

ШАЛАБАЕВА МАЙРА ХУСАИНОВНА

8D07100 – «Автоматтандыру және басқару» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы PhD дәрежесін алуға «Темір жол көлігіндегі апат салдарын жою кезінде экологиялық қауіпсіздікті автоматтандырылған бағалаудың әдістері мен модельдері» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына АНДАТПА

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Темір жол апаттық жағдайларының (ТЖ АЖ) салдарын жоюдың (болдырмаудың) ғылыми негіздеріне арналған жұмыстарды талдау олардың өзара байланысты үрдістер тізбегі екенін көрсетті. Бұл үрдістер адамдарға түрлі қауіп-қатерлердің алдын алуға, қоршаған ортаны (ҚО) қорғауға, жүктерді, жылжымалы құрам (ЖҚ), ТЖ инфрақұрылым объектілерін және т.б. мүмкіндігінше қысқа мерзімде сақтауға бағытталған бірқатар іс-шаралар жүргізуді қажет етеді. Бұл ретте осы іс-шараларды орындау үшін қажетті әртүрлі ресурстарды ұтымды пайдалану да маңызды. [58] ТЖ АЖ оқшаулау және олардың салдарын жою жөніндегі іс-шараларды жүргізу қалыптасқан жағдайды, оның ішінде ТЖ АЖ орнында ҚО жай-күйін автоматты (автоматтандырылған) мониторингілеу жүйелерін пайдалана отырып мониторинг жүргізуді, барлық белгіленген қауіпсіздік шараларын ескере отырып, іс-қимылдың тиімді тәсілдерін таңдауды болжайды. ТЖ АЖ пайда болған жерде қалыптасқан ақпаратты жинаудың және жағдайды бағалаудың ерекшелігі, бұл үрдістер уақыт тапшылығы, ҚО-ға кері әсер етудің үздіксіз өсуі және пойыздардың қозғалыс кестесін бұзудан болған шығындар, адамдарға қауіп төнуі, жүктің, ЖҚ және теміржол инфрақұрылымы объектілерінің және т.б. жай-күйі туралы ақпараттың жеткіліксіздігі жағдайында жүзеге асырылады. [60]

Ұтымды және уақтылы шешімді әзірлеуге байланысты міндеттерді тиімді шешу үшін жедел басшылық штабы (ЖБШ) басшысының нақты құрылған басқару жүйесі болуы керек, заманауи ақпараттық технологияларды, оның ішінде шешім қабылдауды қолдаудың зияткерлік жүйелерін (ШҚҚЗЖ) және ауа сапасын мониторингілеудің мобильді автоматтандырылған жүйесін (АСММАЖ) пайдалана отырып, ЖБШ жұмысын ғылыми негізде ұйымдастыру қажет.

Қауіпті жүктермен (ҚЖ) ТЖ АЖ-ын оқшаулау және олардың салдарын жою бойынша негізделген басқарушылық шешімдерді қабылдау ШҚҚЖ көмегімен жүзеге асырылуы тиіс, оларды құру үшін осындай ТЖ АЖ дамуын болжаудың ұсынылған математикалық модельдерін және жедел штаб басшыларының іс-қимылдарының құрылымдық-логикалық сызбаларын пайдалану қажет. Бұл жағдай зерттеу тақырыбын таңдауға себеп болды.

Зерттеу мақсаты – ҚО-ға экологиялық зиянды әсер ету көзі ретінде ҚЖ тасымалдау кезінде теміржолдағы апаттық жағдайлардың салдарын жоюда ауа сапасын мониторингілеудің автоматтандырылған жүйесі үшін модельдерді, әдістерді және ақпараттық технологияларды дамыту.

Зерттеу міндеттері:

1) ҚЖ тасымалдау кезінде экологиялық қауіпсіздікке байланысты темір жол көлігіндегі (ТЖК) апаттық жағдайларды жоюды басқару мәселелері бойынша алдыңғы зерттеулерге шолу және талдау жасау;

2) ТЖ АЖ туындау мүмкіндігін, оны бағалауды, оқшаулауды және оның салдарын жоюды ескере отырып, ТЖК қауіпсіз жұмыс істеу жағдайының бағдарланған бағаны түрінде ҚЖ темір жол тасымалы жүйесін ресімдеу;

3) ТЖК функционалдық ішкі жүйесіндегі құрылымдық бөлімшелерінде апаттық, қалпына келтіру жұмыстарын жүргізуді ұйымдастырудың әртүрлі сызбаларын негіздеу және бағдарламалық модельдеу үшін жаңа модельдер алу және қолданыстағы модельдерді толықтыру;

4) әзірленген модельдер мен жаңа ақпараттық технологиялар (АТ) біріктіретін ТЖК инфрақұрылымдық объектілерінде ауа сапасын мониторингілеудің мобильді автоматтандырылған жүйесін (АСММАЖ) жобалау және іске асыру.

Зерттеу объектісі – ҚО-ға экологиялық зиянды әсер ету көзі ретінде қауіпті жүктерді тасымалдау кезінде теміржолдағы апаттық жағдайлардың салдарын жоюда ауа сапасын мониторингілеудің мобильді автоматтандырылған жүйесін қолдану үрдістері.

Зерттеу әдістері – жұмыста отандық және әлемдік тәжірибені талдау мен жалпылауды, сондай-ақ темір жолдағы төтенше жағдайлардың салдарын жою кезінде экологиялық қауіпсіздікті басқарудың ғылыми әдістерін әзірлеуге байланысты мәселелер бойынша зерттеулерімізді қамтитын кешенді жүйелік тәсіл қолданылды; операцияларды зерттеу және математикалық модельдеу әдістеріне сүйене отырып, қауіпті жүктерді тасымалдау барысында апаттық жағдайлар кезіндегі теміржол көлігі жүйесінің жұмыс істеуінің математикалық моделі жасалынды; ҚЖ тасымалдау кезінде қоршаған орта үшін және адам өміріне қауіпті мәндерін анықтауға арналған құрылымдық-аналитикалық модельдері және апаттық жағдайларды жою бойынша жедел штаб іс-әрекеттерінің оңай алгоритмделетін құрылымдық-логикалық сызбасы әзірленді; ЖҚКЖ теориясының әдістеріне сүйене отырып, «қоршаған орта–апаттық объект–жою бөлімшелері» жүйесінің қызметін формальды сипаттау жүзеге асырылды. ADO.net технологиялық платформасында уақыт шектеусіз кезек жүйесінің жұмыс істеу процестері ретінде апаттық бөлімшелердің іс-әрекеттерінің формальды сипаттамасын бағдарламалық қамтамасыз етуді іске асыруда объектіге бағытталған бағдарламалау әдістері қолданылды.

Жұмыста алынған нәтижелер анықталған белгілі инженерлік есептеу әдістеріне негізделеді. Зерттеу барысында электронды есептеу машинасы (ЭЕМ) қолдана отырып, деректерді стандартты өңдеу әдістері қолданылды. Сондай-ақ компьютерлік модельдеу үшін ТЖК-дегі күрделі АТ жүйелері мен үрдістерге арналған бағдарламалық жасақтама қолданылды. Есептеу эксперименттері кезінде алынған эксперименттік деректердің және теориялық есептеу нәтижелерінің ұқсастығы диссертацияның қосымшаларында ұсынылған тиісті енгізу актілерімен расталды.

Зерттеу пәні – ТЖК-дегі апаттық жағдайлардың салдарын жоюда экологиялық қауіпсіздікті басқарудың әдістері, модельдері және ақпараттық технологиялары.

Зерттеудің теориялық және әдіснамалық негіздері. Диссертациялық жұмысты орындау барысында кешенді жүйелік тәсіл негізге алынды. Бұл темір жолдағы төтенше жағдайлардың салдарын жою кезінде экологиялық қауіпсіздікті басқарудың ғылыми әдістерін әзірлеуге арналған зерттеулер саласындағы талдаудың классикалық әдістерін қолдануға және отандық және әлемдік тәжірибені жалпылауға мүмкіндік берді. Сондай-ақ жедел зерттеулер мен математикалық модельдеудің классикалық әдістері негізінде ҚЖ-терді тасымалдау кезінде туындайтын төтенше жағдайлар кезінде теміржол көлігі жүйесінің жұмыс істеуінің математикалық моделі әзірленді. Сонымен қатар, жедел зерттеулердің бұл әдістері қоршаған ортаға және адам өміріне қауіпті ҚЖ-ді тасымалдау кезінде апаттық факторлардың мәндерін анықтаудың құрылымдық-аналитикалық үлгілерін жасауға мүмкіндік берді. Бұл сызбалар объектіге бағытталған бағдарламалау парадигмасының негізінде оңай алгоритмделеді. ЖҚКЖ теориясының әдістеріне сүйене отырып, «ҚО – апаттық объект – темір жол көлігінің жою бөлімшелері» жүйесінің жұмыс істеуінің формальды сипаттамасы жасалды. ADO.net технологиялық платформасында уақыт шектеусіз ЖҚКЖ жұмыс істеу процестері ретінде апаттық бөлімшелердің іс-әрекеттерінің формальды сипаттамасын бағдарламалық қамтамасыз етуде объектіге бағытталған бағдарламалау әдістері қолданылды.

Жұмыста алынған нәтижелер белгілі дәлелденген инженерлік есептеу әдістеріне негізделген. Зерттеу барысында компьютердің көмегімен деректерді өңдеудің стандартты әдістері қолданылды. Сондай-ақ компьютерлік модельдеу үшін темір жол желілеріндегі күрделі жүйелер мен үрдістерді модельдеу үшін бағдарламалық қамтамасыз ету пайдаланылды. Есептеу эксперименттері кезінде алынған эксперименттік мәліметтер мен теориялық есептеулер нәтижелерінің жақындасуы диссертацияның қосымшаларында келтірілген сәйкес енгізу актілерімен расталады.

Ғылыми жаңалығы:

- диссертациялық жұмыста алғаш рет апаттық жағдайдың туындау мүмкіндігін, оны бағалауды, оқшаулауды және оның салдарын жоюды ескере отырып, ТЖК қауіпсіз жұмыс істеу жағдайының бағдарланған бағаны түрінде ҚЖ теміржол тасымалы жүйесі ресімделді;

- математикалық модель дамуына қол жеткізілді, ол жүйені сенімділік жағдайында қолдаудың белгілі бір технологиялық және ұйымдастырушылық іс-шараларына байланысты қауіпсіз жұмыс жағдайында ҚЖ тасымалдау кезінде ТЖК болу ықтималдығы практикалық есептеу деңгейіне жеткізілді [58], олар қолдағы бардан айырмашылығы жою жұмыстарының уақытын ғана емес, сонымен қатар айтарлықтай қысқарту түрінде синергетикалық әсерді қамтамасыз етеді, осы жағдайлардың ҚО-дағы жағымсыз салдарының оған пропорционалды түрде азаюы;

- ЖҚКЖ әдістері мен осы әдістердің бейімделген нұсқалары негізінде математикалық модельдер жетілдірілді, олардың қолданыстағы әдістерден айырмашылығы, ТЖК функционалды ішкі жүйесінің құрылымдық бөлімшелері үшін апаттық, қалпына келтіру жұмыстарын ұйымдастырып, жүргізудің түрлі сызбаларын негіздеуге мүмкіндік береді.

Практикалық мәнділігі. Теміржол көлігі инфрақұрылымы объектілерінде ауаның жай-күйін бақылаудың мобильді автоматтандырылған жүйесі әзірленді және енгізілді. Жүйе екі негізгі құрамдас бөліктен тұрады: орталық ақпаратты өңдеу сервері және деректерді жинау құрылғылары. Таратқыш ATmega328 микроконтроллеріне негізделген. Wi-Fi арқылы жұмыс істейтін мобильді автоматтандырылған ауа сапасын бақылау жүйесінің құрамдас құрылғылары үшін 802.11 n стандарты бойынша сенімді қосылымды қамтамасыз ететін ESP8266 микроконтроллері негізіндегі таратқыш пайдаланылды. [89] Атмосфераның сапасын бақылауды қамтамасыз ететін мобильді автоматтандырылған жүйеде деректерді өңдеу сервері MQTT хаттамасы арқылы барлық құрылғылардан әрбір сенсордың күйі және қоршаған ортаның ластануынан туындаған теміржол оқиғасы орнында құрылғының орналасқан жері туралы ақпаратты алады. Барлық деректер уақыт белгілеріне сәйкес пішімде сервердегі дерекқорға мерзімді түрде жазылады. Сақталған ақпаратқа қол жеткізу үшін мобильді автоматтандырылған басқару жүйесіндегі веб-шолғыш арқылы барлық құрылғылардан ауа сапасын басқаруға мүмкіндік беретін веб-интерфейс қолданылады.

Ауа сапасын мониторингілеу жүйесі (АСММАЖ) жұмыс істеу жылдамдығы мен тұрақтылық көрсеткіштері бойынша Украина мен Қазақстан темір жолдарында тестілеу сәтті өтті. АСММАЖ веб-қосымшасының қызметі әртүрлі мөлшерде алынған есептеу ресурстарымен және түрлі виртуалды жүйелерінде тестіленіп тексерілді.

ADO.net технологиялық платформасын пайдалана отырып, уақыт шектеуінсіз, қоғамдық іс-шараларға қызмет көрсету жүйесінің жұмыс істеу процестерінің бөлігі ретінде төтенше жағдайлар қызметтерінің операцияларының ресми сипаттамасын бағдарламалық қамтамасыз етуді іске асыру сынақтан өтті және кейіннен қолданысқа енді. [89]

Сондай-ақ, диссертациялық зерттеу барысында алынған нәтижелер Халықаралық көліктік-гуманитарлық университеті «Автоматтандыру және басқару» білім беру бағдарламасының магистранттары мен докторанттарын даярлау кезінде оқу үрдісінде қолданылады. Диссертациялық зерттеу барысында алынған нәтижелерді нақты енгізу және қолдану енгізу туралы тиісті актілермен расталды. Енгізу туралы осы актілердің скан көшірмелері диссертацияның қосымшаларында келтірілген.

Зерттеу нәтижелері. Диссертациялық жұмыста ұсынылған және қорғауға шығарылған барлық негізгі нәтижелерді ізденушінің өзі алды. Ауа сапасын мониторингілеудің мобильді автоматтандырылған жүйесін (АСММАЖ) әзірлеудің жоспарланатын ғылыми-техникалық деңгейі үздік әлемдік үлгілерге сәйкес келді.

Диссертация нәтижелерінің апробациясы. Диссертацияның негізгі нәтижелері мен ережелері, сондай-ақ зерттеу барысында жасалған қорытындылар туралы «Білім беру, басқару, экономика және техникадағы информатика мәселелері» халықаралық ғылыми-техникалық конференцияда, 2020ж, 2021ж., Пенза, Ресей; «Темір жол көлігінің проблемалары мен даму болашағы» халықаралық ғылыми-практикалық конференцияда, 2021ж., Днепр, Украина; «Көлік, өндіріс және білім берудегі заманауи ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» халықаралық ғылыми-практикалық конференцияда, 2021ж., 2022ж., Днепр, Украина; «Қазақстанның көліктік әлеуеті: пайда болуы және болашағы» халықаралық ғылыми-практикалық конференцияда, 2021ж., Алматы, Логистика және көлік академиясы; Халықаралық көліктік-гуманитарлық университетінің «Көліктегі автоматтандыру және электрэнергетика» кафедрасы; Украинаның Ұлттық биоресурстар және табиғатты пайдалану университеті «Компьютерлік жүйелер, желілер және киберқауіпсіздік» және «Компьютерлік ғылымдар» кафедралары (Киев қ., Украина) отырыстарында, ғылыми семинарларда баяндама жасалып, талқыланды.

Жарияланымдар. Диссертацияда ұсынылған барлық нәтижелер бұрын 15 ғылыми еңбектерде жарияланған. Оның ішінде 3 мақала ҚР БҒМ БҒССҚК ұсынған журналдарда жарияланды; 7 халықаралық конференциялар материалдарында, Scopus базасына кіретін журналдарда 3 мақала, ғылыми журналдарда 2 мақала жарияланды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан тұрады, 141 бетте жазылған және 62 сурет, 3 кестеден, 92 пайдаланылған әдебиеттерден және 3 қосымшадан тұрады.

Кіріспеде диссертациялық зерттеу тақырыбының өзектілігі негізделді, зерттеу мақсаты, міндеттері, әдістері мен объектісі тұжырымдалды, ғылыми жаңалығы сипатталды, алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы көрсетілді.

Бірінші бөлімде қауіпті жүктерді тасымалдау кезінде экологиялық қауіпсіздікке байланысты ТЖК-дегі апаттық жағдайларды жоюды басқару мәселелері бойынша алдыңғы зерттеулерге шолу жүргізілді. ТЖК-дегі апаттардың салдарын жою кезінде экологиялық қауіпсіздікті автоматтандырылған бағалау үшін әдістер мен модельдерге талдау жасалды.

Әлемнің дамыған өнеркәсіптік өңірлеріндегі жер үсті көлігі экономиканың басқа салаларын дамытудың негізіне айналды. Бұл ретте көліктен ҚО-ға экологиялық жүктеме де маңызды болып қала береді. «Көлік - табиғат (ҚО) – адам» жүйесі үштігінің экологиялық құрамдас бөлігін талдау көліктегі экологиялық өзекті мәселелердің шиеленісуі және оның ҚО-ға кері әсерінің күшеюі осы үштіктің экологиялық құрамдас бөлігіне жеткіліксіз назар аударудың салдары екенін көрсетті. Алайда, бұл өзекті мәселе бүгінде көліктің, ең алдымен автомобиль және әуе көлігінің даму қарқынына және көлік жүйелерінің ҚО-мен өзара әрекеттесу ерекшеліктеріне байланысты әлемдегі экологиялық жағдайға әсер ете бастады.

Әрі қарай осы тарауда Еуропалық Одақ (ЕО) елдеріндегі темір жолдардағы көлік апаттары статистикасының талдауы, сондай-ақ негізгі экологиялық қауіпті жүктерді тасымалдау кезінде апаттардың салдарын жоюдың жалпы мәселелері бойынша әдебиеттерге талдау жүргізіліп, жүктерді тасымалдау кезінде алдын алу шараларын жетілдіру мәселелері қарастырылды.

Көптеген шет елдерде қазіргі уақытта көлік процестерін зияткерлік басқару мәселесіне, соның ішінде тасымалдау қауіпсіздігінің деңгейін арттыруға, экологиялық жағдайды жақсартуға, басқару сапасына адам факторының теріс әсерін азайтуға және т.б. көп көңіл бөлінеді.

Теміржол көлігінің қызмет ету ерекшеліктерін ескере отырып, зияткерлік көлік жүйелерін құрудың ғылыми-әдістемелік тәсілдеріне арналған ғылыми зерттеулердің тағы бір бағыты сараптамалық жүйелерді (СЖ) және шешімдерді қабылдауды қолдау жүйелерін (ШҚҚЖ), ақпараттық технологиялар, инфрақұрылым объектілері мен жылжымалы құрамның жағдайын мониторингі мен байланыс жүйелері заманауи түрлерін пайдалану болып табылады..

Жұмыстың **екінші бөлімінде** жүйелер теориясы мен шешімдер қабылдау әдістері, жүйелік талдау, ТЖ АЖ-ға ден қоюдың экологиялық үрдістерін математикалық модельдеу, ҚЖ қауіпсіздік шараларын және оларды жою тәртібін айқындау жөніндегі нормативтік құжаттар қарастырылды.

ҚЖ-мен теміржолдағы апаттық жағдайлардың (бұдан әрі – ТЖ АЖ) салдарларын жою (болдырмау) адамдарға түрлі қауіп-қатерлердің алдын алуға, ҚО-ны қорғауға, жүктерді, ЖҚ, ТЖ инфрақұрылымы объектілерін сақтауға, пойыздар қозғалысын қалпына келтіруге, маневрлік жұмысты қайта бастауға және т.б. бағытталған бірқатар іс-шараларды мүмкіндігінше қысқа мерзімде жүргізуді қажет ететін өзара байланысты үрдістер тізбегі болып табылады. Бұл ретте осы іс-шараларды орындау үшін қажетті әртүрлі ресурстарды ұтымды пайдалану да маңызды. Сонымен, пойыздардың қозғалысын қалпына келтірудің (көлік жүйесінің жұмыс қабілеттілігі) теңгерімді мерзімдері және бұл үшін қажетті ресурстар ҚЖ тасымалдау кезінде ТЖ АЖ салдарын жою жүйесінің тиімділігінің өлшемшарттары болып табылады.

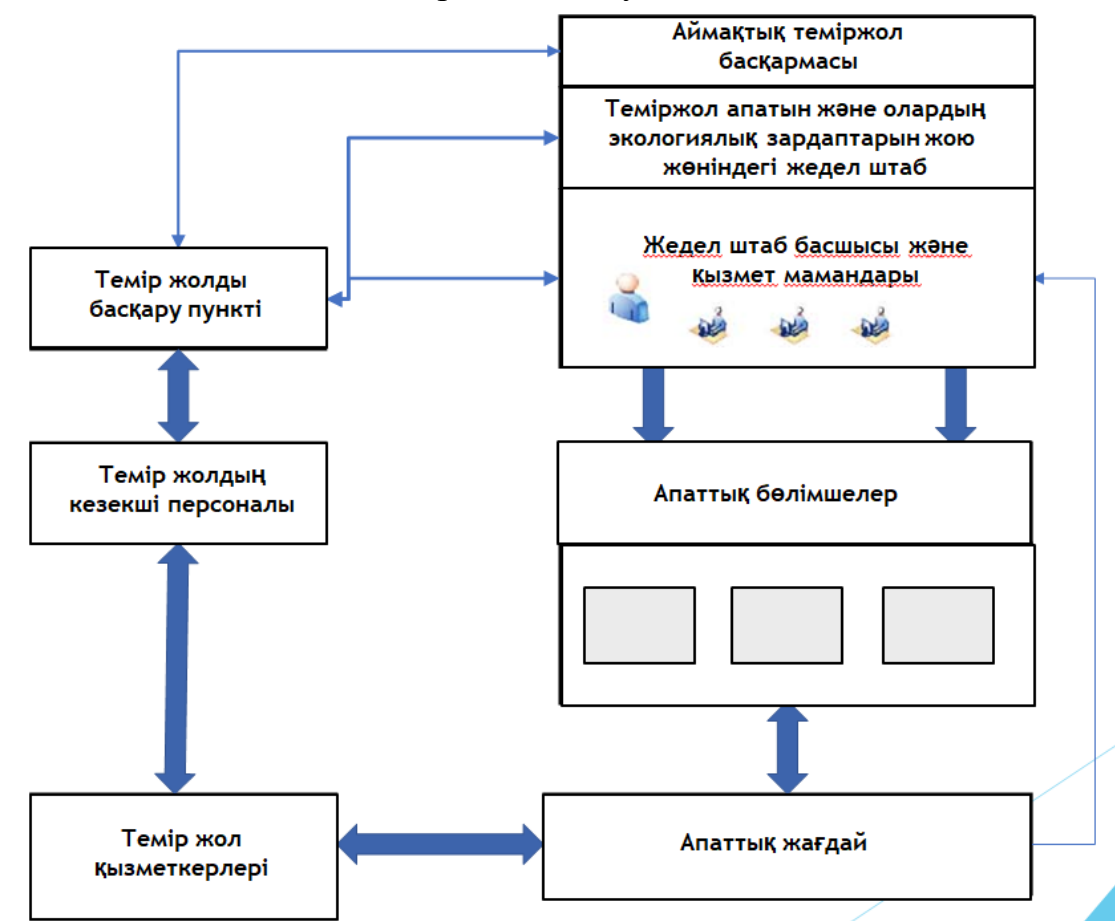
Қолданыстағы нормативтік құжаттарда ТЖ АЖ басталуы туралы хабарлау тәртібі ғана көзделгенін атап өткен жөн. Бірақ мұндай жағдайларға әрекет ету тәртібі анықталмаған. Бұл жағдайды мұндай жағдайлардың сипаты, ауқымы жағынан да, әрекет ету тәсілдерімен де әртүрлі болатындығымен түсіндіруге болады. Алайда, оларға әрекет ету тәсілдерін типтеу, белгілі бір жіктеу қажеттілігі өте өзекті болып отыр. Жоғарыда жазылғандарға байланысты ТЖ АЖ-ға әрекет етуді ұйымдастырудың тұжырымдамалық сызбасы ұсынылды, атап айтқанда, ҚО-ға келтірілген залалмен бірге жүреді

Іс-шаралардың сәтті жүргізілуіне бөлімшелердің жеке құраммен және техникамен жасақталуы да әсер етеді. [60]

Қоршаған орта үшін қауіп-қатермен қатар жүретін ҚЖ-ден болатын апаттық жағдайдың салдарын жоюды басқарудың ұсынылған сызбасын қарастырайық (Сурет 1), оны әмбебап деп санауға болады, өйткені ол ТЖ АЖ алдын ала типтеуді және оларға әрекет ету тәсілдерін ескереді.

ТЖ АЖ туындаған кезде жедел штабтың басшысы мұндай жағдайдың компоненттері арасындағы себеп-салдарлық байланыстар туралы толық және жеткілікті ақпараттың болмауының күрделі жағдайларында бағынысты басқару пункттері мен тарату бөлімшелерін келісуге, үйлестіруге және басқаруға бағытталған жеке, алқалық, ақпараттық, ұйымдастырушылық, жедел шешімдердің белгілі бір санын қабылдауы қажет екені анықталды, олар мұндай шешімдер қабылдау және/немесе олардың негізділігіне әсер ету мүмкіндігін арттыруы мүмкін.

ҚЖ-мен ТЖ АЖ-ны оқшаулау және олардың салдарын жою бойынша негізделген басқару шешімдерін қабылдау ШҚКЖ көмегімен жүзеге асырылуы тиіс, оларды құру үшін осындай жағдайлардың дамуын болжаудың ұсынылған математикалық модельдерін және жедел штаб басшылары іс-қимылдарының құрылымдық-логикалық сызбаларын қолдану қажет.



1-сурет – ҚО үшін қауіп-қатермен қатар жүретін ҚЖ-мен апаттық жағдайдың зардаптарын жоюды басқару сызбасы

Үшінші бөлімде «қоршаған орта – апаттық объект – жою бөлімшелері» жүйесінің жұмыс істеу үрдістерін ресми сипаттау үшін жаппай қызмет көрсету жүйелері (ЖҚКЖ) теориясының әдістерін қолдану мүмкіндігі негізделді.

ҚЖ-мен ТЖ АЖ жүргізілген зерттеулер олардың дамуының күрделі сипатқа ие екендігін көрсетеді, оның түпкілікті нәтижесі: жарылыстармен, өрттермен, адамдардың өлімімен немесе жарақаттануымен, ТЖК мен ЖҚ

объектілерінің жойылуымен, ҚО ластануымен және т.б. байланысты ауыр зардаптардың пайда болуы. Үрдістерді тиімді басқарудың ғылыми негіздемесі үшін «Қоршаған орта – апаттық объект – жою бөлімшелері» жүйесінің жұмыс істеуінің қауіпсіз жай-күйін қалпына келтіру үшін олардың дамуының ықтимал сценарийлерін бөліп көрсету қажет:

- ТЖ АЖ теріс факторларының баяу жинақталуы, бірақ олардың маңызды мәндерінің деңгейіне дейін емес. Бұл жарылыстарға немесе өрттерге және т. б. әкелмейді;

- ТЖ АЖ теріс факторларының баяу жинақталуы, сыни мәндерден асып кеткеннен кейін жарылыспен немесе өртпен және т. б. әкеледі;

- ТЖ АЖ теріс факторларының тез жиналуы, олардың сыни шектерден шығуы өртке немесе жарылысқа және т. б. әкеледі.

Мұндай ТЖ АЖ, әдетте, олардың қатерлі факторларының дамуы туралы мәліметтердің толық еместігімен, адамдарға, ҚО-ға, инфрақұрылым объектілері мен ТЖК ЖҚ-на зиянды әсерімен, уақыт өткен сайын экологиялық, материалдық, экономикалық және басқа да шығындардың тез өсуімен сипатталады.

Осындай ТЖ АЖ оқшаулау және олардың салдарын жою бойынша шаралар қабылдау үшін атқаратын қызметі әртүрлі ТЖК бөлімшелері, басқа да министрліктер мен ведомстволары тағайындаған бөлімшелердің белгілі бір саны тартылып, қатысуы қажет.

Сонымен қоса, жою жұмыстарын ұйымдастыру барысында осы шаралардың тиімділігінің белгіленген критерийлерін (жағдаяттық критерийлерді) қамтамасыз ету қажет, оларға тек осы жұмыстарды белгіленген мерзімде және қолда бар ресурстармен аяқтаудың табыстылығын ғылыми негізделген болжау негізінде қол жеткізуге болады.

ТЖ АЖ дамуы жағдайды талдау процесінің және жедел штаб басшысының оған әрекет ету жөніндегі шешімдерді әзірлеуінің күрделі жағдайларын анықтайды, олар, атап айтқанда, пойыздардың қозғалысын тезірек қалпына келтіру қажеттілігімен байланысты уақыт тапшылығымен, сондай-ақ оның ТЖ туралы алуан түрлі ақпаратты қабылдауымен және түсінуімен сипатталады

Сондықтан ТЖ АЖ оқшаулау және олардың салдарын жою міндеттерін тиімді шешу қазіргі заманғы АТ, оның ішінде ШҚҚЖ қолдануды талап етеді.

Зерттеу барысында «қоршаған орта – апаттық объект – жою бөлімшелері» жүйесінің жұмыс істеу үрдістерін ресми сипаттау үшін жаппай қызмет көрсету жүйелері (ЖҚКЖ) теориясының әдістерін қолдану мүмкіндігі негізделді. Келесі нәтижелер алынды:

Теміржол көлігінің функционалды ішкі жүйесінің құрылымдық бөлімшелерінің апаттық-қалпына келтіру жұмыстарын жүргізуін ұйымдастырудың әртүрлі сызбаларын негіздеу және модельдеу үшін, осындай бөлімшелердің желілік жүйелерін (қосылыстарын) қалыптастыру, оларды қажетті ресурстармен қамтамасыз ету, осындай бөлімшелердің іс-әрекеттерінің тиімділігін болжау және бағалау үшін жаппай қызмет көрсету теориясының

классикалық әдістерін және осы әдістердің бейімделген нұсқаларын қолдану мүмкіндігі дәлелденді. [89]

ТЖ АЖ салдарларының қоршаған ортаға теріс әсерін едәуір азайту жою жұмыстарын жүргізу мерзімін қысқарту кезінде, сондай-ақ бөлімшелердің шоғырлану уақытын қысқарту және қажетті өнімділік күштері мен құралдарын қолдану кезінде мүмкін болатындығы дәлелденді. Ал шоғырлану уақытының артуы осындай күштер мен құралдардың өнімділігін бірнеше есе арттыруды талап етеді. [89]

Төртінші бөлімде ТЖК-де төтенше жағдай немесе техногендік апаттар орындарында пайдаланылуы мүмкін жобаланған ауа сапасын мониторингілеудің мобильді автоматтандырылған жүйесі (АСММАЖ) сипатталған.

Әзірленген қосымшаның көмегімен компьютерлік модельдеу нәтижелері бойынша ТЖ АЖ салдарларының қоршаған ортаға теріс әсерін едәуір азайту жою жұмыстарын жүргізу мерзімін қысқарту кезінде, сондай-ақ бөлімшелердің шоғырлану уақытын қысқарту және қажетті өнімділік күштері мен құралдарын қолдану кезінде мүмкін болатындығы көрсетілген.

ТЖК инфрақұрылымдық объектілерінде ауа сапасының мониторингі жүйесі жобаланған және іске асырылған. Жүйе (немесе АСММАЖ) екі негізгі бөліктен тұрады: деректерді өңдеудің бірыңғай сервері және ақпарат жинау құрылғылары. Таратқыш ATmega328 микроконтроллерінің негізінде жасалған. Жұмысы WiFi-ге тәуелді АСММАЖ компоненттік құрылғылары үшін ESP8266 микроконтроллеріне негізделген таратқыш пайдаланылды, бұл 802.11n стандартына сәйкес тұрақты байланысты қамтамасыз етеді.

802.11n протоколының мұндай таңдауының артықшылықтары: қарапайымдылық және пайдалану, қарапайым басқару, байланыс арнасына аз жүктеме, байланыстың тұрақты жоғалуы немесе желідегі басқа мәселелер жағдайында жұмыс істеу, жіберілетін мазмұн форматына шектеулер жоқ.

Іске асырылған АСММАЖ-де деректерді өңдеу сервері MQTT протоколы арқылы барлық құрылғылардан әр датчиктің жағдайы және қоршаған ортаның ластануымен бірге жүретін ТЖ апат орнындағы құрылғының орналасқан жері туралы ақпарат алады. Белгілі бір жиіліктегі барлық деректер сервердегі мәліметтер базасына уақыт белгілері бар тиісті форматта жазылады. Сақталған деректерге қол жеткізу үшін веб-интерфейс қолданылады, бұл АСММАЖ-ді веб-шолғышы бар барлық құрылғылардан басқаруға мүмкіндік береді. [89]

ADO.net технология платформасында уақыт шектеулерінсіз жаппай қызмет көрсету жүйесінің жұмыс істеу процестері ретінде апаттық бөлімшелердің іс-әрекеттерін ресми сипаттауды бағдарламалық қамтамасыз ету жүзеге асырылды. ТЖ АЖ қауіпті факторларының әсер ету қарқындылығы, келу уақыты, өрістету және жою бөлімшелерінің іс-қимылдарының өнімділігі мен тасымалданатын қауіпті жүктерден қоршаған ортаға залалды барынша азайтуға байланысты жою жұмыстарын орындау тиімділігі арасындағы сандық арақатынастар белгіленді.

Әзірленген қосымшаның көмегімен компьютерлік модельдеу нәтижелері бойынша ТЖ АЖ салдарының қоршаған ортаға теріс әсерін едәуір азайту жою жұмыстарын жүргізу мерзімін қысқарту кезінде, сондай-ақ бөлімшелердің шоғырлану уақытын қысқарту және қажетті өнімділік күштері мен құралдарын қолдану кезінде мүмкін болатындығы көрсетілген. Ал шоғырлану уақытының ұлғаюы осындай күштер мен құралдардың өнімділігін бірнеше есе арттыруды талап етеді. Компьютердегі имитациялық есептеу эксперименттері барысында, егер ТЖ АЖ салдарын жою құралдары оның сипатына сәйкес келмесе және/немесе өте өнімсіз болса, онда оларды жою орнына уақтылы шоғырландырса да, олар тиімді болмайтындығы анықталды. Немесе, егер жою құралдары жеткілікті тиімді болса да, бірақ оларды осы жағдайдың пайда болу орнына шоғырландыру кешіктірілсе, олар да нәтиже бермейді. [89]

Қорытындыда жұмыстың негізгі нәтижелері келтірілген және сипатталған, тиісті тұжырымдар жасалған.

Диссертация тақырыбы бойынша 9 мақала мен 6 тезис жарияланды:

1. Шалабаева М. Х., Абуова А. Экологические проблемы на железнодорожном транспорте. Вестник КазННТУ им.К.И.Сатпаева. Том 143 №5 (2021). – С. 115-122.

2. Шалабаева М. Х. Анализ методов и моделей для автоматизированной оценки экологической безопасности при ликвидации последствий аварий на железнодорожном транспорте. //Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: сборник статей XX МНТК. Пенза: Приволжский дом знаний, 2020, с. 226-231

3. Ахметов Б. С., Шалабаева М. Х. Математическая поддержка реагирования на железнодорожные аварийные ситуации. Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. Серия Технические науки и технологии. Нур Султан, 2021. № 1 (134). с. 80-90.

4. Ахметов Б. С., Шалабаева М. Х. Управление реагированием на железнодорожные аварийные ситуации при транспортировке опасных грузов и оценки экологической безопасности при ликвидации последствий. МНПК «30 лет независимости Республики Казахстан: Успехи независимости» (КАУ). Алматы, 2021, с.60-62

5. Шалабаева М. Х. Особенности реагирования на железнодорожные аварийные ситуации, сопровождающиеся экологическим ущербом. XXI МНТК «Проблемы информатики в образовании, управлении, экономикеи технике». Пенза, 2021, с. 239-242

6. Шалабаева М. Х., Абуова А. Модель процессов восстановления безопасного состояния системы «окружающая среда-аварийный объект». Вестник Павлодарского государственного университета им. С.Торайгырова. Наука и техника Казахстана. – № 2 (2021). – С.173-182. ISSN 2788-8770

7. Akhmetov B., Lakhno V., Blozva A., Shalabayeva M., Abuova A. Skladannyi P., Sagyndykova Sh. Development of a mobile automated air quality monitoring system for use in places of technogenic accidents on railway transport.

Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 15th March 2022. Vol. 100, № 05-2022. P.1287-1300

8. Ахметов Б. С., Лахно В.А., Шалабаева М. Х., Алимсеитова Ж.К., Абуова А. К. Сапаны мониторингілеудің мобильді автоматтандырылған жүйесін жасау. Вестник КазАТК им.М.Тынышпаева № 4 (123), 2022. с.235-244

9. Ахметов Б. С., Лахно В.А., Блозва А.И., Шалабаева М. Х., Абуова А.К. Мобильная автоматизированная система мониторинга качества воздуха. XIII Всеукраинская ННК «Состояние и совершенствование безопасности информационно-телекоммуникационных систем». Коблево, 2021, с.49-50

10. Шалабаева М.Х. Разработка и реализация мобильной автоматизированной системы мониторинга качества воздуха (МАСМКВ) для применения в местах техногенных аварий на железнодорожном транспорте . МНПК «Современные информационные и коммуникационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании». Днепр, 2021, с. 41

11. Mazin Al Hadidi, Shalabayeva M. Automated system for monitoring air quality in railway accident sites. МНПК «Современные информационные и коммуникационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании». Днепр, 2022, с. 54

12. Blozva A., Kydyralina L.M., Matus Y.V. Osypova T.Y. Sauanova K. , Brzhanov R.T., Shalabayeva M. Iot devices integration and protection in available infrastructure of a university computer network. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2021. Vol. 99, № 8. P.1820-1833

13. Valerii Lakhno, Maira Shalabayeva, Olena Kryvoruchko, Alona Desiatko, Vitalyi Chubaievskiy, Zhibek Alibiyeva. Hardware-Software Complex for Predicting the Development of an Ecologically Hazardous Emergency Situation on the Railway. Journal of Electronics and Telecommunications. 2023, VOL. 69, NO. 4, PP. 707-712. DOI: 10.24425/ijet.2023.147691

14. Ахметов Б. С., Лахно В.А., Шалабаева М. Х. Темір жолдағы апатты жағдайларға ден қою үшін компьютерлік қолдау көрсету. «Вестник КазАТК» № 2 (131), 2024. с.385-392 (ISSN 1609-1817, ISSN Online 2790-5802, DOI 10.52167/1609-1817)

15. Абуова А. К., Шалабаева М. Х. Модель процессов восстановления безопасного состояния системы «окружающая среда-аварийный объект». СБОРНИК ТРУДОВ Международной научно-практической конференции «Транспортный потенциал Казахстана: истоки и перспективы», посвященной 80-летию государственного деятеля Н.К.Исингарина. Алматы: Академия логистики и транспорта, 2021, с.180-183