттік басқару мақсатында ақпараттық технологияларды пайдалануды көздейді (*Қазақстан Республикасы Президентінің 2018 жылғы 15 ақпандағы №636 Жарлығымен бекітілген Қазақстан Республикасының 2025 жылға дейінгі Стратегиялық даму жоспары*).

Атмосфераның ластану мінездемелері қазіргі уақытта көбінесе метеорологиялық шама ретінде қарастырылады. Автокөлік құралдарынан атмосфераны ластаушы заттардың шығарылу мөлшерін есептеуді сандық талдау нәтижелерін интерпретациялайтын атмосфераны ластау мониторингі бойынша бағдарламалық қосымшаларды жасау метеорологиялық есептермен тікелей байланысты. Зиянды шығарылымдарды нормалау, атмосфераға шекті рұқсат етілген шығарылымдарды анықтау жолы мен экологиялық жағдайды жақсарту, олардың атмосферада таралуы шарттарын есептеуден тікелей тәуелді, ол сонымен қатар кәсіпорындар және тұрғын үй массивтерін жоспарлауда қолданылады.

Автокөліктердің өте көп саны бар қала құрылысы кәсіпорындарының бөлімдері автотранспорттардың қызметін автоматтандырады, олардың мақсаты атмосфераға бөлінетін зиянды қоспаларға мониторинг жасау болып табылады. Бұл мониторингтің негізінде зиянды қалдықтардың санын есептеу, қалдықтардың бөлінуін болжау және экологиялық ортаның жағдайын жақсарту үшін шараларды жүргізуге арналған ұсыныстар жасау.

Елді автомобильдендіру ғылыми-техникалық, экономикалық, әлеуметтік және экологиялық мәселелерді қозғайды. Автомобильдендіру

көптеген жақсылықтарымен қоса, тікелей және ресурстарды тиімсіз пайдалану түрінде көрінетін қоғамға, табиғатқа елеулі зиян келтіретін кері құбылыстарымен бірге жүреді. Қаланың атмосфералық ауасына зиянды заттарды шығаруды қысқарту бойынша шараларды жүргізу қажет.

Адамзаттың өндірістік қызметінің нәтижесінде бөлінген барлық зиянды заттар атмосфераның шекаралық қабатына бағытталған, мұнда энергия жылу мен ылғал түрінде шекаралық қабаттан ауаға беріледі және үрдіс керісінше жүреді. Сондықтан шекаралық қабаттың құрылымының мәні ауаның зиянды қалдықтардан тазалану қабілетін бекітудің негіздемесі болып саналады.

Бұл қабаттың құрылымы өте күрделі. Төменгі бетінің сипаттамаларының әртүрлілігі (кедір – бұдырлардағы айырмашылықтар, альбедо, рельефтердің түрлері) және атмосфералық шарттар осы ортаның шектеріндегі шарттардың үлкен өзгерістеріне әкеледі; жердің айналуы да үлкен әсер береді. Математикалық модельдеуде бір модельдің төңірегінде барлық осы факторларды есепке алу мүмкін емес, себебі әуе ағыны атмосфераның шеткі қабатында әрқашан турбулентті.

Атмосфераның ластануын зерттеуде көпжылдық тәжірибелер алынған, ауада зиянды бөлшектің таралуын бақылаудың толық масштабты эксперименттері жүргізілген, олардың тасымалдануы мен тұнуының заңдылықтары алынған.

Қоршаған ортаны қорғаудағы іс-шаралар ауада зиянды заттардың таралуын есептейтін модельдердің тура дәлдігін талап етеді. Зиянды қоспалардың таралуын есептейтін әдістемелер біртекті және тегіс рельефтерде ғана іске жарамды. Көптеген кәсіпорындар су қоймалары жағалауы мен шалғай аудандарда орналастырылады. Мұндай жағдайларда желдің жылдамдығының компоненттері мен басқа да метеорологиялық сипаттамалар алдын – ала берілген деп ұйғарылатын кинематикалық модельдерді қолдану ауада зиянды қоспалардың таралуын есептеуде үлкен қателіктер жібереді. Сондықтан қалдықтардың таралуы мен шашыруын, физикалық үрдістерді толығырақ сипаттайтын гидродинамикалық модельдердің көмегімен беруге деген қызығушылықтың туындауы түсінікті.

Бұл диссертациялық жұмыста Өскемен қаласының негізінде ауаға автокөлік құралдарынан бөлінетін зиянды қоспалардың таралуын модельдеу үшін ықтималдық-статистикалық тәсілді қолдану ұсынылған. Ықтималдық кездейсоқ модельдеудің оңайтылған әдісін қолдану есептеудің дәлдігін жоғалтпай көлемін азайтатын есептеудің тиімді сандық алгоритмдердің құруға мүмкіндік береді.

Жұмыстың идеясы – елді мекенді, ондағы көше - жол желісі мен автокөліктердің санын ескере отырып, автотранспорт ағынының қоршаған ортаға әсерін модельдеу.

Зерттеу нысаны атмосферада зиянды қоспалардың таралуын атмосфераның газдық және аэрозольдік құрамының өзгергіштігін

математикалық үлгілеу көмегімен сипаттау процесі, сонымен қатар атмосфералық қоспалардың қоршаған ортаға әсерін бағалау болып табылады.

Зерттеу пәні зиянды қоспалардың сызықтық көздерден көлденең кимада таралуын есептеудің тиімді сандық алгоритмін құру үшін ықтималдық-статистикалық үлгілеу әдістері мен алгоритмдері болып табылады.

Жұмыстың негізгі мақсаты мониторинг жүйесі үшін ықтималдық-статистикалық модель негізінде қаланың әуе бассейні микроклиматының компьютерлік үлгісін жасау, ауа ластану үрдісін және ластаушы қоспалардың таралуын зерттеу.

Атмосфералық ауада зиянды қоспалардың таралуы процесінің ақпараттық жүйелерін жасау процесі компьютерлік графика, сараптамалық жүйелер және сандық картография жүйелеріне негізделген. Соңғы уақытта мұндай зертеулермен Закарин Э.А. және оның оқушысы Спивак Л.Ф. (1998) айналысқан. Бұл зерттеулердің нәтижелері экологиялық мониторингтің ақпараттық жүйелерін жасауда қолданылады.

Көрсетілген мақсатқа қол жеткізу үшін диссертациялық жұмыста келесі **міндеттер** қойылды және шешілді:

1) Автокөліктік ағындардың қоршаған ортаға энерго-экологиялық әсерін талдау;

2) Автокөліктерден бөлінген зиянды қоспалардың қала атмосферасына таралуының математикалық үлгілері бейімделінді;

3) Ықтималдық-статистикалық үлгілеу негізінде автокөліктен бөлінген зиянды қоспалардың ауада таралуының әдістері және алгоритмдері жасалды;

4) Қаланың атмосфералық ауасында автокөліктен бөлінген зиянды қоспалардың таралу процесін үлгілеу жүйесі тексерілді және ендірілді.

Зерттеу тәсілдері. Зерттеу әдістері негізінен жүйелік талдау, имитациялық үлгілеу, ақпараттық технологиялар құралдарын қолдануға негізделген. Бағдарламалық құралдарды жасау кезінде модульдік Web-бағдарламалау әдістері, жобалау шаблондарын пайдаланумен объектілі-бағытталған бағдарламалау технологиялары пайдаланылды.

Диссертациялық зерттеудің ғылыми жаңашылдығы ықтималдық-статистикалық үлгілеуді автокөліктерден бөлінген зиянды қоспалардың қала атмосферасында таралуына қолдану, сызықтық көздерден таралуын модельдеуге мүмкіндік беретін, автокөліктен бөлінген зиянды қоспалардың санын есептейтін ақпараттық жүйе жасау болып табылады.

Қорғауға шығарылатын негізгі ғылыми ережелер:

1) Графтар түрінде бейнеленген қаланың көше-жол желілерінде автокөліктерден бөлінген зиянды қоспалардың санын есептеудің әдістері мен алгоритмдері;

2) Ауада автокөліктерден бөлінген зиянды қоспалардың таралуының ықтималдық-статистикалық модельдері;

3) OpenStreetMap тегін веб - картографиялық сервистің көмегімен кез келген елді мекеннің атмосфералық ауасындағы зиянды қоспалардың таралуын үлгілейтін ақпараттық жүйе.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы. Диссертациялық жұмыста жасалған алгоритмдер және бағдарламалық құралдар қаланың әуе бассейнінің ластануын мониторингілеу жүйесінде қолдануға арналған.

Ықтималдық-статистикалық үлгілеу негізінде атмосферада зиянды қоспалардың таралуының динамикалық процестері зерттелді. Көше-жол желісі (КЖЖ) бойынша қозғалып келе жатқан көліктің атмосфераға зиянды заттарды шығару мөлшерін есептеуге мүмкіндік беретін компьютерлік жүйе жасалды.

Атмосферада қоспа бөлшегі ауа ағынымен сыртқы күштердің әсерінен, сонымен қатар атмосфераның турбуленттік пульсация әсерінен қозғалуы мүмкін. Сәйкесінше, қоспаның бөлшектерінің қозғалу траекториясы сомалық кездейсоқ жол ретінде қарастырылуы мүмкін: оның координаттарының кез-келгені уақыттың кез-келген сәтінде детерминирленген және кездейсоқ құраушы сомасы ретінде ұсынылуы мүмкін.

Қаланың атмосфералық ауасында зиянды қоспалардың таралу процесіне мониторинг жүргізу үшін құрылған ақпараттық жүйе қала атмосферасында зиянды қоспалардың таралуын үлгілейді және қоғамдық көліктің қозғалыс бағдары мен кестесін жасау және оларды экологиялық тұрғыда бағалау кезінде пайдалы болады.

Мониторинг жүргізу үшін құрылған ақпараттық жүйе автоматтандырылған ақпараттық жүйелерге қойылатын барлық талаптарға сай келеді, қоршаған ортаны қорғау бойынша іс - шараларды жүргізуде тиімді қолданыла алады.

Жұмыс нәтижелерін жүзеге асыру. Құрылған жүйе 2018 жылдың тамыз айынан бастап Шығыс Қазақстан облысы бойынша «Казгидромет» Шаруашылық жүргізу құқығындағы Республикалық мемлекеттік кәсіпорын филиалының кешенді зертханасы инженерлерінің жұмысында табысты қолданылуда және осы кәсіпорынға ендірілді.

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері баяндалды және талқыланды: «Ғылымдағы, техникадағы және білім берудегі есептеу және ақпараттық технологиялар (СiTech-2015)», Халықаралық ғылыми конференциясында 24-27 қыркүйек 2015 ж., КазҰУ, Алматы, Қазақстан; 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications, 17 December 2015, Lublin and Naleczow, Poland; Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2016, 29 May – 6 June, 2016 - Wilga, Poland; GEOMED 2016 4th International Geography Symposium, May 23 - 26, 2016 - Kemer, Antalya, Turkey халықаралық конференциясында; «Жастар шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуына» студенттердің, магистранттардың және жас ғалымдардың IV Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында,

12,13 сәуір 2017 ж., ШҚМТУ, Өскемен, Қазақстан; Түркі әлемінің математикалық қоғамының VI конгресінде (TWMS 2017), 2-5 қазан 2017 ж., ЕҰУ, Астана, Қазақстан; «Ғылымдағы, техникадағы және білім берудегі есептеу және ақпараттық технологиялар (СiTech-2018)», Халықаралық конференциясында 25-28 қыркүйек 2018 ж., ШҚМТУ, Өскемен, Қазақстан.

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша 13 ғылыми жұмыс жарияланды, соның ішінде Thomson Reuters мәліметтер қорында индекстелген журналда 1 мақала, Thomson Reuters мәліметтер қорында индекстелген конференция материалдарының жинақтарында 1 мақала, Scopus мәліметтер қорында индекстелген журналда 1 мақала, Scopus мәліметтер қорында индекстелген конференция материалдарының жинақтарында 4 мақала, ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитетімен ұсынылған баспаларда 3 жұмыс, халықаралық конференциялар жинақтарында 4 жұмыс.

Диссертацияның құрылымы және көлемі. Диссертация 117 машинамен басылған мәтін бетінде баяндалған кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан, 131 атаудан тұратын әдебиеттер тізімінен, 50 сурет, 9 кесте және 5 қосымшадан тұрады.