

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ ҒЫЛЫМ КОМИТЕТІ**

«Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты»

А.У. Қалижанова, А.Х. Қозбақова

МОНОГРАФИЯ

**ЭВАКУАЦИЯЛАУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ
КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕРІ**

**Алматы
2017**

ӘОЖ 004.4
КБЖ 32.973.202
Қ 15

РЕЦЕНЗЕНТТЕР:

Кудайкулов А.К. – ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институтының бас ғылыми қызметкері, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор.

Бердышев А.С. – Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор.

Қалижанова А.У., Қозбақова А.Х.

Қ 15 Эвакуациялаудың математикалық және компьютерлік модельдері. Монография /. – Алматы: ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты. – 2017. – 205 б.

ISBN 978-601-332-007-6

Монография оқу орындарында және мекемелерде төтенше жағдайлардағы тұрақсыздықта ғимарат ішіндегі адамдарды эвакуациялау есептері үшін желілерде ағынды үлестірудің математикалық және ақпараттық моделін зерттеу және құру, сонымен қатар әрбір уақыт мезетінде оңтайлы тиімді эвакуациялық жоспарының ақпараттық жүйесін құруға арналған. Эвакуациялық жүйелердің жұмыс істеу тиімділігін арттыруда математикалық әдістер мен ақпараттық технологиялар мүмкіндіктерін қолдану айтарлықтай маңызды, сонымен қатар инфокоммуникациялық және жаңа кешенді әдістерді құру эвакуациялық есептерді шешу қазіргі уақытта өзекті болып табылады.

Монография материалы инженерлерге, ғылыми қызметкерлерге, сондай-ақ жоғары оқу орындарында ақпараттық жүйе мамандығы бойынша оқитын студенттерге арналған.

ӘОЖ 004.4
КБЖ 32.973.202

АЕТИ Ғылыми кеңесінде қарастырылып, бекітілді (№4 хаттама, 04.05.2017 ж.)

ISBN 978-601-332-007-6

© Қалижанова А.У.
Қозбақова А.Х., 2017

АЛҒЫ СӨЗ

Сіздерге ұсынылып отырылған монографияда эвакуациялау үдерісінің маңыздылығы, қазіргі жағдайдағы проблеманың өзектілігі, эвакуациялау проблемасының жүйелі түрде қойылуы, проблеманы шешу жолдары математикалық, ақпараттық және бағдарламалық-техникалық құралдардың үйлесімді жұмысы арқылы іске асырылуды сипатталады.

Қазіргі жағдайда ірі кәсіпорындарда, оқу ғимараттарында, денсаулық сақтау мекемелерінде төтенше жағдайлар орын алған жағдайда эвакуациялау іс шараларының дәрменсіздігі, оның үстінде Алматы қавласының сейсмикалық қауіпті аймақта орналасуы тиімді эвакуациялау жүйелерін құру қажеттілігін негіздейді. Осы мақсатта жүйелердің жұмыс істеу тиімділігін арттыруда математикалық әдістер мен ақпараттық технологиялар мүмкіндіктерін қолдану айтарлықтай маңызды, сонымен қатар жаңашыл инфокоммуникациялық құралдарды пайдалану жаңа кешенді шешімдерді қолдану маңызды болып отыр.

Төтенше жағдайлардың алдын алу және олардың салдарын азайту мақсатында әр елде Бірінші басшының қадағалауында көптеген құжаттар бар. Атап айтсақ, «Қазақстан Республикасы Президентінің Жарлығы Төтенше жағдайлардың алдын алу мен оларды жоюдың 2007-2015 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы» атты құжаты және төтенше жағдайлардың алдын алудың және оларды жоюдың мемлекеттік жүйесін дамытудың 2004-2010 жылдарға арналған бағдарламасы туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2003 жылғы 31 желтоқсандағы N1383 қаулысы Қазақстан Республикасының ПҰАЖ-ы, 2003 ж., N 50, 574-құжатына арналған.

Эвакуациялау процесін жеңілдету мен зерттеудің тиімді құралдары эвакуациялаудың компьютерлік моделі болып табылады. Қазіргі әр елде таңда мұндай компьютерлік модельдердің біршамасы жасалды. Көп жағдайларда мұндай эвакуациялық модельдер ең бастысы адамдарды эвакуациялау уақытын анықтауға арналған, ғимаратағы адамдардың белгілі

жерде топтасуы тұрақты болған жағдайлар мұндай модельдер эвакуациялау проблемаларын шешуге мүмкіндік береді.

Эвакуациялау мәселесінің компьютерлік имитациялық модельдеуге үлкен үлес қосқан В.В. Холщевников, Д.А. Самошин және т.б.. Көптеген модельдер келесідей ерекшеліктерді ескереді: адам ағынының қозғалысын визуализациялау, тқтенше жағдайлар барысында адамдардың мінез-құлқын модельдеу, эвакуациялаудың ең жақсы бағдарын анықтау және тағы басқа компьютерлік модельдер даму үстінде.

Монографияда ұсынылған эвакуациялаудың ақпараттық жүйесінің тиімділігі келесідей ерекшеліктерге негізделген. Оқу ғимараттарындағы студенттер, оқытушылар және қызметкерлерді төтенше жағдай орын алған кезде эвакуациялау үдерісі нақты уақыт режимінде іске асырылады. Яғни, әр уақыт мезетінде әр адам үшін жекеленген эвакуациялау жоспары құрылады. Оқу ғимаратының архитектуралық ерекшелігі ескеріледі. Адам ағынын құру әр аудиторияның сиымдылығына, олардағы адамдар санына, ғимараттың өту жорлдарына, шығыс есіктерінің өтімділік мүмкіндіктеріне, студенттер мен оқытушылардың эвакуациялық машықтану дәрежелеріне, ғимараттағы байланыс құралдары мен байланыс тарату мүмкіндіктеріне байланысты.

Эвакуацияны іске асырудың бірнеше мүмкіндіктері ұсынылады. Әрине, эвакуациялауды ғылыми техникалық негіздеумен қатар, қазіргі замануи ақпараттық телекоммуникациялық құралдардың оңтайлы қолдануы эвакуациялау ісшарасын жоғары дәрежеде орындауға мүмкіндік береді.

Эвакуациялау үдерістері үшін арнайы жаттығу және машықтанудың маңызы өте жоғары, себебі тура осы әрекеттердің нәтижесі төтенше жағдайлар орын алған кезде адам өмірін сақтап қалуға немесе материалдық құндылықтарды сақтауға негіз болады. Оқу ғимараты үшін арнайы бағдарламалық жолмен құрылған машықтану жүйесі осы мақсаттарды орындауға мүмкіндік береді.

Монографияды ұсынылған эвакуациялау әдістері мен құралдарының үйлесімді қолданылуы әр оқу ғимараты немесе мекеме үшін арнайы эвакуациялау жүйесін құруға басшылық ұсыныстар ретінде қабылдануы мүмкін.

Монография төтенше жағдайлар мекемесі қызметкерлеріне, университет және мекеме басшыларына мен инженерлік қызметкерлеріне, аудандық және қалалық әкімшілік қызметкерлеріне, сонымен қатар оқу үдерісінде математикалық және ақпараттық модельдеу проблемаларымен айналысатын студенттерге арналған.

Авторлар

КІРІСПЕ

Төтенше жағдай – мемлекетке төнген түрлі қауіпке байланысты елбасы немесе парламент жариялайтын уақытша режим. Ол табиғат апаты, соғыс қаупі, техногендік апат, халық ішіндегі толқу, т.б. жағдайларда жарияланады.

Эвакуациялау – зілзалаға, апаттарға душар болу ы мүмкін аудандардан, зақымдану аумақтарынан халықты алдын ала әкету мақсатында, тұрғындарды, жұмысшылар мен қызметшілерді табиғи және техногендік төтенше жағдайлар кезіндегі, сондай-ақ осы зақымдау құралдары қолданылған кезінде қорғау тәсілі ретіндегі негізгі әдісі болып табылады.

Тақырыптың өзектілігі. Тұрғындар дүлей апаттарға, өрт жағдайларына, транспорт пен өндірістердегі қирау мен зілзалаларға тап болу себептерінен көптеген қауіптерге кездігуіне заманауи өмірдің оқиғасы куә. Мысалы, дүлей апатты алайық: жер сілкінісі, су тасқыны, қар көшкіні, топан су көшкіндері, ормандар мен ғимараттардың жаппай өртенуі.

Мұндай жағдайлардың көбінде немесе барлығында эвакуациялауға жүгінуге тура келеді. Атом электростанцияларында төтенше жағдай бет алғанда, биологиялық зиянды заттардың және химиялық қауіпті зат бөлшектерінің таралуы мен құйылуы кезінде, мұнай өндіруші және мұнай-химия өнеркәсіп зауыттарындағы ірі көлемдегі өрттер кезінде эвакуациялық іс-шаралар жүргізілуі мүмкін.

Төтенше жағдайлар кезінде ақпарат пен болжамдардың толықсыздығы, халықты эвакуациялаудың жүйесіздігі, дер кезінде өмірлік қажеті бар құралдардың жеткізілмеуі эвакуациялық басқару процессінің қажеттілігі мен маңыздылығын көрсетіп отыр.

Төтенше жағдайлардың алдын алу және салдарын азайту мақсатында әр елде Бірінші басшының қадағалауында көптеген құжаттар бар. Атап айтсақ, «Қазақстан Республикасы Президентінің Жарлығы Төтенше жағдайлардың алдын алу мен оларды жоюдың 2007-2015 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы» атты құжаты және төтенше жағдайлардың алдын алудың және оларды жоюдың мемлекеттік жүйесін дамытудың 2004-2010 жылдарға арналған бағдарламасы туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2003

жылғы 31 желтоқсандағы N1383 қаулысы Қазақстан Республикасының ПҰАЖ-ы, 2003 ж., N 50, 574-құжаты.

Түсіндіру мен болжау талпыныстары тек соңғы кездері ғана пайда болып қалыптасып жатқандықтан тіршілік қауіпсіздігінің теориясы мен практикасының әр түрлі сұрақтары Б.Р Ракишев., Н.В. Мельников, Д. Қ. Сулеев, Г.М. Мутанов және тағы басқа ғалымдардың еңбектерінде өз сәулесін тапты.

Мұндай маңызды ғылыми бағыттарды, оның ішінде жүйелі талдау мен басқару теориясына, күрделі техникалық жүйелердің имитациялық модельдеуін дамытуда келесі ғалымдар өз еңбектерін қосты: Н.П. Бусленко, Е.И. Рогов, Н.Н. Моисеев, М.М. Молдабеков, М.Т. Жараспаев, С.Ж. Галиев және тағы басқа ғалымдар.

Эвакуациялау жоспарларының бағалануына ғимараттың ішінде адамдардың жол қозғалыс ағынының математикалық модельдеуді пайдалануға байланысты теориялық негізін қалаушы профессор С.В. Беляев зор үлесін қосты. Зерттеулерді жалғастырған А.И. Милинский жалпы эвакуациялық уақытты граф-аналитикалық әдіспен есептеуді қолдаса, В.М. Предтеченский адамдардың ағынының тығыздығы мен адамдардың қозғалыс жылдамдығының эмпирикалық тәуелділігін негізге алды.

Адамдар көп жиналған жерлердегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету заманауи амалдарын өңдеу зерттеудің жаңа әдістерінің атап айтқанда төтенше жағдайлар туындаған кездері эвакуациялау процесін тиімділеу мен модельдеу әдістерінің дамуын қажет етеді.

Эвакуациялау процесін жеңілдету мен зерттеудің тиімді құралдары эвакуациялаудың компьютерлік моделі болып табылады. Қазіргі таңда мұндай компьютерлік модельдердің біразы жасалды. Негізінен эвакуациялық модельдер адамдарды эвакуациялау уақытын анықтауға арналған. Мұндай модельдер эвакуациялау кезінде адамдар жиналған аймақтарда өміршеңдігін көрсетеді.

Эвакуациялау мәселесінің компьютерлік имитациялық модельдеуге үлкен үлес қосқан В.В. Холщевников, Д.А. Самошин және т.б.. Көптеген модельдердің мынадай ерекшеліктері бар: адам ағынының қозғалысын визуализациялау, адам мінез-құлқын модельдеу, эвакуациялаудың ең жақсы

бағдарын анықтау т.б. компьютерлі модельдің бұл тобы динамикалы түрде дамып жатыр, сонымен бірге мұндай программалардың саны өсіп барады.

Эвакуациялық жүйелердің жұмыс істеу тиімділігін арттыруда математикалық әдістер мен ақпараттық технологиялар мүмкіндіктерін қолдану айтарлықтай маңызды, сонымен қатар инфокоммуникациялық және жаңа кешенді әдістерді құру эвакуациялық есептерді шешу қазіргі уақытта өзекті болып табылады.

Монографияның мақсаты. Оқу орындарында және мекемелерде төтенше жағдайлардағы тұрақсыздықта ғимарат ішіндегі адамдарды эвакуациялау есептері үшін желілерде ағынды үлестірудің математикалық және ақпараттық моделін зерттеу және құру, сонымен қатар әрбір уақыт мезетінде оңтайлы эвакуациялау жоспарының ақпараттық жүйесін құру.

Монографияның бірінші бөлімінде қазіргі уақыттағы эвакуациялық есептердің өзектілігі мен төтенше жағдайлардың түрлеріне талдау жасалды. Сонымен қатар адамдардың стратегияларына байланысты ағындардың қозғалысының математикалық модельдеуге және ішкі бөлмелерден ағындарды үлестіруге талдау жасалды. Төтенше жағдайлар кезінде адамдардың психологиялық өзін өзі басқару мәселелері де қарастырылады.

Екінші бөлімінде төтенше жағдайлардағы адамдар ағынының негізгі жалпы сипаттамалары қарастырылып, ғимараттың архитектуралық сызбасын пайдаланып ғимарат ішіндегі адамдар ағындарын модельдеуге графтар теориясын қолданып гриншелдік желі бойынша ағынды үлестіру мәселелері қарастырылады. Эвакуациялау есептерінің математикалық қойылымын құрып, желідегі максималды ағынды үлестірудің моделі мен алгоритмі жасалды.

Үшінші бөлімде эвакуациялау есептерінің ақпараттық жүйесін жобалау үшін ақпараттық ресурстар сипатталып ақпараттық жүйенің талаптарын талдау барысында жүйенің концептуалды сызбасы жасалды.

Қазіргі кезде ақпараттық жүйелерді (АЖ) өңдеудің жауапты кезеңдері талаптарын талдау мен жобалау кезеңдері болып табылады, осы кезеңдер процесінде CASE - құралдары қабылданып жатқан техникалық шешімдердің сапалылығын және жобалық құжаттамаларды дайындауды қамтамасыз етеді.

Сонымен бірге, ақпараттар ағынын көрнекті модельдеу арқылы беру әдісі үлкен роль ойнайды.

Заттық саланы графикалық амалдармен модельдеу өңдеушілерге құрылатын ақпараттық жүйелерді көрнекі түрде танып-білуге, қойылған мақсаттар мен қолда бар шектеулермен сәйкесінше құруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, UML-диаграммалары негізіндегі эвакуациялау мәселерінің динамикалық және статикалық моделдері жасалды.

Оңтайлы эвакуациялауда адамдар ағынын үлестірудің программалық қамтамасы мен 3D визуалды анимация қосымшасы құру қарастырылды.

Төртінші бөлімде заман талабына сай сенсорлы сымсыз желілердің негізінде эвакуациялаудың ақпараттық желісін модельдеу қарастырылды. Мұнда сымсыз желінің ақпараттық-коммуникациялық ресурстарын анықтау және олардың эвакуациялаудың оңтайландырудағы үлестері динамикалық моделінде көрсетілген. Берілген жұмыста төтенше жағдайлар кезіндегі адамдарды құтқару үшін Wi-Fi желілері бар ұялы құрылғыларды байланыстыру негізінде мәліметтерді жинаудың заманауи амалдарын қолдана отырып, аудиториялардан эвакуациялау жоспарын құра отырып оңтайландыру процесі қарастырылады. Мобильді құрылғылар арқылы ғимараттағы адамдардың тығыздылығын есептеу моделін конструкциялау, сервердегі мәліметтерді талдау, эвакуациялау жоспарын құру, секциялар бойынша адамдарды хабарландыру мен тарату қарастырылды.

1 ҚАЗІРГІ УАҚЫТТА ЭВАКУАЦИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ ӨЗЕКТІЛІГІ МЕН ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ ТАЛДАУ

1.1 Төтенше жағдайлар салдарын азайту және қорғау әдістері

Эвакуациялау тұрғындарды қорғаудың бір тәсілі болып табылады. Бұл қауіпті аудандардан адамдарды шығарын қауіпсіз жерге ауыстыру. Ол бейбітшілік кезінде де, соғыс кезінде де қолданылуы мүмкін. Эвакуациялау тұрғындарды қорғау тәсілі ретінде бұрыннан қолданылып келеді.

Тұрғындарды бейбітшілік, соғыс кездерінде қорғау амалы ретіндегі эвакуациялаудың көкейкестілігі соңғы жылдары жоғарылап кетті. Тұрғындар дүлей апаттарға, транспорт пен өндірістердегі қирау мен зілзалаларға тап болу себептерінен көптеген қауіптерге кездігуіне заманауи өмірдің тәжірибесі куә. Мысалы, дүлей апатты алайық: жер сілкінісі, су тасқыны, қар көшкіні, сел тасқыны, көшкіндер, ормандардың жаппай өртенуі. Мұндай жағдайлардың барлығында дерлік эвакуациялауға жүгінуге тура келеді. Атом электростанцияларында төтенше жағдай бет алғанда, биологиялық зиянды заттардың және апатты химиялық қауіпті заттектердің таралуы мен құйылуы кезінде, мұнай өндіруші және мұнай-химия өнерәсіп зауыттарындағы ірі көлемдегі өрттер кезінде эвакуациялық іс-шаралар жүргізілуі өте маңызды [1].

Қойылған тапсырмада төтенше жағдайда оқу орнынан адамдарды эвакуациялау қаралады. Оқу кестесіне байланысты адамдардың ішкі бөлмелерге тұрақсыз таралуы оқу орнынан эвакуациялаудың негізгі ерекшелігі болып табылады. Адамдардың кедергісіз қозғалуын ұйымдастыру көзқарасы бойынша оқу кестесін бағалауды қажет етеді. Төтенше жағдайлар жиі кездесетіндіктен жоғарыда айтылып өткендей берілген тақырып көкейкесті болып табылады. Берілген мәселені шешу үшін ғимарат ішіндегі адамдар қозғалысының математикалық әдістері мен үлгілері қолданылады. Жұмыс барысында тек математикалық есеп қойылымы ғана қарастырылып қоймай, сонымен бірге эвакуациялық үрдістер мен нормалар, эвакуацияның нормативтік принциптері мен төтенше жағдайлардың негізгі түсініктері мен жіктелуі егжей-тегжейлі суреттеледі [2].

1.1.1 Төтенше жағдайлардың жіктелуі

Төтенше жағдай – жұмыста әртүрлі шектеулер және тұрақсыздық жағдайында әртіпті техникалық құрылғылардың үйлесімді жұмысын және ұйымдастырудың жоғары деңгейін қажет ететін әлеуметтік қауіпті жағдай.

Төтенше жағдай – бұл белгілі бір аймақтағы адамдардың бір қалыпты тіршілік шарттарын апатқа, зілзалаға, дүлей немесе экологиялық әрекетке, сонымен бірге материалды шығынға, адам өліміне алып келетін жаппай ерекше жағдай.

Адамға және оның тіршілік ету ортасына өте жоғары дәрежедегі жағымсыз әсері, адамның жайлы тіршілік етуін экстремалды немесе жоғары экстремалды жағдайымен қатар қауіп-қатер дәрежесінің жоғарылауына алып келуі берілген жағдайлардың кез келгеніне сипаттама бола алады.

Қазіргі заман түсінігі бойынша өлімге алып келетін немесе өлімге алып келмейтін зақымданудан 10 немесе одан да көбі жәбірленіп медициналық көмекке мұқтаж болса, онда бұл төтенше жағдайды қасірет деп атауға болады. Бұл белгілі бір сипаттағы төтенше жағдайды көрсететін өзге тағайындауларды жеке қолдануды жоққа шығармайды.

Көптеген төтенше жағдайлардың негізінде адам қызметі мен қоршаған орта арасындағы үйлесімсіздігі, арнайы бақылау жүйелерінің тұрақсыздығы, қоғамдық қарым-қатынастардың бұзылуы орын алған.

Жоғарыда айтылғандай, адамның жалпы мәдени дамуының ғылыми-техникалық прогрестен артта қалуы қауіпсіздікті қамтамасыз етудегі адамдардың дайындығы мен қауіп-қатерінің жоғарылауы арасында алшақтық жасайды. Табиғаттағы ірі көлемді үдерістерге адамның реттелмеген ықпалы ғаламдық апаттарға алып келуі мүмкін [3].

Төтенше жағдайлар төменде берілген белгілер бойынша жіктеледі.

Бірінші белгісіне кенеттілік деңгей кіреді, яғни ол кенеттен (болжам жасалмайды) және күтілетін (болжам жасалады) деп бөлінеді. Әлеуметтік, саяси, экономикалық жағдайларды болжау оңай, ал дүлей апатын болжау қиынға соғады. Уақытылы болжау көптеген шығындардан құтылуға, кейде оны тоқтатуға мүмкіндік береді.

Екінші белгісіне таралу жылдамдығы кіреді. Төтенше жағдай жарылыс, қаза, сонымен бірге таратылымды немесе біркелкі байсалды сипатқа ие болуы мүмкін. Қарқынды жағдайға көбіне әскери жанжалдар, техногендік апаттар,

дүлей апаттары кіреді. Біршама байсалды төтенше жағдайға экологиялық сипатқа ие жағдай кіреді.

Үшінші белгісіне таралу көлемі кіреді. Ол бойынша шектеулі төтенше жағдай нақтылық, жергілікті, ұлттық және ғаламдық болып бөлінеді. Шектеулі нақты және аймақтық жергілікті төтенше жағдайлары қолданыстағы өндірістен, бөлімшеден және елді мекеннен тысқары шықпаған жағдайлар кіреді. Аймақтық, ұлттық, ғаламдық төтенше жағдайлар өз ішіне мемлекетті немесе бірнеше мемлекетті, тіпті бүтін бір аймақты қамтиды.

Төртінші белгісіне әрекеттің жалғасымдылығы кіреді. Төтенше жағдайлар қысқа уақыт сипатына немесе созылмалы сипатқа ие болуы мүмкін. Қоршаған ортаның ластануына алып келетін төтенше жағдайлар созылмалылық сипатқа ие.

Бесінші белгісіне қозғалыс сипаты кіреді. Олар әдейі және әдейі емес болуы мүмкін. Әдейі төтенше жағдайларына әлеуметтік, ұлттық, әскери жанжал, террорлық шабуылдар және тағы басқаларды кіргізуге болады.

Дүлей апаттың әдейі құрылмауы оған тән қасиет болып табылады. Сонымен бірге осы топқа көптеген техногенді апаттар мен зілзалалар да кіреді.

Пайда болу себебіне байланысты көптеген жіктелулер бар, себебі бұл бағыт ғылымда ойдағыдай дамып келеді [4].

Табиғи жолмен пайда болған төтенше жағдайларды қарастырайық.

Метеорологиялық қауіпті құбылыстарға:

- Аэрометеорологиялық: боран, дауыл (12-15 балл), теңіз дауылы (9-11 балл), құйын, нөсерлі дауылдар, торнадо, циклондар.

- Агрометеорологиялық: ірі көлемдегі бұршақ, нөсер, қар жауу, қалың тұман, күшті аяз, таңқаларлық ыстық, қуаңшылық.

- Табиғи өрттер: төтенше өрт қауіпі, ормандық өрттер, шымтезек өрттері, жанғыш кендердің жерасты өртенулері.

- Тектоникалық және теллурийлік қауіпті құбылыстар: жер сілкіністері мен жанартаудың атылулары.

Топологиялық қауіпті құбылыстарға:

- Гидроликалық: су тасу, тасқындар, желқума, су деңгейінің көтерілуі, көшкіндер, жар көшкіні, жер үстінің ойылуы, цунами.

Космостық қауіпті құбылыстарға метеориттердің түсуі, комета қалдықтарының және тағы басқа космостық зілзалалар кіреді. Түбі антропогенді болып келетін төтенше жағдайларды қарастырайық.

Транспорттық: автомобиль, темір жолдар, әуежәй көліктерінде, су құбыр жүргізулеріндегі қатерлі апатты жағдайлар.

Өндірістік қауіпті құбылыстарға:

- механикалық энергияның шығуымен: жарылыстар, агрегаттардың, қатынас жолдарының, механизмдердің зақымдануы немесе бұзылуы, ғимарат құрылысының құлдырауы; гидродинамикалық (су бөгеттерінің жарылысы туғызған толқындардың бұзуы мен төтенше су басуы), бөгеттердің бұзылуы туғызған тасқынның жарылуы, бөгеттердің бұзылуы салдарынан кең аймақтарда құнарлы топырақ қабаттардың жуылып кетуі немесе салындылардың қабаттасуына алып келеді,

- жылу энергиясының шығуымен: ғимараттағы технологиялық құрылғылар өрті(жарылысы), жарылғыш заттар, жанар, жанғыш заттарды сақтау, өңдеу, өндіру орындарындағы өрттер(жарылыс), транспорттағы өрттер (жарылыстар), тұрғын үйлер мен мәдени, қоғамдық-тұрмыстық ғимараттардағы өрттер, жарылмаған қару-жарақтардың табылуы, жанар, жанғыш, жарылғыш заттардың жойылуы,

- радиациялық энергияның шығуымен: АЭС-ғы апат, радиобелсенді заттарды (РЗ) шығарумен(шығарып тастау қауіпімен) өндірістік және зерттеушілікке арналған АЭУ, ядролық-отын цикл өндірістеріндегі РЗ (шығарып тастау қауіпімен) РЗ шығару апаты, орнатылып, сақталынып, қоланылып жатқан орындарда ядролық құрал-жарақтары бар космостық құрылғылар мен транспорттық апаттар, радиобелсенді қайнар көздерінің жойылуы,

- химиялық энергияның шығуымен: күшті әсер етуші улы заттардың өндірістік орындарды өндірілуі немесе сақталуы кезінде шығу апаттары (шығарып тастау қауіпімен), АХҚЗ-дың (апатты химиялық қауіпті заттардың) шығарумен транспорт апаттары, төтенше жағдайда химиялық реакциялардың ағуы кезінде АХҚЗ-дың құрылуы мен таралуы, химиялық құрал-жабдықтармен апаттар,

- бактериологиялық құрамның кеміп қалуы: канализация және сумен жабдықтау объектілерін пайдалану тәртібінің бұзылуы, тамақ өндіру кәсіпорындарындағы жұмыс технологиясының бұзылуы, санитарлық-эпидемиологиялық бағыттағы мекеменің жұмыс уақытының бұзылуы.

Жұқпалы аурулар ерекше қауіпті құбылыс болып табылады.

Эпидемия, өте қауіпті аурулардың топтық түрде кездесуі, бірлі-жарым экзотикалық немесе өте қауіпті жұқпалы аурулар ажыралып тұрады.

Соғыс, әскери жосықтар, терроризм, қоғамдық тәртіпсіздік қоғамдық қауіпті құбылыстар болып табылады. Төтенше жағдайлар локальді, жергілікті, территориялық, аймақтық, федералды және трансшектелулі болып бөлінеді.

1.1.2 Қолданыстағы ережелер мен эвакуациялау процестері

Қозғалыстың жүргізілуіне байланысты эвакуациялаудың негізгі екі түрін ажырату қажет. Бірі - әр бір қатысушы жеке өтуі мүмкін, ал екіншісінде жалпы адамдар қозғалысының бірігуімен сипатталады. Бірінші жағдайда адамның жеке жылдамдығы ескерілсе, ал екіншісінде бұл мүмкіндік мүлде болмайды, себебі жылдамдықтан әр түрлі ауытқулары жалпы адамдар қозғалысының тығыздалуына алып келеді, бұл өз кезегінде қозғалысты тежейді де эвакуациялаудың уақытын созады.

Барлық қағидалардың негізгі мақсаты эвакуациялаудың созылуына шектеу қоюында. Алдын ала көзделген арналар бойынша бағытталған бөлек-бөлек ағындарға эвакуациялық қозғалысты тарату арқылы эвакуациялық қозғалыс қағидаларды реттейді, сонымен бірге ағындардың өту қабілеттілігін шектейді. Өту қабілеттілік нормаларының тұжырымдамасы айтарлықтай әр түрлілігімен ерекшеленеді. Қағидалардың көпшілік бөлігінде минималды жолдың ені 0,9-дан 1,4 м дейінгі аралықта бекітіледі, ол қажеттілігінше белгілі бір адамдардың саны әр бір толықтырылатын топқа кейбір кеңеюлер арқылы немесе адам санының өсуіне тең түрде ұлғаюына байланысты болады.

Минималды енді таңдау тек бір қарапайым ағында адамдардың бірінен соң бірі еркін қозғалысының мүмкіндігіне ғана негізделіп қоймай, сонымен бірге кездейсоқ қарсы келе жатқан қозғалыс кезінде, кездейсоқ іркілістердің себебінен қозғалыстың тоқтап қалу қауіпі кезінде, мысалы, бір нәрсе немесе біреудің құлауы кезіндегі мүмкіндігіне де негізделеді.

Эвакуациялау жолының ұзындығы эвакуациялау уақытын шектейтін маңызды фактордың бірі болып табылады. Эвакуациялаудың созылуы жолдың өткізу қабілеттілігіне және ұзындығына байланысты анықталады. Осылай, жолды кеңейте түсу арқылы эвакуациялау уақытын қысқартуға болады. Ол бірнеше қабаттардың тобы немесе бүкіл ғимараттың аралығында, тіпті бірінші қабат бөлмелері аралығында эвакуациялаудың әр түрлі кезеңдерінде шектеулік туғызуы мүмкін.

Осы мәселе айналма жол арқылы эвакуациялау уақытын шектеу амалдарының әр түрлілігі туралы түсінік береді. Осы амалдардың ең тиімдісі жолдың жалпы өткізу қабілеттілігінің қатал нормаларын құру болып отыр, ол шынайы түрде көптеген жергілікті өзара әрекеттесулер шешіміне негізделеді, міне сондықтан нақты жағдайда қауіпсіз эвакуациялауды қамтамасыз ету үшін көлемді ауытқуларды жіберілуі ескеріледі.

Тек қана эвакуациялау уақытын ескеретін нормативтерді дәйектелген нормалар деп есептеп, мұндай нормативтерді эвакуациялық қозғалысты үйрену негізінде пайдалануға болады.

Жалпы алғанда эвакуациялау уақыты эвакуациялау жолының ұзындығы мен еніне байланысты. Ол жол ұзындығының үлкеюіне байланысты ұзарады да, азаюына байланысты қысқарады. Эвакуациялау пәрмендігі адамдардың қозғалыс жылдамдығының ықтималдығына байланысты, жолдың уақыт бірлігінде адам ағынының өткізу қабілеттігін алдын ала анықтайды. Жылдамдық пен өткізу қабілеттілігі жаппай эвакуациялау үрдісіне сипаттайтын негізгі факторлар қызметін атқарады. Берілген жылдамдықта жолдың өткізу қабілеттілігі ауқымды көлемде ауытқуы мүмкін.

Ересек адам қадамының орташа ұзындығы шамамен 0,75 м құрайды. Ол жол көлбеуіне байланысты өзгеруі мүмкін, яғни көтерілу кезінде біраз өсіп, түскен кезде қысқаруы мүмкін. Адамдар ағынының жалпы тығыздалуы қадамның орташа ұзындығының қысқаруына алып келеді. Бұл өз кезегінде бір минуттағы қадамдар санының азаюымен негізделеді. Сондықтан эвакуациялау кезінде ұйымдастырылмаған жаппай қозғалыс жылдамдығы айтарлықтай көп болмауы мүмкін. Осылайша, жаппай қозғалыс жылдамдығы оның қаншалықты ұйымдастырылғандығына тәуелді.

Жолдың өткізу қабілеттілігі қозғалыс жылдамдығын бір адамға тура келетін ауданның орташа ұзындығына бөлумен сипатталады, сол себепті оның өткізімділігі әрбір жағдайда көрсетілген ұзындыққа және енге тәуелді. Адам ағынының тығыздалуы кезінде өткізу қабілеттілігі минутына өтетіне адамдар санымен анықталады. Эвакуациялау барысында ұйымдастырылмаған қозғалыс бейнесі айтарлықтай өзгереді, себебі ағынның тығыздылығы қадам саны мен қадам ұзындығының минуттағы азаюымен сүйемелденеді. Ол ағын жылдамдықты төмендетуге себеп болады. Бірақ мұнда ағын жылдамдығы өткізу қабілеттілігі мен тығыздық арасындағы байланысқа негізделеді, сонымен бірге ағын тығыздалуы және жылдамдығы өткізу қабілеттілігін көбейту немесе азайту сұрақтарын зерттеуге негізделеді.

Осы қарастырылған байланыстарды табу эвакуациялау есебінің негізгі мәселелерін шешу үшін қажет [5].

1.1.3 Эвакуациялау кезеңдері

Жаппай қолданысқа арналған эвакуациялау іс- шараларының жалпы үрдісі бірқалыпты өтпейді, ол эвакуациялаудың әр түрлі кезеңдеріне тән ерекшеленген сипаттамасымен анықталады. Тізбектелген тәртіпте эвакуациялық қоғалысты келесі төрт кезеңге бөлуге болады:

- бөлмені эвакуациялау,
- бір немесе бірнеше бөлмеден тұратын қабатты эвакуациялау,
- эвакуациялық жолдармен біріккен қабаттар тобын эвакуациялау,
- ғимараттың сыртқы эвакуациясы.

Қарастырылған әр бір кезеңдердің практикалық мәні жергілікті шарттармен анықталады, сонымен бірге кей кездері кейбір кезеңдер болмауы да мүмкін. Эвакуацияланатын бөлмелердің сыйымдылығының өсуіне байланысты бірінші кезеңнің рөлі өсе түседі де, бөлмеде қауіп көзінің болуы кезінде бұл кезең көбірек жауапкершілікке ие болады. Бөлек бөлмелер саны мен сыйымдылығынан тәуелсіз қабаттың жалпы сыйымдылығы мен қабаттағы жол ұзындығының өсуіне байланысты екінші кезең маңызды мәнге ие болады. Жол ұзындығының өсуі үшінші кезең рөлінің күшейіп, сонымен бірге эвакуациялық жолдардың жалпы жүйесімен қызмет көрсетіліп жатқан қабаттар бойынша жаппай топтық эвакуациялау шарттылықтарының қиындауына алып келеді.

Жалпы қолданыс жүйесі жолында және қалалық құрылыста ғимараттардың орналасу деңгейімен төртінші кезеңнің рөлі анықталады.

Барлық жағдайлар мен барлық кезеңдерде эвакуациялау үрдісі мүмкіндігінше қысқа уақыт ішінде және ұйымдастырылған тәртіпте өтуі қажет.

Эвакуациялаудың бірінші кезеңі оның басталуынан бастап барлық эвакуацияланушыларды бөлмеден шығару сәтіне дейінгі қозғалысты қамтиды. Бұл кезеңде эвакуациялау мерзімі негізгі үш факторға байланысты: бөлмедегі адамдар орналасуының орташа тығыздығына, эвакуациялық қозғалысының бастапқы жылдамдығына әсер етуші, бөлме көлеміндегі жолдар ұзындығына, яғни шектің шығыстардан, өту қабілеттілігінен және бір минутта шығуы көлеміне байланысты. Адамдардың орналасу тығыздығы

практикада кең ауқымды ауытқуға ұшырауына мүмкін, яғни, жиналысқа арналған бөлмелерде өте жоғары болады. Тік тұрған адамдар үшін адам басына тығыздық $0,25 \text{ м}^2$ шамасында немесе еніне және тереңдігіне қарай жарты метр шамасында қабылдануы мүмкін. Адамдарды орнықтыру тығыздығындағы бірінші кезеңнің созылуы екі түрлі фактормен анықталады: шығыстың толық орындалуы шекті жойылуы мен бір минутта шығыстың өту қабілеттілігі. Эвакуациялаудың есептелген уақыты екі факторды да есепке алып, бірталай уақытты талап ететіні қажет ететіндігі осыдан.

Эвакуациялаудың екінші кезеңі эвакуацияланушы бөлмелер шығысынан сыртқа немесе баспалдаққа шығуға дейінгі қабат аралығындағы жолды қамтиды. Бұл кезеңде эвакуациялау үрдісі баспалдақпен түсумен немесе есік қуыстары арқылы шығумен аяқталатын көлденең жолмен қозғалудан тұрады.

Үрдістің қиындығы бөлмеден шығу мүмкіндігіне немесе қызмет көрсетілетін бөлмелер санына байланысты. Бастапқы екі кезеңдегі эвакуациялаудың созылуы үш фактормен: бірінші кезеңнің созылуының есебімен, екінші кезең аралығындағы жол ұзындығымен және баспалдақ немесе шығыстардың өткізу қабілеттіктерімен айқындалады.

Үшінші кезең ғимарат ішіндегі соңғысы болып табылады да, өзіне эвакуацияланатын қабаттар байланысы мен сыртқа шығысы бар қабаттар тобын қамтиды. Бірнеше қабаттарды эвакуациялау кезінде екі байланыс жүйесін жүзеге асыруға болады-бөлектелген, яғни әрбір қабатқа бөлек баспалдақтармен қызмет көрсету және жалпы, әрбір баспалдақ барлық қабаттарға қызмет көрсетеді, сондай-ақ осы екі жүйені қиыстыра үлестіруге болады. Бөлектелген жүйе өрт қауіпі мен топаланды бір қабат аралығында оқшаулауды мақсат етеді. Мұндай жүйеде қабаттардың ішкі қатынасы үзіліп, бір-бірінен алшақта толық өртке қарсы тұрып қана қоймай, сонымен бірге қабаттар тобын біріктіруші баспалдақ торлары арқылы өрттің таралуы да шектеледі. Жолдардың толық бөлінуі, осы жүйе бойынша, ғимаратты эвакуациялауды бір ғана қабатты эвакуациялаумен сәйкестендіріледі. Үш кезеңнің барлығында ғимаратты толық эвакуациялаудың созылуы келесі факторлармен айқындалады: бірінші кезеңнің созылу есебі, екінші кезеңнің созылу есебі, үшінші кезең аралығында жол ұзындығымен және минутына сыртқа шығудағы өту қабілеттілігі.

Эвакуациялаудың төртінші кезеңі- ғимараттан сыртқа шығуынан эвакуацияланушылардың жалпы қала қозғалысымен таралуына дейін,

қауіпсіздік сипатына ие болғандықтан уақыт шектемелерін көбіне талап ете бермейді.

1.1.4 Эвакуациялауды нормалау сұлбасы мен принциптері

Эвакуациялық үрдісті және оны типтік шарттарының практикалық тұрғыдан жүзеге асуын үйрену оның есепке алу мен нормалау сұрақтарын шешуге негіз болуына мүмкіндік береді. Бұл мақсатқа нормаларды қолдану аймағы мен құрамын анықтайтын принциптік тәртіптің алдын ала тұжырымдамасы қажет.

Мәжбүрлеу эвакуациялаудың қауіпсіз шарттылықтарының біріншісі, әрі негізгісі. Айта кететін жайт, мұнда, эвакуациялаудың созылуы қандайда бір анықталған нормамен шектелмеуі қажет, ол берілген шарттылықта мәжбүри эвакуациялаудың себебі болуы мүмкін болған қауіптің сипатына байланысты болады. Осылайша, өрт жағдайындағы ғимарат қауіпі жанғыш заттар мен материалдардың болуымен, орналасу шарттылығымен, сонымен бірге оның оттың таралуы мен пайда болуына қарсы тұру қабілеттілігін анықтайтын конструктивтік типтегі ғимаратпен сипатталады. Шарттылықтың әр түрлілігіне байланысты эвакуациялаудың созылуы айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Ұйғарымды қауіпсіздік көзқарасы бойынша әдеттегі оқиғаларға эвакуациялаудың созылуын тағайындау өртті қадағалау мен еңбекті қорғау қызметіне жатады.

Нормалардың қойған мерзімінде эвакуациялауды жүзеге асыру жаппай қозғалудың ұйымдастырылуымен шартталады, солай бола тұра ол кездейсоқ емес, ал белгілі бір жоспармен әрі тәртіпсіз өтеді. Берілген іс- шаралар көбіне нормалауға келе бермейді, сондықтан жоспар бойынша жетекшінің нұсқауы түрінде ғана жобаланған болуы мүмкін. Қозғалыстың мақсаты қаншалықты қарапайым және анық көрсетілсе, уақыт нормаларына соншалықты оңай қол жеткізуге болады.

Эвакуациялаудың бірінші кезеңінде орынды дұрыс топтастыру, жиналған өткелдердің бағыты мен шығыстың орналасуы сияқты сәттер ерекше маңыздылыққа ие болады. Топтастыру амалдарының ішінде үздіксіз ұзын қатарлармен орындарды біріктіру ерекше лайықтысы деп атап өту керек, соның арқасында жолдардың шығысқа қарай саралануына, жолдарда бұрылыстардың болмауы мен шығыспен тікелей байланыста болу мүмкіндігіне қол жеткізуге болады. Кез келген топтастыруда орынды:

шығыстан жойылған орын санының қысқаруы, өткел жиынының қысқаруы, өткелдерде бұрылыстардың жоқ болуы немесе минимумға жеткізілуі. Өткелдер жиынтығының желісі қарама-қарсы немесе айқасқан ағымдарға ұшыратпауынан құрылған болуы керек.

Екінші кезеңде эвакуацияланушы бір топқа қызмет көрсету кезінде қозғалыс қарапайым түрде ұйымдастырылады. Бұл жағдайда тек айқын көрсетілген қателіктерге бой бермейтін жол бағыты қажет болады. Бірнеше топқа қызмет көрсету кезінде бұдан басқа қарама-қарсы және айқасқан ағымдардың болмауын қамтамасыз ету қажет.

Үшінші кезеңде кейбір қосымша іс-шаралар қажет. Баспалдақпен жаппай қозғалыс қауіпсіздігі қатты тұтқалар қызметін атқаратын бағыттаушылар көмегі мен жол енінің шектелуіне байланысты. Жолдың жергілікті сығылуының жоқтығы маңызды шарттылықтардың бір түрі болып табылады, бұл- бұрылысты алаңдар бір қадамнан тар болмауы керек, ал бірнеше қабаттарды жалпы баспалдақтан бір уақытта эвакуациялау кезінде алаңның еркін ені ортасынан ашылатын есіктен кемімеуі керек.

Барлық кезеңдерге жаппай қауіпсіз эвакуациялауды ұйымдастырушы, сыртқа шығудың екіден кем емес бөлек жолдарын қамтамасыз етуші жалпы іс-шара эвакуациялық жолдардың іскерлігі қызметін атқарады. Осы жүйені практикалық тұрғыдан толық көлемде өткізу қиындығы одан біртіндеп шегіну мүмкіндігін береді. Бірінші кезеңде бұл шара тек жалпыға тағайындалған бөлмелерге таралады, яғни жаппай эвакуациялау нормалары мен жалпы қағидалары қолданылатын бөлмелерге таралады. Екінші және үшінші кезеңдерде, жанатын ғимараттардан басқа, эвакуациялау жолдарының коридорлар немесе холлдарда бірігуі рұқсат етіледі. Бір жолдың түтінге оралып, екінші жолға таралмауы екінші және үшінші кезеңдердегі бөлектелген жолдар болып табылады. Міне осылай, бірінші бөлімде есептің қойылу сипаттамасы беріледі. Мұнда қарастырылғандар: төтенше жағдайлардың жіктелуі, эвакуациялаудың кезеңдері мен нормалары, сонымен бірге нормалаудың сұлбасы мен принциптері [6]. Келесі бөлімде есептің математикалық қойылымы сипатталады.

1.2 Тұрғындарды оқытудың маңыздылығы мен адамдардың мінез-құлқын талдау

Көптеген елдің ғалымдары тіршілік қауіпсіздігін білімдердің жүйелілігінде - дамудың бірінші кезеңінде орналасқан жаңа ғылым деп есептейді. Түсіндіру мен болжау талпыныстары тек соңғы кездері ғана пайда болып қалыптасып жатқандықтан тіршілік қауіпсіздігінің теориясы мен практикасының әр түрлі сұрақтары Б.Р Ракишев., Н.В. Мельников., Т.М. Игбаев, Г.М. Мутановтың және тағы басқалардың еңбектерінде өз сәулесін тапты.

Мұндай маңызды ғылыми бағыттарды, оның ішінде күрделі жүйелердің жүйелі талдауын, имитациялық модельдеу мен басқару теориясын дамытуда келесі ғалымдар өз еңбектерін қосты: Н.П. Бусленко, Е.И. Рогов, Н.Н. Моисеев, М.М. Молдабеков, М.Т. Жараспаев, С.Ж. Галиев және тағы басқа ғалымдар.

Бірақ, бұл жұмыстарда қауіпсіздікті қамтамасыздандыратын тек жеке-дара сұрақтар ғана қарастырылады. Басқару, ұйымдастыру және ТЖ мен АҚ-ды жүргізу аймағында жүйелі ғылыми зерттеу жоқ, ал өзге білім аймақтарынан ауысқан есептеу әдістері өзінің төмен тиімділіктерін көрсетті.

Республикамызда табиғи және техногенді қауіптердің жүйелі мониторингі айтарлықтай толығымен жоқ деуге болады. Осыған байланысты апат пен қирауға болжам жасалмайды, оларды жою бойынша кешенді іс-шаралар, оларға дайындық жұмыстары толыққанды жүргізілмейді.

ТЖМ органдарының мықты ұйымдастырылуына, сәйкесінше нормативтік-құқықтық база жасағанына, халықаралық ұйымдармен іс-әрекеттерін келісуіне қарамастан, бар болған ТЖ-ларды алдын ала ескерту мен жоюдың Мемлекеттік жүйесін кемелдендіру мен модернизациялау қажет.

ТЖ-ларды алдын ала ескерту мен жою процесстерінің қарапайымдастырылған модельдерінің қорда құрылған компьютерлік программаларын қолдану арқылы халықты және аумақты қорғау мәселелерін шешу талпынысы айтарлықтай тұрпайы бағалаулар мен анық емес болжамдарға алып келеді.

Нарықтық қарым-қатынас барысында материалдық-техникалық жабдықтау нормативтері өз маңыздылығын жояды да, әрбір шаруа субъектісі

өздігінен жағдайды бағалап, шешім қабылдайды. Сонымен қатар, басқару бойынша мәселелерді әрбір кәсіпорын дәстүрлі амалмен едәуір дәрежеде оқшау шешеді. Басқару мәселелері материалдармен, адами және ақпараттық толассыз (алмаспайтын) ағымдармен қойылмайды, әрі шешілмейді. Нәтижеде шығын, беріктік, сапа және тағы басқалары сияқты мұндай көрсеткіштер анағұрлым дәрежеде кездейсоқ қойылады да, әдетте, үйлесімділіктен алыста болады.

Заманауи басқару, байланысу және хабарлау жүйесін өңдеу жұмыстары техникалық жабдықтау амалдарының, жүйелі құрылым мен программалық қамтамасыз етудің сәйкес келмегендігінен сәтсіздікпен аяқталды.

Мұның барлығы 2003 жылдағы Луговской жер сілкінісінің салдарын жою кезінде байқалды. Дегенмен, Луговской жер сілкінісінің салдары мүмкін болған барлық кешендерді және көлемді апаттық-құтқару жұмыстарын жүргізуді талап еткен жоқ, сонымен бірге әлемдік масштабтағы оның қарқыны дайындықсыздығының, ұйымдастырушылықсыздығының және төмен басқарылғандығының себебінен жай бір оқиға болып қалды, ал жер сілкінісінің салдары күні бұрын қажетті ескерту іс-шараларын қабылдау кезінде болуы мүмкін болған жер сілкінісіне қарағанда айтарлықтай жоғары болды. Тұрғындар мен жергілікті органдар төтенше жағдайларға мүлдем дайын емес еді. Материалды-техникалық жабдықтау үлкен іркіліспен жүргізілген еді.

Жаңа Орлеандағы (АҚШ) оқиғалар төтенше жағдайларда нарықтық экономикасы дамыған елдер де жедел әрекет етуге дайын емес екендігін көрсетті.

Төтенше жағдайлар кезінде болжамдардың толықсыздығы, халықты эвакуациялаудың толықсыздығы, тонаушылық жағдайлар, дер кезінде өмірлік қажеті бар құралдардың жеткізілмеуі басқарудың қажеттілігі мен маңыздылығын көрсетіп отыр. Бірақ олардың тәжірибесі жүйелердің жұмыс істеу тиімділігін жоғарылатудың айтарлықтай әлеуеті (мүмкіндігі) логистиканы (қолданбалы математика әдісін) қолдануда өз орнын тапқандығын айғақтап отыр [7].

Халықтың сейсмикалық сауаттылығын жоғарылату бойынша өзекті мәселелер. Жыл сайын бүкіл жер шарында магнитудасы 6 баллға тең орташа 100 (шамамен бір жер сілкінісі - әрбір үш күн) жер сілкінісі болып жатады, оның 20-сы жеті кейде онан да көп (өте күшті бір жер сілкінісі - әрбір екі апта) магнитудаға ие болып жатады. Белсенді сейсмикалық аймақтардың

жергілікті халқы қауіп-қатерді мейлінше құралданып күтілмеген дүмпулерге дайын болғаны дұрыс.

Әлемдік тәжірибе халықтың хабардарлығы қаншалықты жоғары болса, олардың сейсмикалық қорғанысы соншалықты жоғары болатындығын көрсетіп отыр.

БҰҰ-ның Басты Ассамблеясының 2000 жылдың 27-нші наурыз айында шығарған қарарында «Бүгінгі күні көптеген адамдардың қалаларға көшуіне байланысты хабардар етуді жоғарылатудың қажеттілігі оннан сайын артып отыр. Қоғамды білімдендіру аясында кең ауқымды күш жұмсау» сияқты абзал міндеттердің бірін жария етті.

Сейсмикалық қауіп-қатерді төмендету мен жер сілкінісінен қорғану мәселелері әр түрлі белгілерге ие – ғылыми, инженерлік, экономикалық, әлеуметтік, әкімшілік, психологиялық ж.т.б.. Әлемдік тәжірибе көрсетіп отырғандай адамдардың басым көпшілігі өте күшті жер сілкінісінің соншалықты күшке ие екендігін, психологиялық және физикалық жарақат алатындығын, қалаға соншалықты дәрежеде сейсмикалық қауіп-қатер төндіретінін, олардың тұрып жатқан үйлерінің қаншалықты сейсмотұрақтылығын т.б. білмейді.

Бір қатар елдегі (Гаитидегі, Чилидегі, Жапониядағы, Түркиядағы) көптеген адамдардың құрбандықтарына және көлемді материалдық зияндануға алып келген қиратқыш жер сілкіністері, ХХІ ғасырда да табиғи апат қатерлерінің сақталғандығы туралы, апат соққысынан қала тұрғындары мен қала инфрақұрылымдарының әлсіз жерлерінің өсуі туралы айғақ береді.

Қазақстан Республикасы аймағының басым бөлігі жер сілкінісінің әсеріне ұшырағыш. Сейсмикалық қауіп-қатерлі аймақта алты миллион адам тіршілік ететін 27 қала мен 400-ден астам тұрғылықты пункттер орналасқан. Әлемдік жетекші сарапшылар қалаланудың және халық санының өсуіне байланысты табиғи апат салдары айтарлықтай қирағыш, сонымен бірге кең ауқымды сипатқа ие болады деп береді. Осыған байланысты көптеген адамдар қорғану ықтималдығына шүбә келтіріп, мынадай сұрақ қояды: адам баласы жер асты апатына қарсы тұра алуы мүмкін ба өзі?

Бұл сұраққа әлемдік тәжірибе оңтайлы жауап береді. Әлсіздігін төмендету мәселесін шешу үшін сейсмикалық қауіп-қатерлі болып табылатын әлемнің көптеген дамыған мемлекеттерінде қауіпті төмендету бойынша мемлекеттік саясат жүргізіледі, оны осы салада жұмыс жасайтын мемлекеттік емес ұйымдар белсенді түрде қолдап отырады. Мемлекеттік

бағдарламалардың басты бағыттарының бірі халықтың қауіпсіздігі, оның ішінде сейсмикалық қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыру болып табылады. Азаматтардың сейсмикалық қауіп-қатер мен қауіптің деңгейінен ақпараттандырылған болуы, жер сілкінісінің түп негізін елестете алуы, оның салдарын білуі, жер сілкінісіне дайындық саясаты мен іс-шаралары туралы білуі өте маңызды болып табылады.

Қауіпсіздік мәдениетінің қалыптасу процесі тұрақтылық принциптеріне жауап беруі керек, сонымен бірге бөлінбейтін үш бөлшектен тұруы қажет:

1. Қауіпсіздік белгілерін түсіну мен қарым-қатнас, білім деңгейі.
2. Қауіпсіздік белгілерін жетілдіру мен қолдану деңгейі.
3. Қауіпсіздікке байланысты мәселелерді шешуге құлшынысы (уәждемелер) мен қауіпсіздік ережелері мен нормаларын орындау деңгейі. Бұл құрамдас бөліктерді жеке-дара қарастырайық.

Сейсмикалық қауіпті төмендету саласындағы білімді насихаттау өзекті, себебі барлық табиғи апаттардың ішінде жер сілкіністері ерекше орын иелейді: олардың жалпы санынан олар шамамен 51% -ды құрайды. Өте күшті жер сілкінісінен пайда болған шығындарды, әсіресе дамып жатқан мемлекеттердегі шығындарды, кез келген өзге қауіп-қатерден келген шығындармен салыстыруға келмейді. Қауіпті төмендетуде қарапайым азаматтар көп нәрсе жасай алады, бірақ ол үшін олар бұл салада білім мен ептілікке ие болуы керек. Табиғи апаттардан болатын әлсіздіктерді төмендету мақсатындағы қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыруда отбасы, мектеп, қоғам және мемлекет қатысуы қажет.

Жер сілкінісінен болған қауіптерді төмендету саласындағы халыққа ұсынылған білім жүйесі екі құрамдас бөліктен тұруы қажет. Біріншісі – адамдар үшін қатерлер көзқарасы жағынан құбылысты түсінудің негізі болған сейсмология саласындағы жалпы мәліметтер. Бұл қауіпті төмендетуге қатысты келесі білім сатысын есті түрде қабылдауға мүмкіндік береді. Себебі, қоғамның барлық қабаты қатерге ұшырайды, оқу құралының ұсынылуы мен мазмұны тұрғындар тобына байланысты түр жағынан өзгеріске ие болады да, олар балаларға, оқушыларға, студенттерге, басшыларға, отбасыға т.б топтарға арналады. Алынған білімдер тұрақты тренингтік шаралармен бекітуді талап етеді. Азаматтарды ақпараттандыру жүйесіндегі ерекше орынды жас ұрпаққа берген дұрыс. Сейсмоқауіпті аудандарда орналасқан мектептерде білімдерді орта мектептің бағдарламасына немесе ең кем дегенде тұрақты міндеттелген мектеп шараларының бағдарламасына қосу

арқылы дағдыландыру қажет. Балаларды шараға қатыстыруға қызықтыру, олардың қауіпсіздікке оның ішінде сейсмикалық қауіпсіздікке, қатысты сұрақтарды түсінуі баланың ой- өрісіне тікелей әсер етеді, сонымен бірге ересек өмірдегі ажырамас құндылық болатын қауіпсіз мәдени мінезді балаларда қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Сейсмикалық қауіпсіздік мәдениеті дегенде осы салада халықты сауаттандыру ғана түсінілмейді, сонымен бірге оның бар болған ережелерді өз ынтасымен қолдануы, әр түрлі жағдайлардың пайда болуын алдын ала болжай алуын қосқанда төтенше жағдайлардағы қауіпсіздік мәселелеріне ықыласпен, шығармашылықпен қарауы тұспалданады. Берілген деңгей дайындығы төтенше жағдайларда сезікті қозғалуды жорамалдайды да, оқыс жағдайларда дұрыс қозғалуға айтарлықтай дайын болуға талпыну-көбінесе әрбір адамның жеке қасиетіне байланысты болады. Бұл кадамда басқару орны үлкен мәнге ие: ол қаншалықты белсенді, жеке жауапкершілігі қаншалықты, қатысушыларды ақпараттандыру саласында ол қандай шаралар қабылдайды, білімін мен дағдысын жақсартуы, тренингтер мен оқуға қандай роль белгіленген т.б. Сөзсіз, берілген талаптар тек оқу орындарының басшыларына ғана емес, ал кез келген өзге басқару қызметінің міндетті элементтері болып табылады.

Механизмдер қажет соның ішінде қауіпсіздікпен байланысты мәселелерді белсенді шешуде басқарманың ынтасын қолдайтын мемлекеттік механизмдер қажет. Қазақстандағы халықтардың қауіпсіздік мәдениеті онша қанағаттандырарлық емес. Егер бірінші сатыда- қауіпсіздік шараларына қарым-қатынасты, білімді, түсінушілікті алу бөлімінде- мемлекеттік, қоғамдық деңгейде халықаралық жолмен ынтымақтастық жұмысы белсенді жүргізілсе, онда қауіпсіздік мәдениетін қалыптастырудағы келесі сатыларда пайда болған жағдай қатерді минимумға келтіру сұрақтарын шешуді талап етеді.

Әлемдік тәжірибе көрсетіп отырғандай, арнайы қызмет орындарының көмегі оқиға болып өткеннен кейін 2-3 күннен кейін басталады. Ал тұрғындар бұл кезде тек өздерінің алдын ала алған күштеріне, білімдері мен ептіліктеріне ғана сенуі керек. Бұл сейсмоқауіпті аудандарда тұратын барлық адамдарға ең басты айғақ болуы қажет. Халықтың сейсмикалық сауаттылығын жақсарту ісінде баспаның ролі ерекше маңыздылыққа ие екендігі айта кететін жайттардың бірі. Бұрынғы КСРО территориясында әр түрлі баспалар көмегімен 1970-1990 жж. жер сілкінісін зерттеуге арналған бір

қатар түп нұсқалы және аударылған кітаптар мен кітапшалар баспадан шыққан. Бұл кітаптардың авторлары- жоғары білікті кәсіп иелері. Еңбектерде ғылымның жетістіктері ғана емес, ал шешілмеген мәселелердің барлық қарама-қайшылықтары, ең бірінші, жер сілкінісін болжау аймағындағы мәселелерінің қарама-қайшылықтары берілген.

Әрине, әрбір автор жер сілкінісі деген не екенін түсіндіруден, сейсмикалық толқындар қалай пайда болуынан, өте күшті жер сілкінісінің салдары қандай болмақ т.б. бастайды. Бұл сейсмоқауіпті аймақтардың тұрғындарына арналған минималды ликбез болып табылады.

Ғылыми-танымал сейсмикалық қауіп-қатер мәселелерін баяндауға арналған кітаптар мен кітапшалар мемлекеттік және орыс тілдерінде Қазақстанда басылып шығып жатыр. Соңғы жылдары Қазақстанның сейсмобиелсенді аймақтарының сейсмикалық жағдайына арналған кітапшалар топтамасы шықты: «Алматының сейсмикалық тарихы», 1999жылғы; «Алматы облысының сейсмикалық жағдайы», 2004; «Жамбыл ауданындағы жер сілкіністері: бұрын, қазір, болашақта» 2006; «Оңтүстік Қазақстан аймағының сейсмикалық өткені мен қазіргі күні»2007; «Шығыс Қазақстан аймағындағы жер сілкіністер: өткені, қазіргі күні, болжам»2007.

Сейсмоқауіпті аймақтардың тұрғындары кем дегенде жоғарыда көрсетілген кітаптармен танысқанында, қазіргі кездегі көбінесе таралып кеткен жорамалдар болмас еді. Бірақ жер сілкінісі туралы ғылыми-танымал кітаптар тиражы оншалықты көп емес, олар әлдеқашан сатылымда жоқ. Ал ресей баспасы шығарып жатқан кітаптар мен кітапшаларды біздің кітап дүкендерінің сөрелерінде жиі сатпайды [8].

1.3 Эвакуациялау тапсырмаларында адамдардың ағын қозғалысын математикалық модельдеу

Өрттің пайда болу ықтималдығын есептеу бойынша заманауи әдістемелер мемлекет тарапына белсенді түрде ілгері жылжуда.

Эвакуациялау кезінде адамдардың мінез-құлқы мен өрттің даму моделі күрделі математикалық модель түрінде беріледі, оларды қолдан есептеу түрінде қолдану өте қиынға соғады.

Өрт қауіп-қатерін есептеу әдістемелері. Қазіргі кезде өрт қауіпсіздігі кең ауқымды ғылыми дәйектемеге ие болып, онда өрттің физикалық заңдылығы

сипатталады, өрттің дамуын әр түрлі математикалық модельдермен болжам жасалуы сипатталады. Мысалы үшін, Ресей ТЖМ-нің № 382 бұйрығында есептелген эвакуациялау уақытын анықтау мақсатында ғимараттан шығатын адамдар қозғалысының математикалық 3 моделі берілген:

– Адамдардың ағыны қозғалысының заңдылығы мен параметрлерінің арасындағы негізгі есептеу тәуелділіктерін орнықтыруға мүмкіндік беретін адамдар ағыны қозғалысының қарапайымдастырылған аналитикалық моделі. Бағалау мен жуық есептеу, адамдар ағыны қозғалысының қарапайым жағдайлары қолдану аясы болып табылады

– Модель объектісі жеке-дара нысан болып есептелетін адамдардың дербес-ағынының ғимараттан шығу қозғалысының математикалық моделі.

– Ағын қозғалысының иммитациялық-стохастикалық моделі. Бұл модель нақтырақ есептерді жүзеге асырады, себебі ол ғимаратты ені шамамен 1 метрлік қарапайым телімдерге бөледі де, әрбір телім үшін бір секунд ішінде бірнеше есептеу операцияларын орындайды, бірақ, дегенмен, адамды эвакуациялаудың дербес ерекшеліктерін талдау кезінде бұл модельді қолдану қиынға соғады.

Себебі адамдарды ғимараттан эвакуациялауды модельдеу кезінде ғимарат құрылысы мен оның бөлмелері айтарлықтай өз әсерін тигізеді, ал адамдардың ғимаратта болуы ықтималдылық сипатқа ие, әдістемеде көрсетілген модельдерге адамдарды эвакуациялау процесін модельдеуді Петридің айқын емес уақыттық желілері көмегімен қосуға болады.

Эвакуациялау процесін модельдеу мен сипаттау стахостикалық және ағындық механизмі арқылы немесе графикалық көрініспен негізделген Петридің айқын емес желілері арқылы жүзеге асырылады. Петридің айқын емес желілері айқын емес модельдеу мен айқын емес басқару есептерін шешуге мүмкіндік береді. Петридің айқын емес уақыттық желілерінің бастапқы математикалық құрылымын сипаттауға айқынсыздықты енгізу оның пайда болу сипатының стохастикалық, айқын емес немесе құрамдастырылғанын көрсете алатын бір немесе бірнеше құрылымдардың тапсырмасын бағамдайды [9].

Заманауи есептеу техникасының көмегімен модельдердің талдауын жасауға мүмкіндік беретін модельді қатал математикалық сипаттау Петри желілерінің жетістігі болып табылады [10].

Эвакуациялау уақытын есептеудің математикалық моделін таңдау ғимараттың көлемді-жоспарлау шешімдері, адамдардың бірінғайлығы,

ғимаратта орналасқан адамдар кескінінің жазықтық ауданы, сонымен бірге әр түрлі жинақталған адамдардың қозғалыс параметрлері сияқты өзіне тән ерекшелігін есепке ала отырып жүргізіледі [11].

Имитациондық-стохастикалық модель көптеген инженерлік мәселелерді шешуде өте тиімді құрал болып табылады. Бірақ, адамдардың эвакуациялануын ұйымдастырудың күрделі сценарилерін есептеу қажет болған кезде, сонымен бірге әр түрлі мобильді адам ағынының қозғалысын есептеу қажет болған кезінде, мысалы, медициналық мекемелерді эвакуациялау кезіндегі, шындыққа сай келетін модель – қозғалыстың дербес-ағындық моделі болып табылады [12].

Эвакуациялау жолдарын үйлестіру уақытын табу қажет, яғни бұл уақыт, осы берілген факторлардың кез келгені мүмкін болған мәннен артық кеткендегі уақыт болмақ. Бұл көрсеткіштерді есептеп шығару үшін есептеу әдісі қажет. Әдісті таңдау ғимарат типіне байланысты [13].

Интегралды әдіс – қарапайым геометриялық кескіндемелі кіші көлемді жүйесі дамыған бөлмелі ғимарат үшін, өрттің өте қауіп-қатерлі сценарийін шығару мақсатында жүргізілетін алдын ала есептеу үшін

– Зоналық әдіс – бір бөлме аралығында әр түрлі деңгейде орналасқан жұмыс жасау зоналары үшін, өзара өлшемдес (бөлме өлшемі кем дегенде 5 есеге ерекшеленеді) сызықты өлшемді қарапайым геометриялық кескіндемелі бөлмелер мен бөлме жүйелері үшін, мысалы, кинотеатрдың көрермендер залы.

– Далалық әдіс – күрделі геометриялық кескіндемелі бөлмелер үшін (галерея жүйелері бар атриумдер мен жалғасушы дәліздер, жазықтықты және тік күрделі байланыстар жүйесі бар көпфункционалы орталықтар) геометриялық өлшемдерінің бірі өзгелерге (тоннельдер, үлкен алаңы бар жабық автотұрақтар) қарағанда айтарлықтай үлкен (кіші) бөлмелер үшін, интегралды және зоналық модельдерде қарастырылмаған өзге жағдайлар үшін арналған.

Бұлардан басқа № 382 бұйрықта өрттің өте қиын жағдайда жалғасуын анықтау үшін аналитикалық ара қатынасты қолдануда көрініс табатын әдіс тіркелген. Бірақ бұл әдісті тек өрттің дамуына әсер етпейтін факторлар жоқ болған жағдайда ғана қолдануға болады, мысалы, автоматты түрде өртті сөндіру жүйесі. Әдістемеді берілген формулалар бойынша әрбір бөлмені есептеуден бұғаттау уақытын алуға болады, бұл уақыт өрт басталғаннан соң қанша уақыттан кейін эвакуациялау жолы жабылатынын көрсетеді.

Айнымалыларды тапқаннан кейін өрттен болған дербес қауіптің шамасы туралы айтуға болады, сосын шешімнің қандай болуына байланысты әр түрлі өртке қарсы жұмыстарды жасауға болады.

1.4 Эвакуациялау кезінде адамдар ағынын ғимараттан және бөлмелерден шығару моделі

Ғимараттан және бөлмелерден эвакуациялау кезінде адам мінез-құлқының модельденуі, сонымен бірге өрттің қауіпті факторларының таралу динамикасының модельдері ғимарат пен әр түрлі мақсаттағы құрылыстарда жобаланып жатқан жолдардың нормалануында өз қолдану аясын тапты. Модельдерді нормалау шегі, өңдеушілердің қазіргі кезде белгілі әлемнің шынайы құбылыстары туралы ұсынысынан шыға отырып, тікелей өндірушілермен орнатылады. Математикалық сипаттау шынайы құбылыс қасиетін нақтырақ көруге мүмкіндік береді, оны болашақта модель есепке алады. Бұл айтарлықтай қиын тапсырма, себебі қарастырылып жатқан құбылысты дәлме-дәл теориясы түрінде беру қажет, бұл өз кезегінде математикалық модель көмегімен шынай құбылыстың дәл шығуын анықтайды. Мұндай модельді жүзеге асырудағы негізгі элементтерге арнайы өңделген математикалық аппарат, сонымен бірге жеткілікті дәрежеде есептеу күшіне ие программалық қамтамасыздандыру мен есептеу техникасының амалдары жатады [14].

Ғимараттар мен бөлмелерден адамдарды эвакуациялаудың есептелген уақыты t_p адамдарды орнықтырған жерлерден біраз қашықтау жерде орналасқан эвакуациялық шығу жолдары арқылы бір немесе бірнеше адам ағыны қозғалысының уақытын есептеу арқылы анықталады.

Адамдар ағыны қозғалысының барлық жолы телімдерге бөлінеді. δ_i енді және l_1 ұзындықты баспалдақтар, дәліздер, есік орындары, өткелдер телім болуы мүмкін. Жұмыс орындарының, жабдықтар, кресло қатарлары т.б. арасындағы өткел бастапқы телімдер болып есептеледі. Адамдарды құрылған ғимараттардан эвакуациялау уақытын үнемдеу үшін телімнің ұзындығы мен енін оның нақты орны бойынша анықтайды. Баспалдақ аралығы бойынша және пандус бойынша жол ұзындығын аралық ұзындығы бойынша өлшейді. Есік орнында жол ұзындығы нөлге тең. Жуандығы 0,7 метрден тұратын қабырғада орналасқан есік орны мен тамбурды li шеткі ұзындығы бар жазық жолдың тәуелсіз телімдері деп есептеу керек. Адамдарды эвакуациялаудың

есептелген уақыты t_p бөлек телім жолдары t_i бойынша адамдар ағыны қозғалысының уақыт қосындысы түрінде мына формула бойынша есептеледі:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots t_i,$$

мұндағы t_1 – бірінші (бастапқы) телімдегі адамдар ағыны қозғалысының уақыты, минут; $t_1, t_2, t_3, \dots t_i$ – бірінші телімнен кейінгі жолда болған басқа әрбір телімдегі адамдар ағыны қозғалысының уақыты, минут.

Бірінші телім жолындағы t_i адамдар ағыны қозғалысының уақыты, мин, мына формула бойынша есептейді:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1}$$

мұндағы l_1 –бірінші телім жолының ұзындығы, м; V_1 – бірінші телімдегі жазық жолмен адамдар ағыны қозғалысының жылдамдығы, м/мин.

Адамдардың ғимараттан шыққандағы дербес- ағынды қозғалысының математикалық моделінде эвакуациялаудың есептелген уақыты оннан ең соңғы адамның шығу уақыты бойынша қойылады. Ең алдымен ғимараттағы эвакуациялау жолының сұлбасы көрсетіледі. Барлық эвакуациялау жолдары эвакуациялау телімдерінен тұрады. Жобаланып жатқан ғимараттар үшін әрбір эвакуациялық телім жолының ұзындығы мен ені жоба бойынша қабылданады, ал құрылғандары үшін – нақты жағдай бойынша қабылданады. Баспалдақ маршының жол ұзындығы марш ұзындығына қарай өлшенеді. Есік орнындағы ұзындық нөлге тең.

Эвакуациялық телімдер жазықтықты және көлбеу (төменге қараған баспалдақ, жоғары қараған баспалдақ пен сырғыма баспалдақ (пандус)). Дербес-ағын моделіндегі адам эллипс түрінде көрінеді, оның денесінің толықтығы 0,25 м, ал иығының ені 0,5 м. Әрбір адамға эллипс ортасынан эвакуациялық телімнің соңына дейінгі арақашықтығын анықтайтын x_i координатасы беріледі. Екі немесе оннан да көп адамдар бір-бірінің жанында орналасады, егер олардың координаталарының әр түрлілігі 0,25 м кем болса орналасады. Мұндай адам габариттерінің көмегімен бір-бірінің жанында орналасқандардың максималды адамының саны анықталады, сонымен бірге нақты телімдегі максималды адам саны анықталады. Бастапқы сәт кезде x_i әрбір адамның координаты бөлмелерде (жұмыс орындары, көрермендер үшін

орындар, жатақ орындар т.б.с.с.) адамдарды орналастыру сұлбасына сәйкес беріледі.

Мұндай мәліметтер белгісіз болуы мүмкін, мысалы, көрме залдарында және дүкендегі жағдайларда. Мұндай жағдайларда бөлме кеңістігінің бойлап адамдарды орналастыруға болады, әрине, ғимаратта орналасқан құрал-жабдықтарды есепке алу қажет. Кезекті түрде формулалар көмегімен t сәт кезінде әрбір адамның координаты, ағынның жергілікті тығыздылығы, келесі эвакуациялық телімдегі адамның координаты, бір телімнен екінші телімге өтіп жатқан адам саны, телімнен шығу кезіндегі қозғалыс қарқыны анықталады. Адамдар ғимараттан эвакуацияланып болмағанша уақыттың әрбір сәті үшін барлық есептеулер қайталанады.

Адамдар ағын қозғалысының имитациондық-стохастикалық моделінде адамдардың барлығы эвакуациялау кезінде бірге бір уақытта бір бағытта жалпы телім жолдары арқылы жүреді де, жалпы адам ағынын құрайды. Әдетте, жалпы адам ағыны өткелі (мысалы, құрал-жабдықтар арасындағы өткел) бар телімдерде құрылады. Бөлмелердегі адам ағынын қалыптастырушы телімдер деп құрал-жабдықтар арасындағы өткел деп қабылдағанымыз жөн. Мұндай телімдер келесі эвакуациялық телімдер жолы үшін алғашқысы болады. Барлық адамдар қалыптастырушы болып табылатын эвакуациялық телімдерде бір тегіс орналасады. Адам ағындарының жалпы жол телімдері бойынша алғашқы жерлерден келесі кездегі қозғалысында бірігу жүзеге асырылады. Бөлімдері әр түрлі тығыздылыққа ие жалпы ағын құралады. Адам ағындарының әр түрлі бөліктері тығыздылықтарының тегістелуі жүзеге асырылады. Оның алдағы, өз алдында еркін жолға ие, бөлігі жайылуын есепке алу қажет – адамдар еркін жүруге талпынады. Сол кездегі уақыт аралығында адамдардың бір бөлігі қарапайым телімдерден келесіге өтеді де, адам ағыны мен оның қозғалысы жағдайының өзгеруі жүзеге асырылады [15].

Барлық модельдер адам ағынының эвакуациялау уақытын есептеуге мүмкіндік беруіне қарамастан, олардың өзіне тән ұтымды жетістігі мен кемшіліліктері бар. Осылай, қарапайымдастырылған аналитикалық модель адам ағынының мынадай қозғалыс жағдайын есептеуге мүмкіндік бермейді: қайта қалыптасу, жайылу, бірігудің бір уақытта еместігі, білім алу мен топталуды жою, тығыздылығын босату, ағындағы адамның эмоционалды жағдайын есепке алу, эвакуацияланушылар құрамының бір текті еместік. Бір жағынан адам ағыны қозғалысының аналитикалық моделі эвакуациялаудың

нақты уақытын есептеудегі моделімен жүзеге асыруда өте қарапайым болып табылады. Адамның дербес-ағындық қозғалысының математикалық моделі мен адам ағыны қозғалысының имитациондық-стохастикалық моделі дәлірек, әрі егжей-тегжейлі, бірақ сонымен бірге жүзеге асыру үшін артығына күрделі болып табылады. Сонымен бірге, бұл модельдер үлкен есептеу күшіне, алғашқы мәліметтердің үлкен көлеміне тым көп талап қойғыш, мұның салдары есептің қымбатшылығына алып келеді. Демек, кішігірім типтік объектілерді дәл есептеу қажет болған кезде берілген модельдер сай келмеуі мүмкін. Мұндай мәселелер үшін айтарлықтай дәлірек болатын, сонымен бірге алғашқы мәліметтер көлемі мен есептеу күштеріне талап қоймайтын тиімдірек модель өңдеу қажет [16].

1.5 Эвакуациялау тапсырмаларының компьютерлік модельдері

Адамдардың көпшілігі жиналған жерлердегі қауіпсіздіктің заманауи амалдарын өңдеу зерттеудің жаңа әдістерінің, және жекелеп алғанда, төтенше жағдайлар туындаған кездері эвакуациялау процесін тиімділеу мен модельдеу әдістерінің дамуын қажет етеді.

Эвакуациялау процесін жеңілдету мен зерттеудің тиімдірек құралдары эвакуациялаудың компьютерлік моделі болып табылады. Қазіргі таңда мұндай компьютерлік модельдердің көп саны жасалды. Эвакуациялық модельдер ең бастысы адамдарды эвакуациялау уақытын анықтауға арналған. Мұндай модельдер эвакуациялау кезінде адамдар жиналған мүмкін болған аймақтарды жиі анықтауға мүмкіндік береді. көптеген модельдер мынадай ерекшеліктерін қосады: адам ағынының қозғалысын визуализациялау, адам мінез-құлқын модельдеу, эвакуациялаудың ең жақсы бағдарын анықтау т.т.б. компьютерлі модельдің бұл тобы динамикалы түрде дамып жатыр, сонымен бірге мұндай программалардың саны өсіп барады. Осыған байланысты эвакуациялау моделін жіктеу қажеттігі туындайды. Эвакуациялау моделін жіктеудің бірнеше нұсқасы [17], [18] мақалаларында беріледі.

Эвакуациялауды тиімдірек модельдеу үшін айнымалылар жиынтығы мен олардың мәнінің ауқымын, сонымен бірге модельдер үшін кіріс мәліметтерінің жиынтығын дұрыс анықтау өте маңызды [17], [19].

Эвакуациялау моделін жасаудағы маңызды проблемасы эвакуациялауды модельдеу әдістемесі болып табылады. Модель түріндегі

эвакуациялау процесін модельдеудің заманауи әдістемесімен егжей-тегжейлі түрде таныстыруға мүмкіндік беретін деректер [20-23] мақалаларында келтірілген.

Эвакуациялаудың көптеген заманауи компьютерлік модельдері адамдардың мінез-құлқына көңіл бөледі. Төтенше жағдайлар кезіндегі адам мінез-құлқының проблемасына, сонымен бірге мінез-құлықты модельдейді.

Қазіргі таңда эвакуациялаудың көптеген модельдері бар, олардың әрбірі өз бірігей сипаттамасымен және өзгешелігімен ерекшеленеді. Берілген жұмыста кейбір модельдердің көрінісі жасалған.

Эвакуациялық модельдерді негізгі үш типке бөлуге болады [24].

- Жүріс-тұрыс моделі. Агенттер қозғалысқа толықтыру ретінде бірігіп бірдей әрекет етеді. Сонымен бірге, берілген модельдер қоршаған ортаға байланысты әрекет және/немесе шешім қабылдауды біріктіре алады.

- Қозғалыс моделі. Агенттер ғимараттағы бір нүктеден екінші нүктеге (әдетте бұл шығу немесе қауіпсіз арақашықтыққа) жылжып отырады. Берілген модельдердің есеп нәтижесі кезекте тұру мен кідірістің айқын көрсеткіші болып табылады. Осылайша олар оңтайландырылған модельдер (эвакуациялаудың оңтайландырылған уақыты) болып табылады.

- Бірен-саран жүріс-тұрыс моделі. Ең бірінші адамдардың қозғалысы есепке алынады, ал олардың басып озу және әртүрлі бірегей сипаттамалары, сонымен бірге агенттерге түтінді кіргізу мен түтіннің салдары сияқты, жүріс-тұрысын модельдеуден есептеу басталады. Агент жүріс-тұрысының бақыланып отырған мәліметтері негізінде қозғалыс жүзеге асады. Модельдің мәліметтерін жүзеге асырушы программалық кешендер ғимаратты толығымен модельдеуге қабілетті.

Агенттік модель

Агенттерді түсіндірудің екі түрлі жолы бар. Ғаламдық және дара. Дара модельдер- модельдеу барысында агенттер қозғалысын бақылайтын модельдер болып табылады, сонымен бірге әр бір агент өзі туралы кейбір мәліметтер (мысалы, кез келген уақытта өз координатын) бере алады. Ғаламдық модельдердегі агенттер дара модельдерде егжей-тегжейлі түсіндіріледі, бірақ оның барлығы түпкі модельдеу мақсатына байланысты. Егер тұтынушы әрбір адамның қалай отырғанын білгісі келмесе, онда ғаламдық модель жеткілікті.

Агенттер ғимаратты екі түрлі амалмен көреді: ғаламдық және дара. Дара модельдерде агенттер эвакуациялау жолын қажетті деңгейде білмейді,

сонымен бірге сол жер туралы алынған мәліметтерден, жағдайдан немесе/және жеке тәжірибеден шыға отырып болжам жасайды. Ғаламдық модельдердегі әрбір агент ғимараттан шығудың ең қысқа жолдарын біледі.

Қарапайымдатылған аналитикалық модель

Әрбір эвакуациялық аймақтың ағым тығыздылығын анықтау модельдің негізгі тұжырымдамасы болып табылады. Тығыздылығына қарап келесі аймақтың еніне байланысты болған қарқынды қозғалыс анықталады. Кесте константына сәйкес қарқынды қозғалысқа қарап, қозғалыс жылдамдығы анықталады, ал эвакуациялау аймағының ұзындығын біле тұра сол аймақтың басып өту уақыты анықталады. Ағындардың бірігуі сәйкес келетін формула бойынша жүзеге асырылады. Қолдану аясы – ғимарат іші қарапайым жобаланған, мұнда әрбір адамға есеп жүргізудің қажеті жоқ және адамдар ағымын жасаудың қажеттігі екіталай. Мысалы – мектептер, ЖОО. Есептеу процесі келесі түрде жүзеге асады: ағаштан ең алыс орналасқан төбешік таңдалады да, есептеу ағашты жоғары бойлай жүзеге асады. Егер ағаштың көптеген алыс орналасқан төбешіктері бар болса, бұл амал n -есе қайталанады.

Есептің нәтижесі бойынша эвакуациялаудың ең үлкен уақыты таңдалады – ең жағымсыз сценарий.

Адамдардың ғимараттан шығуының дара-ағындық қозғалысының математикалық моделі

Ағымның емес, ал бөлек алынған әрбір адамның қозғалысы жоғарыда айтылған әдісте сипатталғандай модельдендіріледі. Қауіпті өрт факторы болған кезде эвакуациялау уақыты белгілі. Берілген уақыт аралығында эвакуациялау жүзеге асырылады. Әрбір адамның қозғалыс есебі берілген уақыт аралығында Δt жүзеге асырылады. Δt әрбір сәтінде адам координатасы анықталады. Топтағы адам тығыздылығы есептеледі де, бірінші әдісте айтылып кеткен тәуелділік бойынша әрбір адамның (тығыздылығынан жылдамдығы) жылдамдығы анықталады.

Қолдану аясы – ғимарат іші күрделі жобаланған, ағымды жасау қиынға соғады, мұнда адамның дара қозғалысының есебі өте маңызды. Мысалы – сауда орталықтары.

Басталуы, мәліметтерді енгізу, эвакуацияланатын аймақтардың параметрлерін анықтау (жолдары), әрбір адамның эвакуациялана басталу уақытын анықтау, Адамдардың ғимаратта болған кезіндегі эвакуациялау, эвакуациялау аймақтарындағы адамдар ағымының тығыздылығын анықтау; А, есік орындарының өткізу қабілеттігін анықтау, уақыттың келесі сәтіне өту,

әрбір адам алдында адамдар ағымының тығыздылығын анықтау (алдында жүріп бара жатқан адамның арақашықты), адам жылдамдығын анықтау, адам координатын анықтау, эвакуациялау, соңы.

Ситис Эватек

Берілген программалық кешен әр түрлі типтегі ғимараттарға қолданылуы мүмкін. МЕСТ 12.1.004-91(РФ) мен СНИП 35-01-2001 «Халықтың төмен мобильді тобы үшін құрылыс пен ғимарат қол жетімділігі» сәйкес алгоритм жасалды [25].

Модель типі: Бірен-саран жүріс-тұрыс моделі / қозғалыс моделі. Әдепкі қалпы бойынша тек қозғалыс қана мольдендіріледі. Тұтынушы бірнеше әртүрлі профиль, агенттерге рөл және олардың жүрес-тұрысы бойынша сценарийлер бере алады.

- Адам айналасындағы үшбұрышты аймақтағы адам тығыздылығынан адам жылдамдығының ресей стандарттары негізінде адамдардың ағымдағы дара қозғалу ерекшеліктерін есепке ала отырып, адамдарды эвакуациялау уақытын есептеу

- Есептеу үшін орнатылған графикалық редактор көмегімен бастапқы мәліметтерді енгізу, файлдардан геомерияны импорттау мүмкіндігі.

- Барлық агенттердің қазіргі және жүріп өткен жолдарын тығыздылық картасында бейнелеу.

- Есептеу нәтижесін жазу мен қайта қосу мүмкіндігі.

- Қозғалыстың 2D/3D визуализациялау тәртібі.

- Уақыттың кейбір сәттерінде орташа және максималды тығыздылық графикасы, қолданылып жатқан шығыс пайызы, модельдеу нәтижесі, бастапқы мәліметтерді өз ішіне алатын есеп жүргізуді қалыптастыру

- Ресімделген есеп жүргізудің RTF форматына экспортталуы.

Ситис Флоутек

Берілген программалық кешен әр түрлі типтегі ғимараттарға қолданылуы мүмкін. МЕСТ 12.1.004-91 мен СНИП 35-01-2001 «халықтың төмен мобильді тобы үшін құрылыс пен ғимарат қол жетімділігі» сәйкес алгоритм жасалды [26].

- Модель типі: Қозғалыс моделі. Жүйенің негізгі сипаттамасы:

- Ғимараттың сканерленген жоспары негізінде есептеу үшін орнатылған графикалық редактор көмегімен бастапқы мәліметтерді енгізу.

- Параметризациялаудың қолдауы. Кейбір амалдардың мәні, мысалы адам, тығыздылық, эвакуациялауды бастау уақытын математикалық формула түрінде беруге болады.

- Өрт қаупін есептеу үшін СИТИС программа кешенінің құрамында жобаның біріңғай файылымен жұмыс.

- Эвакуациялаудың бірнеше сценарийін жасау мүмкіндігі.

- Эвакуациялау жолы мен есептеу аймақтары картасының бейнеленуі.

- Адамдар ағымының бір қадамдап көру мүмкіндігі бар 2D/3D қозғалыс анимациясы.

- Әрбір есептеу аймағы үшін негізгі параметрлерді көру.

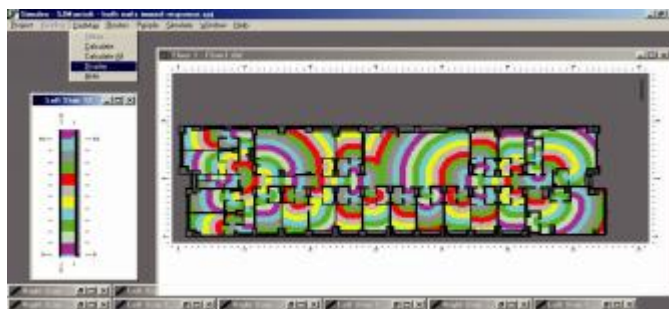
- Эвакуациялау жолдарының суреттерін, есептеу аймақтарының картасы, барлық сценарийлер үшін эвакуациялау уақытының еркін кестесін, қабаттардан түсу уақытының кестесі, эвакуациялау бастапқы мәліметтерді қамтитын есеп жүргізуді құру.

Simulex

Күрделі геометриялық сәулетті ғимараттан көп санды адамдарды модельдеу мүмкіндігі бар эвакуациялық модель [30][24].

Модель типі: Бірен-саран жүріс-тұрыс моделі. Агенттер арасындағы арақашықтыққа сүйенеді, олардың жылдамдығы осыған байланысты. Сонымен бірге модель басып өтуге, айналуға, бір шетіңмен және артқа қарай қозғалуға мүмкіндік береді.

Модель құрылымы: «реттегіш тор». Қабат жоспары мен тор жоспары тор көздеріне 0.2м. көлемінде бөлінген модель әрбір блоктан әрбір шығысқа дейінгі арақашықты есептейтін алгоритмнен тұрады. Ал алынған мәліметтер картада бейнеленеді.



2 - Сурет –Агенттік модель.

Агенттердің жүріс-тұрысы: күңгірт жүріс-тұрысы. Көптеген бейне – бақылау нәтижелеріне, бөлек қозғалыс анализіне және бірқатар ғылыми зерттеушілердің қосымша нәтижелеріне негізделген агенттердің қозғалысы: қозғалыс жылдамдығындағы күлтілдеу, бір шетке бағытталған қадамдар мен денесінің пішінін өзгертуі, басып өтуі т.б..[33].

Білім беру мекемелеріне арналған эвакуациялау моделін ұсыну

Адамға өрт сияқты қауіпті факторлардың әсер етуін есепке алмай көптеген программалық өнімдер эвакуациялаудың тек уақытын ғана есептейді.

Оқу орындарында адамдарды ауыстыру үшін ағылмалы модельді қолданады. Себебі, эвакуациялау кезінде әрбір адамның ізін бақылаудың қажеті жоқ, өйткені берілген мекемелерде эвакуациялау жетекшілері әрқашан бар – ұстаз, оның ізінен барлық эвакуацияланушылардың жүруі сөзсіз. Міне осылай әрбір сыныпты бір бөлек ағын деп қарастыру нәтижесінде есептеу жылдамдығына оң әсерін тигізеді.

Бүкіл әлем бойынша сынып моделінің «дара-ағымды қозғалысы» көбірек тараған модельге айналды. Тәжірибеден өткен атақтырақ (ғимараттар мен құрылыстарды жобалау кезінде адамдардың жаппай келуімен ресми түрде қолданыла бастады) SIMULEX моделі[30], Pathfinder [31], STEPS [32], BuildingExodus [33] модельдері болып табылады.

SIMULEX негізінен эвакуациялау кезінде жаяу жүргінші адамдар қозғалысын модельдеуге арналған.

Pathfinder моделінде адамдардың ағымдағы маневр жасауын ескеретін қозғалыстың алгоритмі дәлірек жүзеге асырылған (мысалы, өзге жаяу жүргіншілермен соқтығысудан шетке шығу немесе бос кеңістік бар кезінде жылдамдату). STEPS программалық кешені 2 модельдеу тәртібіне ие: «нормалы» және «эвакуациялау». Эвакуациялау тәртібі түбегейлі түрде жоғарыда айтылған программалар мүмкіндігінен, эвакуациялау үшін лифттердің мүмкіндіктерін ескермегенде, ерекшеленбейді. Нормалы тәртіпте модельдеуге болады, мысалы, бірқатар транспорттық тораптарда: қоғамдық транспорттың келуін есепке ала отырып, жаяу жүргіншілер ағымы, жолаушылардың билеттер сатып алуы, турникеттер алқылы өту, метрополитен станцияларының орнықтырушы залдары мен поездерді есепке ала отырып кеміп отыруы. BuildingExodus ең қызықты модель болып табылады. Модельдің көмегімен адамдардың бірсыпыра психологиялық ерекшеліктерін есепке алуға болады –эвакуациялауды басқару жүйесінің

әсері, қосымша міндеттерді (мысалы, ерікті өрт жасағының мүшесі) және сонымен бірге «пысықтық» сияқты параметрдің әсерін де есепке алу ағым құрамындағы қозғалыс кезінде өз бейнесін табады. Модельді жетілдіру бойынша соңғы жұмыстардың бірі мәдениеттану ерекшеліктерін есепке алуға бағытталған еді[33]. Әдеттегідей, модель SmartFire өртті есептеуге арналған модельмен бірге қолданылады, сондықтан эвакуацияланушылар дене массасы мен бойы жағынан қосымша сипатталады. Сонымен қатар, жоғарғы төбе қабатынан түтіннің түсуі кезінде қауіпті өрт факторының әсер ету деңгейін төмендету үшін адамдарды тізерлетіп эвакуациялау мүмкіндігі программаластырылған.

1.5.1 Эвакуациялаудың компьютерлік модельдерін жіктеу

Эвакуациялау модельдері үш категория бойынша тармақталады: мінез-құлық (адам мінез-құлығы мен адамның шешім қабылдау процесін модельдейді), жартылай мінез-құлық (адам мінез-құлығын күңгірт модельдейді), қозғалыс модельдері (тек адамдар ағынының ғана қозғалысын модельдейді). Қозғалыс модельдеріне мыналар жатады: FPETool, EVACNET4, Takahashi's Fluid Model, PathFinder, TIMTEX, WAYOUT, Magnetic Model, EESCAPE, EgressPro, ENTROPY Model, and STEPs. Жартылай мінез-құлық модельдеріне мыналар жатады: PEDROUTE / PAX-PORT, EXIT89, Simulex, GridFlow, ALL SAFE. Мінез-құлық моделіне мыналар жатады: CRISP, ASERI, BFIRE-2, buildingEXODUS, EGRESS, EXITT, VEgAS, E-SCAPE, BGRAF, EvacSim, Legion, Myriad.

Жоғарыда аталған модельдер мынадай сипаттамаларына қарай салыстырылады: тағайындау, қол жетімділік, модельдеу әдістемесі, модель құрылымы, адамдардың мінез-құлқы, адамдардың қозғалысын модельдеу әдісі, өрт туралы мәліметтерді қолдану, шығыс мәліметтері, САІР сызбасын қолдану, сұрыптаудың әділдігінің талдауы, арнайы ерекшеліктері, шектеулері. Сонымен бірге, өзіндік ерекшеліктері бар мынадай функциялардың қолдаулары қарастырылады: тұрғындарды тарату, тұрғындар қозғалысының маршрутын таңдау, лифтті қолдану, бөгелулер, әрекет етуге бейім емес топтар/ ақырын қозғалушы адамдар, топтарды анықтаушы; қозғаушы мінез-құлық, өрт факторлары; қолдан орнатылатын шығыс бұғаттау, қарсы ағынды модельдеу;

Эвакуациялау модельдерін үш типке бөлу ұсынылады: жалпы эвакуациялау уақытын есептеудің қарапайым әдістерін қолданушылар, ағындық желілік модельдер (адамдар мінез-құлқын модельдемейтін), күрделі модельдер (мінез-құлықпен және қозғалыспен байланысты көп санды айнымалыларды қолданушы). Эвакуациялау модельдерін төрт категорияға бөлу ұсынылады: ағындық модельдер; клеткалы автоматтар; агенттік модельдер; элеуметтік көріністі есепке алушы [17].

Ағындық модельдің үлгісі ретінде EVACNET4 моделін көрсетуге болады. EVACNET4-ке желі түріндегі ғимарат беріледі. Ғимараттың құрамдас бөліктері түйін түрінде беріледі, ал ғимараттың құрамдас бөліктері арасындағы өткелдер доға түрінде беріледі. Әрбір өткелге белгілі бір «өту уақыты» тіркеледі. Ағындық модельдеуге негізделген модельдер тек физикалық шектеулерді ғана есепке алады.

Клеткалы автоматтың үлгісі ретінде EGRESS моделі қызмет көрсетуі мүмкін. Бұл модельде ғимарат тор түрінде беріледі. Қозғалыс белгілі бір уақыт арақашықтығы арқылы тордың ұяшықтары бойынша бір қатар қадамдар түрінде модельденеді.

Агенттік модельдер үлгісі ретінде SIMULEX және EXIT89 модельдері қызмет көрсетуі мүмкін. SIMULEX адамның жынысы, жасы және тағы басқа факторларды есепке алады. Бұл программа адамның жеке бөлек топтарының сипатын модельдеуге көмек береді. EXIT89 адамның дербес физикалық параметрлерін есепке алады. Модель әректтене алатын адамдардың бірнешеуін модельдеуге қабілетті. Модельде адамдарға эвакуациялаудың белгілі бір уақытының іркілуін тағайындауға мүмкіндік берілуі қарастырылған;

Жоғарыда айтылған барлық модельдердің басты кемшілігі элеуметтік факторларды елемей болып табылатынын айтуға болады. Элеуметтік факторларды есепке алушы модельдер арасында EXODUS, MASCМ және FIRESCAP аталады. EXODUS моделі адамдардың сипаттамасының (жасы, жынысы, жылдамдығы т.б.) және элеуметтік-психологиялық белгілерінің толық жиынтығына еліктеме жасайды. Сонымен бірге, ғимаратқа достығының деңгейі есепке алынады. Модель температураның жоғарылығы мен газдың әсерінен қозғалыстың іркілісі пен тоқтатылуын модельдеуге көмек береді. MASCМ эвакуациялау маршрутын белгілейтін эвакуациялау көшбасшыларының ықпалын есепке алады. Негізгі кемшілігі — кең таралған жағдайдағы яғни эвакуациялаудың айқын көшбасшысы жоқ кезде

модельдеудің мүмкін еместігі. FIRESCAP моделінде эвакуациялау туралы шешім қабылдамастан алдын адамның басшылыққа алатын күрделі әлеуметтік өлшемдері есепке алынатыны көрсетіледі, бірақ мұнда эвакуациялау көшбасшыларының әсері мен түтіннің әсері есепке алынбайды. Мақалада модельдеу кезінде есепке алуды қажет ететін әлеуметтік сипаттамалар суреттеледі.

1.5.2 Эвакуациялаудың компьютерлік модельдері үшін кіріс мәліметтері

Эвакуациялаудың компьютерлік модельдері үшін кіріс мәліметтерін таңдау мәселесін көтереді. Эвакуациялау модельдері үшін мүмкін болған кіріс мәліметтері атап өтіледі: іркіліс уақыты; әр түрлі типтегі шектердің қозғалысының жылдамдатылуы, адамдардың сипаттары (жасы, жынысы, оқу дәрежесі, ғимарат жоспарлануымен танысу дәрежесі), маршрутты таңдау. Кіріс мәліметтері үшін мүмкін болған дереккөздер көрсетіледі: бейнебақылау, зертханалық эксперимент, эвакуациялау қатысушыларына сауалнама жүргізеді [17].

Эвакуациялауды модельдеу тиімдірек болуы үшін келешегі бар зерттеу салаларын ұсынамыз: ағынға қарсы баспалдақпен қозғалу әсері, әрекет етуге бейім емес адамдарды эвакуациялау, өрт туралы хабарлауға адамдардың реакциясы, эвакуациялау уақытының іркілісі, әр түрлі типтегі баспалдақтардағы ағындар, адамдардың мінез-құлықтары, жалпы эвакуациялау уақытына адамдардың «жаттыққандық» дәрежесінің әсері, қауіпті қабыл алуы, эвакуациялау кезінде адамдардың өзара әрекеттесуі. Мақалада үйреніліп жатқан мәселені тиімдірек шешу үшін мәліметтердің бірінғай банкін жасау қажеттігі айтып өтіледі. Эвакуациялауды модельдеу нәтижесіне әр түрлі кіріс мәліметтер тобының әсері ескерілуі қажет [19].

Осыған байланысты эвакуациялық модельдердің қабілеттілігін болжайтын бағалау қажеттілігі туындайды.

Модельдер қол жетімді және сенімді үлкен көлемдегі кіріс мәліметтерін қолдануға қабілетті болуы керек. Сонымен бірге, олар эвакуациялаудың толық уақытын дәл болжай алуы қажет. Жоғарыдағы модельдердегі зерттеу методологиясы келесі кезеңдерді қосады: базалық модельдердің құрылуы, мүмкін болған мәндер мен айнымалылардың идентификациясы, Монте-Карло әдісі арқылы мәліметтердің кіріс файлдарын тудыру, компьютерлік

модельдеу нәтижелерінің статистикалық талдауы, маңызды айнымалылардың идентификациясы.

Зерттеудің бірінші кезеңінде Калгариядағы 14 қабатты ғимараттан және Лондондағы 6 қабатты ғимараттан эвакуациялауды модельдеу үшін STEPS және EXIT89 екі моделі қолданылған еді. Екінші кезеңде айнымалылардың бірнеше тобы айрықша алынған еді: геометриялық (қабаттың саны, жиһаздардың орналасуы, шығу орындарының саны т.б.), адамдардың сипаттамасы (жасы, жылдамдығы т.б.), өзіне тән ерекшелігі бар айнымалылар (тор аралығы, уақыт қадамы).

Үшінші кезеңде Монте-Карло әдісінің көмегімен зерттеліп жатқан ғимараттардың әрбірі үшін 2000-нан астам мәліметтердің кіріс файлдары түрлендірілген болатын. Айнымалылардың мәні кездейсоқ құрылған еді. Төртінші кезеңде модельдеудің шығыс мәліметтері талданған еді. Бесінші кезеңде жалпы эвакуациялау уақытының алынып жатқан мәніне айнымалылардың әсері зерттелген еді. Мақалада айнымалылардың ара қатынасының коэффициенті келтірілген.

Жүргізілген зерттеудің нәтижесінде барлық типтегі ғимараттар үшін, эвакуациялаудың есептелген уақытына айтарлықтай әсерін тигізетін айнымалылар тобының белгілі біреуі жоқ екендігі дәлелденген болатын. Айнымалылардың мәні кездейсоқ түрде анықталып, белгілі бір ғимаратпен байланысты.

1.5.3 Компьютерлік модельдерде эвакуациялау процесін модельдеу

Эвакуациялаудың заманауи компьютерлік модельдерінде адам ағыны қозғалысын модельдеу үшін бірнеше әдіс қолданады. EXIT89 эвакуациялау моделі әрбір адамның дербес қозғалысын бақылау мүмкіндігімен зәулім ғимаратты эвакуациялауды модельдеу үшін Fortran тілінде өңделген болатын. Берілген модельде адамдар өздеріне жақынырақ болған шығуға жылжып отырады. Адамдар баспалдақ торына түскеннен олар ең төменгі қабатқа қарай қозғалады (шындыққа көбіне сай келе бермейді). Мінез-құлық мүмкіндіктеріне еліктеме жасауды қолдамайды. Ғимарат тораптары бар желі түрінде беріледі. Автордың айтуы бойынша желі құрылымын қалыптастыру – амалдың еңбекті көп талап ететін бөлігі. Адамдар қозғалысы бір тораптан екінші торапқа дейін есептеледі. Егер тораптардың бірі түтінмен бұғатталған жағдайда, эвакуациялық маршруттардың қайла есептелуі жүзеге асырылады.

Адамдар қозғалысының жылдамдығы ағын тығыздылығына байланысты. Есептеп шығару Милинский мен Предтеченский өңдеген формула бойынша жүзеге асырылады [22-24].

EXIT89-де іркіліс уақыты кездейсоқ түрде беріледі. Тұтынушы енді ғана мүмкін болған іркіліс уақыттарының көлемін анықтайды. EXIT89 адамдардың қозғалуын модельдеуге мүмкіндік береді, мұнда адамдар қозғалысының жылдамдығы негізгі ағын (мысалы, жаракаттанған адамдар қозғалысы) жалпы жылдамдығына қарағанда өте жақсы. Мақалада эвакуациялауды модельдеу үлгілері келтіріледі, сонымен бірге алынған алынған нәтижелер шынайы эвакуациялау нәтижелерімен салыстыру жүргізіледі. Автор есеп мәнінің не себепті эвакуациялау уақытының шынайы мәніне сай келмейтіндігі туралы болжам беріп өтеді. Автордың пікірінше, адамдар ағынының қозғалысы кезінде программаның кейбір мүмкін болған іркілістерді ескермеуіне байланысты [22].

MOBILIZE желілік модельдеуге арналған. Мұнда белгілі бір жағдайларда белгілі бір ғимарат үшін эвакуациялау қандай жолмен ағып өтетінін жоспарлаушыларға және менеджерлерге анықтауға мүмкіндігін беретін әдіснаманың қажеттілігі атап өтіледі. MOBILIZE күрделі эвакуациялық жоспары бар эвакуацияны модельдеу үшін қолданылуы мүмкін. Күрделі эвакуациялық жоспары бар ғимаратқа үлгі ретінде колледж алынуы мүмкін. Колледжде эвакуация әр түрлі түрде өтуі мүмкін, бұл оқу кестесінің өзіне тән ерекшелігіне қарай түсіндіріледі. Модельде тұтынушыға бөлек эвакуациялық маршруттарды бұғаттау немесе қозғалысын жылдамдату мүмкіндігі берілген. MOBILIZE эвакуациялауға мүмкіндік беретін көптеген ерекшеліктерді есепке алады: (эвакуациялық маршрут бойымен қозғалыс уақытын және эвакуацияның іркілу уақытын өз ішіне қамтитын) уақыт, (уақыттың әр түрлі сәтінде бөлмелердегі адамдар саны) адамдарды бөлу, эвакуациялау әдісі, (эвакуациялау кезінде адамдардың өтуіне мүмкіндігі бар) қол жетімді аймақтар, эвакуациялау нұсқалары (тұрғындар үшін қолайлы шығу жолдары), маршрутты бағалауы. MOBILIZE көмегімен университет ғимаратының эвакуациялануын қайта модельдеген болатын. Модельдің болашақта әрі қарай дамуы MOBILIZE моделінің қолдану аясын кеңейтумен байланысты [23].

PathFinder жүйесінде эвакуациялауды модельдеудің аналитикалық құралын жасалды. Қауіптің сандық талдауы бар компьютерлік модельдерді өңдеу жобалауда негізгі беталыс болып табылатынын автор айтып өтеді.

Жүйе мольденіп жатқан адамдар ағынын фон түрінде көрсету үшін *.dwg және *.dxf суреттерін қолдануға қабілетті [21].

Сонымен қатар, тұтынушылар САПР амалының көмегі арқылы модельденіп жатқан ғимарат құрылымын құру мүмкіндігіне ие. Ғимарат топологиясы соқпақтармен біріккен алаңшалар түрінде беріледі. Бұл соқпақтар тұрғындарға кез келген алаңшадан панаға немесе ғимаратқа қатысына қарай ішкі ортаға өту мүмкіндігін береді. Модель келесі шығыс мәліметтерге ие: шығар есіктен өткен адамдар саны; бөлмені тастап кетуге жұмсалған орташа уақыт; барлық адамдар қабатты тастап кету уақыты; эвакуациялаудың толық уақыты; минималды, орташа, максималды эвакуациялау маршруттары. Модель мінез-құлық аспектілерін есепке алмайды.

ЕХІТ89 көпқабатты үйлерде тұратын көлемді адамдар санын еліктеме жасауға қабілетті. Ғимарат түйіндер түрінде және осы түйіндерді біріктіретін доға түрінде беріледі. Модельдеу кезінде жүйе шығуға қарай қозғалыстың ең қысқа маршрутын таңдайды. Сонымен бірге, ЕХІТ89 қозғалыс үйлесімділігін қолдайды да, кездейсоқ түрде эвакуациялау уақытының іркілуін анықтай алады.

Simulex v.4.0 – бұл геометриялық күрделі ғимараттан көп санды адамдардың шығуын талдау жасауға қабілеті бар эвакуациялық модель.

Simulex бөлме жоспарын 0,2 x 0,2 м өлшемді блоктарға бөлетін ұсақ есептеу торын қолданады. Есептеу торы модель арқылы автоматты түрде САПР сызбасы негізінде жасалады. Жүйе эвакуациялау уақытының іркілісін кездейсоқ түрде түрлендіруге мүмкіндік береді.

Екі модельдің де шығыс мәліметтерін салыстыру нәтижесінде Simulex барлық эвакуациялық сценарийлер үшін эвакуациялау уақытының 25-40% созылыңқы келуін қамтамасыз ететіні анықталған болатын. Бірақ, екі модель де оң жақта баспалдақта және сол жақ баспалдақта бірдей адамдар санын көрсетіп тұр. Нәтижедегі ерекшелік екі модель де қолданған әр түрлі есептеу алгоритмдерімен түсіндіріледі. Қорытындыда ЕХІТ89 қарағанда Simulex адамдардың бірнеше типін модельдейді және олардың қозғалысын шынайырақ бейнелейтіні айтылып өтіледі. Бірақ сонымен бірге Simulex қабаттар арасындағы өткелдерде адамдардың «іркілуі» сияқты кемшілікке де ие, бұл өз кезегінде модельді қайта қосуды қажет етеді. ЕХІТ89 мұндай кемшілікке ие емес.

Клеткалы автоматтардың - қарапайымдастырылған дискреттік модельдері топ қозғалысын математикалық модельдеу үшін қолдану ұсынылады. Адамдардың қозғалысын модельдеу үшін түрлендірілген клеткалы автоматты араласқыш (сіңгіш) үдерісті модельдеу үшін қолдану ұсынылады. Мұндай модельдегі бөлшектердің қозғалысы кездейсоқ кезіп қалған суперпозиция түрінде және бағытталған қозғалыс түрінде қарастырады да, Фоккер-Планк теңеуімен сипатталады.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [A(x)\rho] - \frac{\partial^2}{\partial x^2} [B(x)\rho] = 0 \quad (1.1)$$

мұндағы бөлшектердің бірінің координатасы кездейсоқ шама түрінде шығады, ρ - оның ытималдылық қызметі, оның сәттері

$$A(x) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overline{(x-x)}}{\Delta t}, \quad B(x) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overline{(x-x)^2}}{\Delta t}, \quad (1.2)$$

Тарылатын өткелде бір топ адамдар қозғалысын ұсынылған клеткалы автомат арқылы модельдеу үлгісі келтіріледі. Топтағы адамдар әр түрлі жылдамдықта қозғалатын фактты бейнелеу үшін екі сұрыптағы бөлшектерді қолдану ұсынылды: жылдам және баяу. Соңында, мұндай модельдер, айтарлықтай көп адамдар ағынына есептелген құрылысты жобалау кезінде, сонымен бірге ғимарат пен бөлменің қауіпсіздігін бағалау кезінде де пайдалы болуы мүмкін деген қорытынды шығарылады. Бір топ адамдар қозғалысы кезінде туындайтын проблемалардың бірі «кептеліс» немесе іркілістің жүзеге асуы, яғни бірнеше бөгеттердің топ қозғалысының жолында кездігуі болып табылады [35].

Бұл бөгеттер қаншалықты маңызды кедергі келтіретінін алдын ала білу өте қажет. Бағалауды торлы газдар қатарына жататын клеткалы автомат негізінде құрылған дискреттік модель негізінде жасау ұсынылады. Берілген модель қозғалыс аймағының тарылуы кезінде «кептелістің» пайда болуы сияқты құбылыстарды және «жағымсыз жабысқақтықты» - қозғалыс аймағының шеттеріндегі қозғалыстың жылдамдатылу мүмкіндігін сапалы түрде суреттеуге мүмкіндік береді. Сипатталып жатқан клеткалы автомат біркелкі ортогоналды тор түрінде беріліп, оның тораптарында 1 немесе 0 мәнге ие бола алатын шамалары берілген, бұл шамалар адамның берілген нүктеде не бар болуы не жоқ болуына сәйкесінше беріледі. 1 жағдайында

тұрған клеткалы автомат өрісінің әрбір клеткасы үшін әрбір қадамда адамның берілген қалыптан көрші клеткалардың төртеуінің біріне жылжу ықтималдығы есептеледі. Содан соң, 1 жағдайында тұрған әрбір клетка үшін кездейсоқ түрде (есептеп шығарылған ықтималдылықтарға сәйкес) жылжу бағыты таңдалады да, дәл сол мезетте барлық өрісте мынадай жылжу жүзеге асырылады: клетка мәліметтері 0 жағдайына келтіріледі, ал көрші клетканың жағдайы таңдалған бағытта 1-ге өсіріледі. Сипатталған модельдеу негізінде адамдар ағынының тығыздылығы жоғары болған кезде айқын көрініске ие болатын бөгетті болдырмайтын тарылулар мен жерасты өткелі тарылуының әр түрлі көріністері зерттелген болатын. Сонымен қатар, өткелдің 40% енін бірге жауып тастайтын екі бірдей құрылымның тиімді орналасуы анықталған еді..

Биік ғимараттардан эвакуациялауды зерттеу негізінде адамдарды эвакуациялау кезінде баспалдақтарда ағын тығыздылығының шегі жүзеге келеді де, ауаның сығылуынан адамдар тұншығып өліп кетуіне алып келуі мүмкін екендігі көрсетіледі. Мұндай мәселені шешу үшін үш амал ұсынылады: баспалдақ клеткасының санын айтарлықтай көбейту, кезеңдік эвакуациялау, төтенше жағдайлар кезінде, сонымен бірге өрт кезінде адамдарды эвакуациялау үшін лифттерді қолдану. Мақалада әрбір белгіні жүзеге асыру қарастырылады. Биік ғимараттағы баспалдақ клеткасының қажетті санын анықтау үшін белгі есебінде бір мезгілде барлық қабаттардан адамдарды эвакуациялау кезінде баспалдақ клеткаларында ағын тығыздылығы 4 адам/м² асырылмауы ұсынылады. Бірақ, биік ғимараттардан адамдардың кедергісіз эвакуациялау проблемасын шешудің мақсатқа сай нұсқасы кезеңдік эвакуациялау болып табылады, ол биік ғимараттардың көлемді-орналасу шешімінің бағасына айтарлықтай әсер етпестен адам ағынының кедергісіз қозғалуын қамтамасыз етеді. Биік ғимараттардан эвакуациялау проблемасын шешетін бұл екі нұсқасының бірі де жаяу эвакуациялау және оның созылуы кезінде адамдардың жоғары физикалық және психологиялық шаршаңқылық проблемасын шеше алмайды. Мұндай жағдайдағы жалғыз шешім лифтты қолдану болып табылады. Биік ғимараттан эвакуациялаудың кезеңдік жоспарының адекваттығына күмән келтіреді. Биік ғимараттарды эвакуациялау кезінде көптеген адамның жиналуы мүмкін. Мұндай жиналулар эвакуациялау уақытын толық өсіруінен басқа, егер өрт өзегі жоғары қабатта жайғасқан болса, онда жиналулар өрт сөндірушілердің жоғарғы қабаттарға көтерілуіне кедергі келтіруі мүмкін.

Биік ғимараттардан адамдарды лифттің көмегімен эвакуациялау мүмкіндігін тексеру үшін EL VAC моделі қолданған болатын. Берілген модель лифттің көмегімен адамдарды эвакуациялау уақытын анықтау үшін арналған. EL VAC моделінің көмегімен лифттер мен баспалдақтарды бір мезетте қолдану кезінде эвакуациялау уақытының айтарлықтай қысқаруына алып келеді. Көптеген заманауи эвакуациялық модельдер лифттің көмегімен адамдарды эвакуациялауды модельдеу толыққанды қолдамауын автор айтып өтеді. Бұл биік ғимараттардан лифт көмегімен адамдарды эвакуациялау-үлкен сиректік болғандықпен байланысты. Мысалы, ELVAC бір елеулі кемшілікке ие. Бұл модельдің шамалауынша, лифт көмегімен эвакуацияланушы барлық адамдар вестибюльде эвакуацияның басынан бастап лифтті күтіп тұрады. Бірақ шынайы өмірде адамдар уақыттың әр түрлі сәттерінде вестибюльге қол жеткізеді. Автор EL VAC моделінен басқа ELEVATE және BTS екі модельді мақалада қозғайды. ELEVATE программасы эвакуациялаудың толық уақытын жанама есептеу үшін қолданалуы мүмкін. BTS моделі лифт көмегімен ғимараттан эвакуациялауды модельдеуге қабілетті, коммерциялық емес программа болып табылады. Берілген модель кіріс мәліметтері есебінде қабаттар жобасын, лифттердің орналасуы, адамдардың лифтті таңдауы т.б. қолданады. EL VAC сияқты бұл екі модель де адам мінез-құлқы мен өрттің дамуын есепке алмайды. 100%-дық ықтималдылықпен төмен қарай лифт тек бірінші қабатқа ғана қозғалатынын ELEVATE болжам жасайды. BTS лифт қозғалысын тура осылай модельдейді. Берілген модельдер лифт қозғалысының басқа модельдерін қарастырмайды. Жоғарыда көрсетілген кемшіліктерге байланысты лифт көмегімен биік ғимараттардан адамдарды эвакуациялау моделін қолдайтын эвакуациялық программаларды әрі қарай дамытып, жетілдіру қажет [36].

Топтағы адамдардың әрбірінің қозғалысы бірнеше күштің (физикалық және психикалық күштердің өзара әрекеттесуінің) ықпалымен жасалады. Әрбір адамның қозғалысы теңдеумен сипатталып, Ньютонның екінші заңы түрінде беріледі

$$m_i \frac{dv_i}{dt} = m_i \frac{v_1^0(t)e_1^0(t) - v_1(t)}{\tau_i} + \sum_{j(\neq i)} f_y + \sum_w f_{iw} \quad (1.3)$$

мұндағы m_i - адамның массасы, v_1^0 - i -лі адам қозғалысының "қалаулы" жылдамдығы, v_i - дәл қазіргі сәттегі i -лі адамның жылдамдығы, τ_i - i -лі

адамға қатты жүру үшін қажетті уақыт, f_i - «психологиялық серпу» күші, f_i - қабырғаның адаммен «өзара әрекеттестік» күші.

Модельдеу нәтижесінде "қалаулы" жылдамдықтың шегі анықталды, оған жету кезіндегі адам қозғалысы ретке келтірілмейді де, тығыздалу мен топ адамдарын көшкін түріне алып келеді. Модельдеудің көрсетуінше, жағдайдың мұндай дамуы кезінде шығудың алдында тұрған адамдар бір-біріне кедергі келтіре бастайды да эвакуациялау уақыты айтарлықтай өседі. Қозғалыстың "қалаулы" жылдамдығының өсуі адамдардың жарақаттануына алып келеді де, өздері кедергіге айналады.

1.5.4 Өрттің қауіп-қатерлі факторларының дамуын модельдеу әдістемесі

Эвакуациялауды модельдеу кезінде өрттің қауіп-қатерлі факторларының дамуын модельдеудің қажеттігі өте жиі туындайды.

Өрттің қауіп-қатерлі факторларының дамуын модельдеуге далалық және зоналық модельдер арналған. Зоналық модельдер компьютерлік программалар түрінде беріліп, өрттің даму салдарын, температурасы мен өзге сипаттамалары аймақтың әрбір нүктесінде бірдей болатын, жабық аймақтарды болжам жасайды. Зоналды тәсіл 70-ші жылдары жасалған болатын, ал қазіргі күні толығымен өзін-өзі тамамдады. Далалық модельдер өрттің дамуын жеке бөлмеде немесе топтық бөлмеде модельдеу үшін қолданылады. Бірақ, алдыңғы әдіске қарағанда, далалық әдіс бөлмелерді бірнеше тым майда аумақтарға бөліп тастайды. Бұл аумақтардың әр біріндегі температура әр түрлі болуы мүмкін. Жыл сайын осы далалық модельдердің саны артып бара жатқаны аталады [37].

Далалық әдіс арқылы ғимаратта өрттің қауіп-қатерлі факторларының таралуын есептеу үлгісін ұсынады. Далалық әдіс арқылы бесінші қабатта өртті модельдеу жүргізілген еді. Бөлмедегі жану күші кеңсе жиһаздарымен (жазу үстелі, орындықтар, кіріктірілген шкаф), кітаптармен берілген. Жиһаздың жасалуы — синтетикадан жасалған материалдар, кеңсе жиһазы — полимер ағаштары мен материалдарынан жасалған [38].

Модель шеңберінде кеңсе бөлмесі жабдықтарының элементтері суреттеледі (өрт ошағының бөлмесі) – жанып жатқан зонада орналасқан орындық, үстел мен компьютер. Өрттің қолданылған динамикасын болжау үшін модель келесі негізгі іргелі ғылым теңдемесін, сонымен бірге

интегралды өрт моделі шеңберінде «Өрт қауіпсіздігі. Жалпы талаптар» МЕСТ-да 12.1.004 жүзеге асырылған теңдемелерді өз ішіне қосты:

- массаны сақтап қалу теңдемесі:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} - \nabla \cdot \rho u = 0 \quad (1.4)$$

— үздіксіздік теңдемесі:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho Y_i) + \nabla \cdot \rho Y_i u = \nabla \cdot \rho D_i \nabla Y_i + m_i \quad (1.5)$$

қозғалысты сақтап қалу теңдемесі:

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla) \cdot u \right) + \nabla \rho = \rho g + f + \nabla \cdot \tau \quad (1.6)$$

— қуатты сақтап қалу теңдемесі:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho h) + \nabla \cdot \rho h u = \frac{Dp}{Dt} - \nabla \cdot q_r + \nabla \cdot k \nabla T + \sum_i \nabla \cdot h_i \rho D_i \nabla Y_i \quad (1.7)$$

Мақалада есептеудің негізінде уақыттың әртүрлі мезеттерінде бөлме ішіндегі температураның кестесі берілген. Сонымен қатар, уақыттың әртүрлі мезеттерінде бөлме ішіндегі көру мүмкіндігінің жоғалу динамикасының және түтіндеу сипаттамасының кестесі берілген. Алынған мәліметтерден максималды мүмкін болған эвакуациялау уақытының шамасы туралы қорытынды жасалады [39].

1.5.5 Бөлме ішіндегі адам ағынын модельдеудің ерекшеліктері

Эвакуациялауды модельдеу кезінде факторлар санының көп екенін ескеру қажет. Маңызды факторлардың бірі адам мінез-құлқы екені белгілі. Ғимараттан эвакуациялауды модельдеу тиімдірек болу үшін компьютерлік модель адам мінез-құлқын модельдеуге қабілетті болуы қажет.

PADM қорғану әрекеттері туралы адамның шешім қабылдау моделіне арналған [40]. Берілген модельде қауіп-қатер туындаған жағдайда адамның шешім қабылдау кезеңдері анықталған. Берілген модельге сай, шешім қабылдаудың бірнеше моделі бар: біріншісі- қауіп идентификациясы, екіншісі- қауіпті бағалау, үшіншісі- қорғану әрекетін іздеу, төртінші- қорғану

әрекетін бағалау, бесінші- қорғану әрекетін таңдау, алтыншы- қорғану әрекетін орындау. Авторлардың айтуынша, көпшілік жағдайларда қауіп-қатерге кездігетін адамдар шешім қабылдаудың берілген кезеңдерін жүзеге асыру үшін толық ақпаратқа ие емес. PADM моделі доға (ақпаратты өңдеу бойынша әрекеттер) түрінде және тораптары бар желі (жауаптар мен сұрақтар) түрде графикалық берілуі мүмкін. Желі әрбір жеке адам үшін желі ішіндегі қозғалыс маршруттымен, әрбір доғаны кесіп өту уақытымен, шешім қабылдаудағы қайталанулар (циклдер) санымен ерекшеленеді. PADM моделіндегі сыни элементтерді авторлар атап өтеді:

– қауіп-қатер төніп тұрған топ адамдары жекеленген жеке адамдар сияқты емес, ал әлеуметтік қауым сияқты шешім қабылдайды;

– адамдар көбінесе өздерінде бар ақпараттарға қанағаттанбай, оларды басқа жеке адамдардан алуға талпынады;

– ақпарат көздері көбінесе қарама-қайшы ақпараттар береді;

– адамдар көбінесе өздерінің кіші көлемдегі анықталған ақпаратына ие болады;

– қауіп-қатерлі жағдайға адамдар тәуелсіз баға берді.

PADM моделінің қабылдаған шешімдері кезеңдерінің суреттелу сенімділігі Дүниежүзілік Сауда Орталығына бірінші ланкестік шабуыл жасау кезіндегі эвакуациялауды зерттеу барысында алынған мәліметтермен дәлелденеді. Сонымен бірге, авторлар PADM моделінің әрі қарай дамуын талап етеді. Модель бейресми топтар (достар тобы) сияқты әлеуметтік топтардың әсерін есепке алуы керек. Модель мұндай әлеуметтік топтар басшыларының әсер етуіне байланысты шешім қабылдау кезінде сұрақтарға жауап беру тәуелсіздігінің төмендетілуін ескеру керек. Үшінші бір кезең, модельде ескерілуі қажет – әр түрлі ғимараттарға сәйкес келетін қорғаныс балама әрекеттерін түсіну [40].

Адамның мінез-құлқын математикалық теңдеу түрінде елестету қиынға соғатын күрделі құбылыс. Бірақ модельдеу әдістемесі берілген проблеманы шешуде көп үміт беретін амал болып табылады. Көпуәкілдік жүйенің құрылымы мына компоненттерден тұрады: геометриялық қосалқы жүйе, тұрғындар генераторы, ғаламдық мәліметтер қоры, оқиғаларды тіркеуші, визуализациялау құралы, топ адамдарын модельдеудің қосалқы жүйесі. Геометриялық қосалқы жүйенің тағайындалуы – қоршаған ортаның суретін дәл беретін кескіндемені жасау. Тұрғындар генераторы белгілі бір дене

өлшемі, шапшаңдығы, жасы бар адамдар тобын құрайды. Ғаламдық мәліметтер қоры әр түрлі уақыттары физикалық қоршаған орта мен уәкілдер туралы ақпараттардан тұрады. Оқиғаларды тіркеуші модельденіп жатқан оқиғаларды тіркеу үшін қолданылады. Визуализациялау құралы модельдеу нәтижесін суреттейді. Топ адамдарын модельдеудің қосалқы жүйесі көпуәкілді жүйенің негізгі модулі болып табылады. Ғылыми жұмыс шеңберінде көпуәкілді жүйенің түптұлғасы жасалған еді. Берілген жүйедегі дербес уәкілдер жеке адамды білдірді. Жүйе уәкілдердің бес табын өз ішіне қосады: орташа, есейген ер, есейген әйел, бала және кәрі. Уәкіл әрекетін жүйе ережесі береді. Жүйе дербес уәкілдер тобының ішкі өзара әрекеттесуін көрсететін әлеуметтік мінез-құлқын модельдеуге мүмкіндік береді.

Эвакуациялауды модельдеу үшін қазіргі таңда көптеген есептеу құралдары бар. Шешім қабылдау кезінде жеке адам сезікті, тәжірибені және шектеулі тиімділікті басшылыққа алады. Шектеулі тиімділік шешім қабылдаудың 4 қадамын болжайды: мүмкін болған нұсқаларды қарастыру, таңдаумен байланысты нұсқаның салдарын күту; артық көрінуі бойынша әрбір салдарды бағалау, қолайлырақ нұсқаны таңдау. Шешім қабылдаудың мұндай процесі шектеулі, себебі, әдетте барлық нұсқалар жеке адамдарға белгісіз. Төтенше жағдайда, шешімді сол сәтте қабылдау керек кезінде жеке адам басшылыққа шектеулі тиімділікті емес, ал көбінесе сезікті басшылыққа алады.

Жеке адамдардың топ адамдарының ішіндегі өзара әрекеттестігі 3 құраушыны қамтиды: әлеуметтік ұқсастық, жеке кеңістік, әлеуметтік растау. Әлеуметтік ұқсастық әлеуметтік топ қабылдаған ережеге сай адамдардың төтенше жағдайлар кезінде әрекеттенуін білдіреді. Төтенше жағдайлар кезінде жеке адам ақпараттың жеткіліксіздігінен өзге адамдар сияқты әрекеттенуге талпынады. Топ адамдары мынадай сипаттамаларға ие: тығыздылық, қоршаған ортаның шектеулері, қабылданатын сезімдер мен қарбаластық. Топ адамдарының тығыздылығының әсері топта адамдардың бір бағытта қозғалуынан білінеді. Қоршаған ортаның шектеулері адамға топты тастап кетуге кедергі етеді (мысалы, қабырғалар шектеулер болып табылады). Қабылданатын сезімдер мен қарбаластық топ адамдарында жалған қорқыныштың пайда болуында көрінеді. Топ адамдарының жоғарыда айтылған ерекшеліктерін модельдеу үшін көпуәкілділік модельдеу жиі қолданылады. Топ адамдарының мінез-құлқын зерттеу шеңберінде адамдық

әлеуметтік мінез-құлқын яғни екі бағытты ағын, бәсекелес мінез-құлық т.б. модельдеуге қабілетті көпүәкілділік жүйесі өңделген еді.

Жұмыста топ ішіндегі адам қозғалысы мінез-құлықтың бір түріндей, ішкі дүниенің нақты заңдылықтарына адам ағзасының белсенді бейімделуінің көрініс беруі түрінде қарастырылады. Эксперименттік және натуралық бақылаудың 69 топтамасында адам ағынындағы жылдамдық мәндерінің біркелкі іріктеме қосындысы статистикалық талдау негізінде жылдамдықтың өзгеруі эмоционалды жағдайға тәуелділігі туралы қорытынды жасалады. Адам ағыны жылдамдығының тәуелді жалпы көрінісі мына түрге ие:

$$V_l = V_{0l} \left(1 - a_l \ln \frac{D_k}{D_{0l}} \right) \quad (1.8)$$

мұндағы V_l - психологиялық қарбалас жағдайдың деңгейін есепке ала отырып, ағын тығыздылығы D_k кезінде l -лі түріндегі жол бойынша адам қозғалысының жылдамдығы;

D_k - эвакуациялау жолындағы k -лі телімде адам ағынының тығыздылығы; V_{0l} , - психологиялық қарбалас жағдайдың деңгейін есепке ала отырып, ағын тығыздылығы D_k кезінде l -лі түріндегі жол бойынша адамның еркін қозғалысының жылдамдығы; D_{0lk} - l -лі түріндегі жолда адам ағынының тығыздылық мәні, оған жеткен кезде ғана ағын тығыздылығы адамдар ағыны қозғалысының жылдамдығына әсер ете бастайды; a_l - l -лі түрдегі жол бойынша адам ағыны тығыздылығының қозғалысы кезінде оның жылдамдығына әсер ету дәрежесін сәулелендіретін мөлшерсіз коэффициент [41].

Көлік құрастыратын бағыттағы ірі өндірістік орындардан адамдарды эвакуациялау процесінің динамикасы зерттеледі. Жұмыста адам ағыны қозғалысын түсіндірудің натуралық (заттай) тексерілуі кездейсоқ процесс түрінде жүзеге асырылады. Адамдар ағыны қозғалысын модельдеу мен эмпирикалық мәліметтермен алынған нәтижелерді салыстыру жүргізіледі [42].

Ғимаратты пайдаланудың негізгі ерекшелігі алты баспалдақ клеткасының ішінен тек біреуін ғана қолданғанда адамдардың ғимараттан эвакуациялануы үшін күрделі маршрутты қолдануға мәжбүрленуі болып табылады. Адамдар ағынының қозғалыс параметрлерін анықтау үшін бейнежазба құралдары қолданылған еді. Жүргізілген ғылыми тәжірибелік эвакуациялау нәтижесінде адамдардың ғимараттан шығуының жалпы уақыты 10,5 минутты құрайды, ал эвакуациялаудың басталуының максималды іркілу

уақыты шамамен 9,5 минут екені анықталған еді. 12.1 004-91 МЕСТ есеп беру тәуелділіктері арқылы эвакуациялаудың есептелген уақыты анықталған еді. Бұл уақыт 1 минуттан асқан жоқ. Осыдан шығып, эвакуациялаудың жалпы уақытының 90,5% адамдардың өрт туралы ақпарат алуына, яғни олардың жағдайды бағалап, жиналып, ғимараттан кету туралы шешім қабылдауына кетеді, ал 9,5 % ғана қозғалысқа кетеді. Ғылыми тәжірибелік эвакуациялауды өткізген соң сауалнама жүргізілді. Осы сауалнаманың үлгісі есеп беруде берілген. Сауалнама мәліметтеріне сәйкес, 33,3% қатысушы мұғалімдердің көмегісіз жиналған, ал 73,3% қатысушы мұғалімнің көмегісіз ғимараттан эвакуацияланды. Сонымен қатар, сауалнама нәтижесінде 20% бала ғимаратта өрт дабылдамасының жоқтығын көрсетті. Ғылыми тәжірибе негізінде алынған эвакуациялаудың созылуы шынайы өмірге өте қауіп-қатерлі, ол қайғылы салдарға алып келуі мүмкін екендігі есеп беру қорытындысында көрсетіледі.

А.А. Егоровтың жұмысында басқа ғимараттарға қарағанда дамыған дәліздік жүйесі бар, ғимарат құрылымын қарапайым көрсетуге мүмкіндік беретін оқу орны ғимаратының моделін құру үшін Петри желілері негізінде зерттеу жүргізілген. Петридің классикалық желілер аппаратының негізінде адамдар ағыны қозғалысын модельдеу әдістемесі өңделген, ол жылдамдық бойынша адамдардың жіктелуін модельдеу қабілеттілігімен ерекшеленеді де, бұл эвакуациялау кезінде адамдар ағыны параметрлерін өзгерту динамикасын, сонымен қатар, оның созылыққылығын да тәнік көрсетуге мүмкіндігін береді.

Генетикалық алгоритм негізінде адамдарды эвакуациялаудың *жалпы* уақытын минимумға келтіру белгісі бойынша эвакуациялаудың тиімді жоспарларын іздеуді жылдамдату әдістемесі ұсынылған.

Әрбір бөлме мен телім жолын берілген телімде немесе берілген бөлмеде бар болған бірнеше адамның кейбір тиісті қызметінің мәніне салыстыру есебінен ғимарат ішіндегі адамдардың орналасуын анықтау қиынға соққан кездегі эвакуациялаудың мүмкін болған созылыққылығын өзге белгілі модельдерге қарағанда анықтауға мүмкіндік беретін адам ағынының төтенше жағдайлар кезінде қозғалуын модельдеу әдістемесі өңделді [43].

Бірінші бөлім бойынша тұжырым

Өртүрлі төтенше жағдайлар кезінде, соның ішінде өрт кезінде, жер сілкінісі т.б. адамдарды құтқару әдісі түрінде эвакуациялау мақсаты сипатталды. Оқыту жүйелерінің жасалуы ТЖ кезінде қауіп пен оның салдарын төмендететіні анықталды. Эвакуациялаудың компьютерлік модельдері қарастырылды, компьютерлік модельдердің жіктелуі келтірілді. Эвакуациялаудың заманауи компьютерлік модельдеріне салыстырмалы талдау жасау арқылы эвакуациялаудың заманауи еліктемелік модельдеріне қойылатын негізгі талаптар анықталды: эвакуациялау маршрутын таңдау; адамдардың мінез-құлықтарын модельдеу; адам сипаттамасын (жасы, жынысы, оқу дәрежесі, ғимарат жобасымен таныстық дәрежесі) модельдеу кезіндегі есеп.

Барлық эвакуациялау жүйелері мен әдебиеттерді талдау жасау нәтижесінде ағын модельдері, желілік модельдер, клеткалы автоматтар эвакуациялау модельдерінің ең көп таралған типтері болып табылатыны анықталды.

2 ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДА АДАМДАРДЫ ЭВАКУАЦИЯЛАУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІ МЕН МОДЕЛЬДЕРІ

2.1 Адамдар ағынының негізгі параметрлерінің жалпы сипаттамасы

Ғимараттың апаттық немесе қалыпты жағдайында бұқаралық қозғалыстың бір мезгілде өтуі барысында адамдар бір бағытта жылжи отырып, ұзындығы l және ені d болған, адамдар ағыны атты ағын құрайды.

Көбінесе, адамдар ағыны темекі тектес пішінге ие болады. Ағынның бас жағы мен соңында жүрген бөлігі, әдетте, шағын көлемдегі адамдар санын құрап, олар ағындағы негізгі адамдар бөлігіне қарағанда не жоғары, не төмен жылдамдықпен қозғалады [43]. Апаттық жағдайларда (көбінесе, қалыпты қозғалу кезінде де) ағынның бас жағындағы бөлігі жоғары жылдамдықпен алға жылжиды. Ағынның бас жағының жайылуына байланысты ағынның жаңадан құрылуы болып өтеді.

Ағында адамдардың жайғасуы әрқашан әркелкі болып, көбінесе, кездейсоқ сипатқа ие. Жүріп бара жатқан адамдардың арасындағы арақашықтық қашанда өзгеріп, таралатын кейін қайта құрылатын жергілікті тығыздалу пайда болады. Бұл өзгерістер уақыт жағынан тұрақсыз [43]. Ағындағы адамдар қозғалысының жылдамдығын анықтайтын ең негізгі факторлардың бірі – адамдардың бұқаралық тығыздығы болып табылады.

Эвакуациялау кезінде адамдар қозғалыс жолдары түрінде әр түрлі мақсатқа арналған бөлмелердің және арнайы бөлмелердің өткелдері (дәліз, фойе, баспалдақтар, сырғыма баспалдақтар) қолданылады. Қозғалыс жолы кезергісіз L ұзындықтағы және b енімен сипатталады. Жолдар есік орындарымен, декоративтік порталдармен қиылысып, қабырғаның жазықтығынан шығып тұрған элементтердің (мысалы, ашық құбыр желісінің) есебінен тарылады.

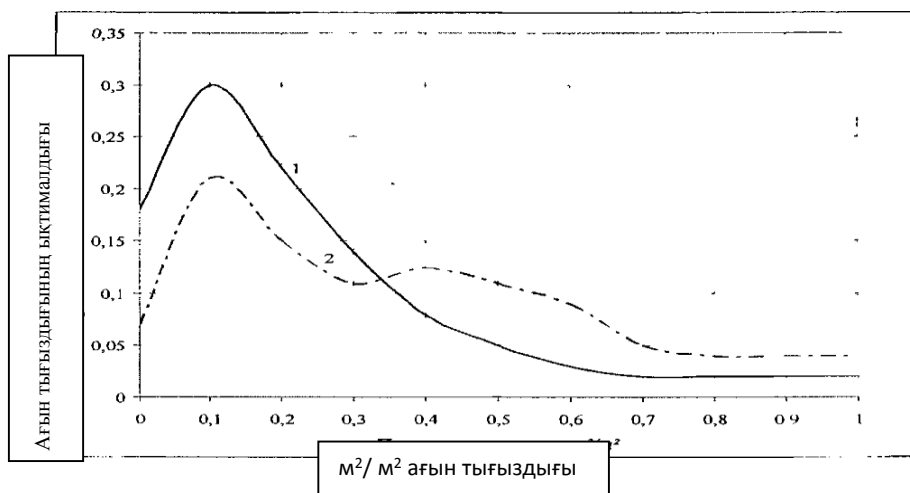
Адамдар ағынының қозғалыс жолы (көлденең, көлбеу есік, терезе орындары) сипаттамасы мен L және b параметрлері жағынан ерекшеленетін телімдерге бөлінеді. Сәйкес жуандығы $0,7$ м астам қабырғада орналасқан есік орны мен тамбурды дербес жол телімі деп есептеген жөн. Сонымен бірге, адамдардың қозғалысы механикалық құрылғылар арқылы да жүзеге асырылуы мүмкін: эскалаторлар және лифттер. Адамдардың механикалық құрылғылар арқылы қозғалуы дербес жол телімі болып табылады [43].

Адамдар ағыны N адамдар санымен және D тығыздығымен, яғни ағын орналасқан ауданға қатысты адамдар санымен сипатталады. $D_{\max} = 0,92 \text{ м}^2/\text{м}^2$ адамдар ағынының тығыздылығының максималды мәні. Адамдар ағынын зерттеулер кейбір жағдайларда D_{\max} ағын тығыздығы $0,92 \text{ м}^2/\text{м}^2$ шамасынан

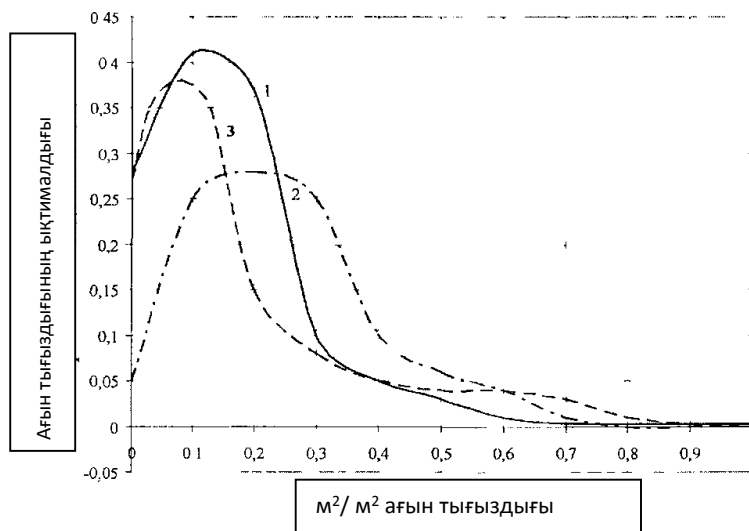
жоғары бола алатынын көрсетті (мысалы, еңсіз есік орындарында). Адамдар ағыны белгілі бір V қозғалыс жылдамдығына ие. Жол Q өткізу қабілетімен яғни көлденең қима жол арқылы бір уақыт бірлігінде өтуші адамдар санымен сипатталады. Сәйкес, тығыздықтың физикалық тұрғыдан шегі түрінде $D_{ф.н.} = 1,15 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ шамасын есептеуге болады. Жол кенеттен тарылатын жерлерде ағын тығыздығы жоғары шамаға қол жеткізеді. Әр түрлі жол телімдері үшін ағын тығыздылығының ықтималдылығы 2.1-2.2. суреттерінде берілген [43].

Әрбір адам адамның өлшемімен анықталатын f көлденең кескін ауданымен сипатталады. Адам өлшемі физикалық мәліметіне, жасына және киіміне байланысты өзгереді. Адамдар өлшемінің және алынған нәтижелердің қорытындысының негізінде, кестеде–2.1 көрсетілген, адамның келесі орташа есептелген өлшемдері алынды [43].

Әрбір адамды V_0 ерікті қозғалыс жылдамдығымен және көңіл-күй жағдайының деңгейімен сипаттауға болады. Көңіл-күй жағдайының деңгейі белгілі бір адамдар ағынының қозғалыс категориясына сәйкес келеді: жайлы, байсалды, белсенді, жоғары белсенді [44-45].



Сурет 2.1-Ағын тығыздығының ықтималдылығы:
1- есіктерде, 2- өзге жолдарда.



Сурет 2.2-Ағын тығыздығының ықтималдығы: 1- баспалдақтар жоғарыға, 2- баспалдақтар төменге, 3- оқу орны.

Кесте-2.1—Адамның орташа есептелген өлшемдері.

Адамның жасы	Ені, м	Жуандығы, м	Көлденең кескін ауданы, м ²
Киімдегі ересек адам			
жазғы	0,46	0,28	0,100
көшеге арналған маусымаралық	0,48	0,30	0,113
көшеге арналған қыстық	0,50	0,32	0,125
жасөспірім	0,43 - 0,38	0,27 - 0,22	0,090-0,067
сәби	0,34 - 0,30	0,21-0,17	0,056-0,040

2.2 Ғимарат ішінде адамдар қозғалысын модельдеудің негізгі амалдары

Клеткалы автоматтар, желілік модельдер, адамдар қозғалысын сұйықтық (гидроаналогия) ағынының ағымы түрінде беру адамдар қозғалысын модельдеудің жиі қолданылатын әдістері болып табылады [46].

Бірінші амал ең көп таралғаны болып табылады. Мұнда адамдар ағыны дәліз бойымен сұйықтықтың құбырдан өтетін ағымы сияқты беріледі. Мұндай амал адамдар ағынының, бірдей сипаттамаға ие, бірдей элементтерден тұратынын топшылайды. Бірақ, сұйықтық бөлшегіне қарағанда ағындағы адамдар әр түрлі жеке жүріс-тұрысқа ие. Ағындағы әрбір жеке – дара адамның өзіндік жүріс-тұрысы адамдар тобының жалпы жүріс-тұрысына өте үлкен әсерін тигізеді. Кіші қима теліміне өту кезінде адамдар ағынының жылдамдығы төмендейді, ал сұйықтық жылдамдығы берілген жағдайда жоғарылайды. Осы себептің салдарынан адамдар ағынын құбырдағы сұйықтық ағымына ұқсас модельдеу мүмкін емес [44].

Екінші амал қарапайым дискреттік модельдер түріндегі клеткалы автоматтарды қолдануды топшылайды. Берілген модельдер түрінде адамдар ағынының қозғалысы екі құраушы бөліктен тұратыны топшыланады: бағытталған және ретсіз. Мұндай жағдайда клеткалы автомат бірдей квадратқа (тордың квадратына) бөлінген ғимарат жобасы түрінде болады. Әрбір клетка екі түрлі жағдайдың бірінде ғана бола алады: 1- егер клетка бос болмағанда, 0-егер клетка бос болғанда. Әрбір адамға сәйкес кейбір бөлшек қойылады. Қабырға мен басқа да кедергілерге клеткалар сәйкес болады да, мұнда бөлшектер жылжи алмайды. Адамдар ағынының қозғалысын тең уақыт аралығы арқылы ғимарат ішінде модельдеу кезінде тор ішінде бөлшектерді, сәйкес келетін көршілес клеткалар бос болған жағдайда ғана, белгілі бір бағытта жылжыту жүзеге асырылады. Әрбір мүмкін болған бағытта бөлшек жылжи алатын ықтималдылық әрбір қадамда анықталып отырады [47]. Алынған ықтималдылық негізінде әрбір ось бойымен бөлшектердің таралу тығыздылығы есептеледі. Бірақ, мұндай түрде, модель ағындағы адамдардың әртүрлі жылдамдықта қозғалуы сияқты деректі көрсетпейді. Мұндай кемшілікті барлық бөлшектерді жылдам және баяуға бөліп жою ұсынылады [48]. Жұп қадамдарда екі бөлшек типі де жылжуы керек, ал тақ қадамдарда тек қана жылдамдары жылжуы қажет. Сонымен бірге, тақ қадамдарда баяу бөлшектер жылдам бөлшектердің кедергісі түрінде қарастырылады [49].

Жоғарыда берілген жазбаларға қарағанда, клеткалы автоматтар адамдар ағынының көптеген қасиеттерінің яғни ағын бөліктерінің қайта құрылуы, таралуы, ағын ішіндегі адамдардың әр түрлі қозғалыс жылдамдығы сияқты кейбір жерлерін модельдеуге мүмкіндік береді. Бірақ, мәселені есептеудің күрделілігін айтарлықтай жоғарылататын өте үлкен торды айтарлықтай үлкен

ғимарат үшін құру қажеттігі туындайды. Ұсынылған бөлшектерді жылдамдық бойынша екі типке бөлу тәсілі модельдің анықтығын төмендетеді. Жеке жылдамдықтың әрбір бөлшегінің тапсырмасы мәселені онан әрі қиындатады [50].

Үшінші амал ғимараттың құрамдас бөлшектерін өзара доғалармен бірігуші түйін түрінде беруді топшылайды. Әр доғаға кейбір қиылысу уақыты салыстырылады. Адамдардың қозғалысы түйіннен түйінге дейін есептелінеді. Кейбір желілік модельдерде әрбір жеке адамға желі ішінде белгілі бір маршрут пен доғаны кесіп өтудің белгілі бір уақыты салыстырылады. Негізінен, мұндай амалда, адамдар қозғалысының әртүрлі жылдамдықтарын модельдеуге болады. Осылай, желілік модельдер жеке адамдардың жеке тұлғалық мінездемелерін есепке алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ғимаратты, модельдеудің алгоритмін өте қатты қиындатпайтын құрамдас элементтер саны бар, желі түрінде беруі мүмкін. Осыған ұқсас модельдерді құру кезінде желі құрылымын қалыптастыру ең негізгі қиындық болып табылады [33].

Адамдар ағынының параметрлерін есептеудің ең негізгі әдістері мыналар:

МЕСТ 12.1.004-91 стандартағы формулалар бойынша ағын параметрлерін және эвакуациялаудың жалпы уақытын есептеу әдісі [51];

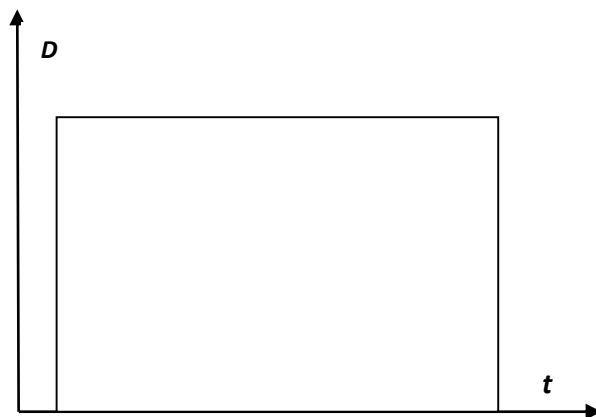
– графоаналитикалық әдіспен ағын параметрлерін және эвакуациялаудың жалпы уақытын есептеу;

– адамдардың қозғалу жылдамдығына адамдардың көңіл-күй жағдайының және ағын тығыздылығының әсер етуін есепке ала отырып ағын параметрлерін есептеу [52].

Бірінші әдіс жан-жақты қарастырылған. Берілген әдістің нәтижесі жуықтау, әрі айтарлықтай өрескел. Берілген әдіске сәйкес өткелдердің алдында бірден адамдардың жиналуы оның ең негізгі кемшілігі болып табылады, бұл эвакуациялау кезінде жалпы есептелген уақыттың көбеюіне алып келеді. МЕСТ 12.1.004-91 әдісі бойынша эвакуациялаудың жалпы уақытын есептеу кезіндегі өткелдер алдында адамдардың жиналуының қалыптасуы мен таралу динамикасы 2.3 суретте келтірілген.

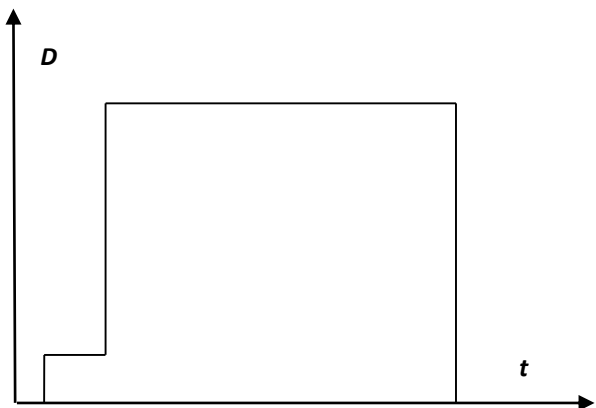
Графоаналитикалық әдісте ағынның қайта құрылу жылдамдықтары, ағынның бас жағындағы және соңғы жағындағы қайта құрылу жылдамдықтары т.б. есептеледі. Алынған мәліметтер кестеге енгізіледі. Арнайы құрылымдар көмегімен эвакуациялаудың жалпы уақыты анықталады. Графоаналитикалық әдіс ағынның қайта қалыптасуын есепке алғандықтан нақтырақ нәтиже береді, бұл оның басты құндылығы болып табылады. Сонымен бірге, графоаналитикалық әдіс практикада жүзеге асыру барысында айтарлықтай бейнетті болып келеді. эвакуациялаудың жалпы

уақытын графоаналитикалық әдіспен есептеу кезіндегі өткелдер алдында адамдар жиналуының қалыптасуы мен таралу динамикасы 2.4-суретте берілген.

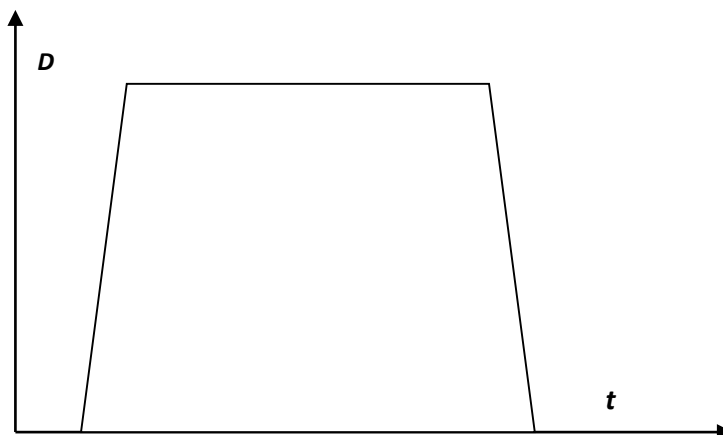


Сурет 2.3-МЕСТ 12.1.004-91 бойынша эвакуациялаудың жалпы уақытын есептеу кезіндегі өткелдер алдында адамдардың жиналуының қалыптасуы мен таралу динамикасы.

Адамдардың қозғалу жылдамдығына адамдардың көңіл-күй жағдайының және ағын тығыздылығының әсер етуін есепке алатын әдіс артық әдіс болып табылады. Өткелдер алдында адамдардың жиналуының қалыптасуы мен таралу динамикасы 2.5 суретте берілген.



Сурет 2.4-Графоаналитикалық әдіс бойынша эвакуациялаудың жалпы уақытын есептеу кезіндегі өткелдер алдында адамдардың жиналуының қалыптасуы мен таралу динамикасы.



Сурет 2.5-Адамдардың қозғалу жылдамдығын есептеу кезінде оның тығыздығы мен көңіл-күй жағдайының деңгейін есепке ала отырып өткелдер алдындағы адамдардың жиналуының қалыптасуы мен таралу динамикасы.

Берілген әдіс көмегімен модельдеуде ағын алдында тығыздықтың бірте-бірте өсуін көруге болады, бұл алынған мәліметтерге сәйкес келеді. Жоғары тығыздықтағы ағындар бірте-бірте қалыптасып, тығыздыққа жету уақыты $D_{q_{\max}}$ (q ағын қарқындылығы максимумге жететін D ағын тығыздығы) сәтінен D_{\max} (D максималды ағын тығыздығы) дейін 5-7 с құрайды. Бұл деректі графаналитикалық әдіс пен МЕСТ 12.1.004-91 әдісі көрсетпейді. Осының салдарынан осы екі әдіс ақылға сыйымсыз түрде адамдардың жоғары тығыздықта жиналуының сақталуы мен құрылу динамикасын береді, сондықтан да эвакуациялаудың жалпы уақытын қате есептейді [52].

2.3 Эвакуациялау мәселелеріндегі желіде бір қабатты және көп қабатты ағындар

Зерттелетін ғимаратта тек қана бір қабат қарастырылып жатқандықтан i_0 қабат индексін аламыз. Тепе-теңдікті іздеу алгоритмінің идеясы мүмкін болған бастапқы желіні іздеуден және олардың келесі тепе-теңдік жағдайына келуінен тұрады. Әрбір доға шектеулі өткізу қабілетіне ие болғандықтан мүмкін болған ағындардың бар болуы мен оларды іздеудің тексерілуін максималды ағын туралы есеп арқылы және осы есепті Форд-Фалкерсон алгоритмі мен шешу арқылы жүзеге асыруға болады.

Максималды ағын есебінде ағын бастапқы төбенің біреуінен соңғының біреуіне өтеді. Барлық доғалар белгіленген өту қабілеттілігіне ие. Есепті

мұндай түрге алып келу үшін жалған ii және kk екі төбені қосамыз. i_0 ағын көзін ii біріктірейік. Ол үшін өту қабілеттілігі $-q_{i_0}(i_0)$ тең болады, $q_i(i) > 0$. Бұл доғаларға өту қабілеттілігі сәйкесінше $q_i(i)$ тең. Нәтижеде максималды ағын туралы стандартты түрдегі есепті аламыз, оны шешу үшін кез келген белгілі алгоритмдердің бірін қолданамыз. Егер максималды ағын $q_{i_0}(i_0)$ -дан кем болған болса, онда бір қабаттың қорытынды есебі, сәйкесінше есеп түгелімен шешімге ие болмайды. Мұндай жағдайда минималды қиылған жер қосымша доғалардан тысқары орналасады [52].

Егер максималды ағын $q_{i_0}(i_0)$ -дан кем болса, онда бірінші қабаттың бастапқы есебі, сонымен бірге барлық есеп шешімі жоқ. Мұндай жағдайда минималды қиық қосымша доғалардан тысқары орналасқан болады.

Егер максималды ағын $q_{i_0}(i_0)$ -ге тең болса, онда тепе-теңдік жағдайына инварианттық жаңғыртулар арқылы өтетін ұйғарымды ағын аламыз.

C еркін циклын қарастырайық. u циклындағы кейбір доғалардың бағытымен сәйкес келуші айналып өтудің еркін бағытын береміз. $sign_C^u(v)$ сипаттамалық функциясын құрамыз:

$$sign_u(v) = \begin{cases} 0, & \text{егер } v \notin C \\ +1, & v \in C, \\ -1, & v \in C, \end{cases}$$

$+1, v \in C$ -циклды айналып өту бағытымен сәйкес келуші бағыт,

$-1, v \in C$ -циклды айналып өту бағытымен қарсы келуші бағыт,

$v \in V$ қатынасын қанағаттандырушы xv болсын. θ санын алайық, кез келген $v \in V$ үшін $\overline{x}_v = x_v + sign_C^u(v)\theta$ қоямыз, яғни бағыты айналып өту бағытымен сәйкес келетін цикл доғасы үшін xv ағын ұзындығына θ жалғанады, бағыты айналып өту бағытына қарама-қарсы цикл доғасы үшін xv ағын ұзындығына θ жалғанады. Сонда $\overline{x}_v, v \in V$ қатынасын қанағаттандырады.

Тепе-теңдік жағдайын іздеу алгоритмі.

Келтірілген құрылымдар бір қабаттың тепе-теңдік жағдайын іздеу үшін циклдердің бірегей түйілу типіндегі алгоритмдерін қолдануға мүмкіндік береді. Мысалы, $NB_u(0) > \varepsilon$ болған доғаны (шағын санды жеткілікті) іздейміз, егер мұндай доға болмаса, онда қабаттың түйілуін тоқтатамыз, бұл доға үшін $NB_u(\theta) = 0$ есебін шешеміз де, алгоритмді қайта орындауға

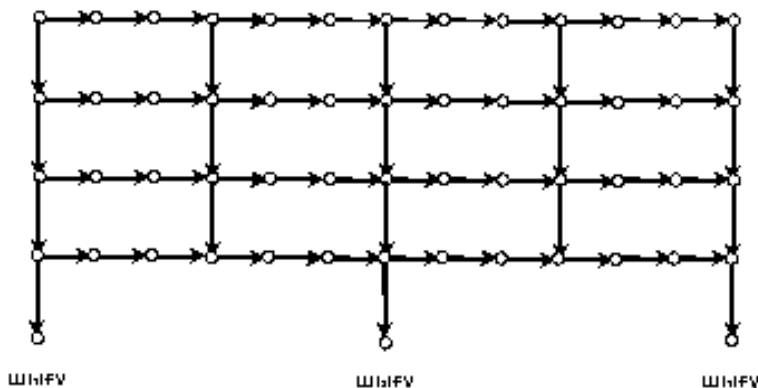
кірісеміз. Көп қабатты жүйелер үшін доғаны барлық қабаттардан және сәйкесінше қабаттардың ішінен іздеу керек.

Гидравликалық желілер теориясының есептерін шешудегі тәжірибеміз ұсынылған амалдың тиімділігіне сенім арттырады. Осылай, мысалы, шамамен 1500 доға мен 1000 төбешік өлшемділігіндегі қалалық сумен жабдықтау желісінде, жылумен қамтамасыз ету желісіндеағынның таралу есебін 15-30 секунд ішінде дербес компьютерлерде шешу жол-көлік желілеріндегі ағынның таралуы қолайлы болған уақыт ішінде орындалуын топшылауға мүмкіндік береді.

Ұсынылған алгоритмдер паралельдеу алгоритмдерін қолдануға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде кең көлемде заманауи көп процессорлы компьютерлік желілерді қолдануға мүмкіндік береді.

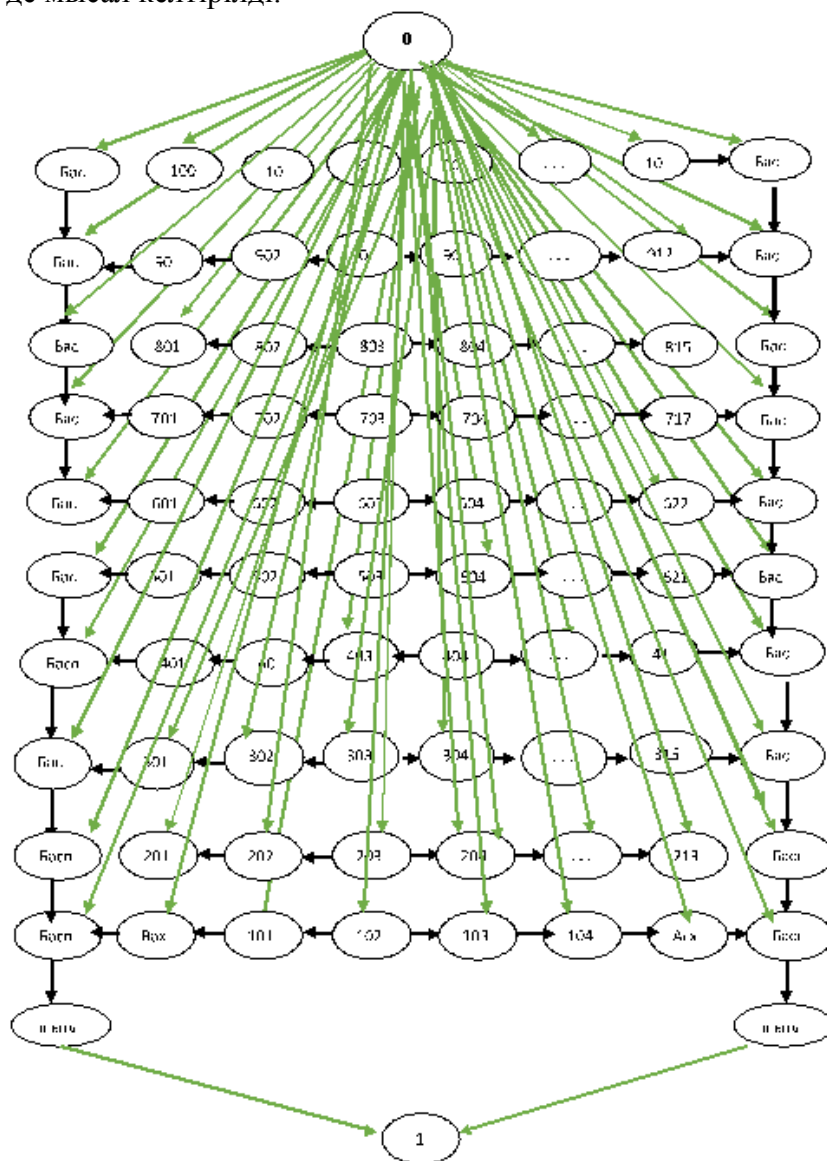
2.4 Эвакуациялау есептерінің математикалық қойылымы

Ғимараттардан эвакуациялау кезінде ағындарды үлестіру есебі. Есеп ғимарат көптеген аудиториялар, дәліздері, баспалдақтар мен шығу есіктерінен құралған. Аудиторияда мұғалімдер мен студенттер бар. Эвакуациялау сигналы берілгенде мұғалімдер аудиториядан бір-бірден студенттерді шығарады. Студенттер аудиториядан шығару ақпараттық жүйе ұсынған оңтайлы жоспар бойынша, аудиториялардағы хабарлау жүйесіне негізделеді. Әрине оқытушылар мен студенттер эвакуациялау жүйесімен және хабарлау жүйесімен таныс деп есептеледі. Оның үстіне, олар эвакуациялауда жаттығу (тренинг) жүйесінде эвакуациялық машықтанудан өтті деп ұйғарылады. Аудиториядан шыққан студенттер дәліз бойынша өзіндік қозғалады. Олардың мақсаты қысқа уақыт аралығында шығыс есікке жету.



Сурет 2.6 – Эвакуациялау схемасына мысал

Ғимараттың барлық учаскелері бойынша қозғалыс қарқындылығын анықтау талап етіледі. Ғимараттан ағынды үлестірудің граф түрінде сурет-2.6 –2.7 де мысал келтірілді.



Сурет 2.6 – Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ ғимараттан ағынды үлестірудің граф түріндегі мысалы

Ағынның әрбір элемент (адам) қозғалысы оның мақсаты мен басқа ағындардың элементтерінің (адамдар) қозғалысы арқылы анықталады. Адам мақсаты- қысқа уақытта берілген жерге жету, бірақ басқа ағынының көбейуіне байланысты жылдамдық азаяды.

Осы элементтердің өзара іс-қимылы барысында барлық ағынының қозғалысы анықталады. Жалпы, бұл қозғалыс қалыпты пішінде ойындар-теориясының негізінде Нэш тепе-теңдік моделімен сипатталады [54].

Ойындар теориясы – конфликт жағдайында, яғни өзге стратегиялық әрекет жасаушы жақтардың тиімділік критерийлеріне әсер ете отырып, әрбір стратегиялық әрекет жасаушы өз тиімділік критерийін оңтайландыруға ұмтылу кезінде шешім қабылдау ұғымдарының математикалық модельдерін зерттейтін математика саласы. Ойындар теориясын операцияларды зерттеудің құрамдас бөлігі ретінде қарастыруға болады [55].

Ресми түрде ойынды төмендегідей анықтауға болады:

Ойынның қалыпты түрі:

$$G = \left\langle I; X_i, i \in I; \varphi_i(x), x \in X = \prod_{k \in I} X_k, i \in I \right\rangle,$$

мұндағы I – ойыншылардың жиынтығы, $I = \{1, 2, 3, \dots, N\}$, i -лі ойыншы үшін X_i – i -лі ойыншының стратегиялар жиынтығы, ол $x_i \in X_i$ таңдауын жүзеге асырады, $\varphi_i(x)$ – i -лі ойыншы ойындағы өз жағдайын бағалайтын критерий (ұтыс). $X_k, k \in I$ жиынтығын $x \in X = \prod_{k \in I} X_k$ – тура көбейткендіктен, критерийді $\varphi_i(x) = \varphi_i(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_N)$ түрінде жазуға болады. i нөмірлі ойыншы тек i -лі айнымалысын таңдауды ғана жүзеге асыра алады. Біз i -лі ойыншы өз критерийін максималдандырады деп есептеп, $\varphi_i(x) \rightarrow \max_{x_i \in X_i}$ жазып алайық. Ұтыс көлемі өзге ойыншылар таңдаған стратегияға байланысты екені түсінікті [56].

Бағдарланған графтың сәйкес төбелері ойын бастамасы мен соңы деп аталады. Егер қабырғалар бағыты көрсетілмесе, онда граф бағдарланбаған (немесе тек қана граф) деп аталады. Жұмыста қолданылатын графтар теориясындағы белгілер. $G = \langle E, V, H \rangle$ бағдарланған граф, E мен V ақырлы жиын, $H: V \rightarrow E \times E$ сәйкестендіру бейнесі болсын. E жиын элементтерін граф төбелері деп атайық, ал V жиын элементтерін доғалар деп атайық. $v \in V$ әрбір доғасы үшін $H(v) = (h1(v), h2(v))$ сәйкестендіру бейнесі, мұндағы $h1(v)$ – v доғасының басы, $h2(v)$ – соңы. i төбесіне кіретін $V^+(i) = \{v \in V \mid h2(v) = i\}$ доғалар жиынтығын, i төбесінен шығатын $V^-(i) = \{v \in V \mid h1(v) = i\}$ доғалар жиынтығын белгілейік.

Әрбір доғаның бағыты $v \in V$ ағын қозғалысының бағытын білдіретін $G = \langle E, V, H \rangle$ кескінін береміз, мұндағы әр бір доғаның өткізу қабілеттілігі dv деп алайық. E төбелер жиынын аудиториялар орналасқан. E төбелер жиынында екі төбе, яғни доғаның басталуы мен аяқталуы белгіленген. E -ден i үшін 2 сан берілген: сол жерде отырған адамдар саны мен бір мезетте сол жерден жүгіріп шығып жатқан адамдар саны [57].

Әр доға шектеулі өту қабілеттілігіне ие болғандықтан мүмкін болған ағынның болуын тексеруді оларды іздеумен максималды ағын туралы есеп пен оны Форд-Фалкерсон алгоритмімен шешу көмегімен жүзеге асыруға болады.

Гриншилд формуласының көмегімен коридор және баспалдақ арқылы адамдардың ағын қозғалысын суреттейік. Келесі белгілерді енгізейік: желі ауданының ұзындығы – L , ауданда қозғалу уақыты – T , уақыт бірлігінде жолдың қиылған жерінен өткен ағын – x , ағын тығыздығы – P , жолақтардың саны – S , ағын қозғалысының жылдамдығы – W , коридордың орташа ұзындығы – λ .

Ағынды анықтауға сәйкес $\rho = 1/\lambda$. W – студент жылдамдығы болсын, ал W_{max} – максималды жылдамдығы болсын. Адамның λ ұзындықтағы жол бөлігін басып өту уақыты $\tau = \lambda/v$ тең болады. уақыт бірлігінде студенттер саны $k = 1/\tau$ тең болады. Мұнан $x = ks = \frac{1}{T}S = \frac{w}{\lambda} = wps$. ағынның жылдамдығы мен тығыздылығы өзара $w/w_{max} + p/p_{max} = 1$ (Гриндилл формуласы) сызықты тәуелділігімен байланысқан деп есептейік. Мұнан $w = w_{max}(1 - p/p_{max})$, немесе $p = p_{max}(1 - w/w_{max})$.

Ағын болу үшін оған тіреу қойсақ, $x = swp_{max}(1 - w/w_{max})$ аламыз. Келіп шыққан функция төменге бағытталған тармақтары бар парабола, ол $w = w_{max}/2$ кезінде максимумға жетеді, сәйкесінше $x_{max} = s(w_{max}p_{max})/4$.

Міне осылай, біз максималды ағынның мөлшерін алдық. Ол ескерілмей кетуі де мүмкін.

ρ орнына формула қойсақ, келесі формуланы $w^2 - w_{max}xw + \left(\frac{w_{max}}{sp_{max}}\right)x = 0$ аламыз.

Барлық студент өз жылдамдығын максималды жасауға тырысатынын ескере отырып Виета формуласы бойынша $w = w_{max}(1 + \sqrt{1 - x/x_{max}})/2$ аламыз.

Осыдан алатынымыз, желі ауданында қозғалу уақыты келесі тәуелділікпен белгіленеді: $T(x) = 2T_{min}/(1 + \sqrt{1 - \frac{x}{x_{max}}})$, мұндағы T_{min} – ағын онымен нөлге тең болған жағдайда аудан ішінде қозғалудың минималды уақыты [56].

Қарапайым ағынды минутына өткізу қабілеттілігі ағын тығыздығына жылдамдықтың бөлінуі жеке түрде анықталады. Толық өткізу қабілеттігі жол енінен табылған көлемнің ағындар санына және эвакуациялаудың созылуын құраушы сандар минутына көбейтілуімен түсіндіріледі. Мұнан түсінетініміз, эвакуациялық қозғалыс факторларының жиынтығынан тәуелді көбейтінді нормалар ұсынып отырғандай бірқалыпты көлемді көрсете алмайды, бірақ эвакуациялаудың созылуына мүмкіндік берудің үлкеюімен өсуіне және жергілікті шарттарға тәуелді белгілі бір дәрежеде өзгеріп отыратын көлем бола алады. Ұйғарымды жол ұзындығына уақыт нормалары тікелей әсер етеді.

Жол ұзындығы бірінші кезең үшін шығыстың орындалуын сипаттайды, көбіне ірі бөлмелер үшін маңыздылыққа ие. Бұл нормалар сандық сипатта бірінші және екінші кезең қосындысы үшін сыртқа немесе баспалдаққа шығудың орналасуы мен бөлек қабаттардың жоспарлануын алдын ала шешеді. Үш кезеңнің қосындысы үшін осы нормалар үшінші кезеңнің өсуі бойынша бірінші және екінші кезеңдердің қысқаруын есепке ала отырып, қабатты шектеп, бөлмелерді қабаттарға топтастыруды анықтай отырып, жалпы ғимарат жоспарлануына әсер етеді.

Эвакуациялау мәселені шешу үшін желіде максималды ағын туралы есепті қолдану қажет. Сонымен бірге доға бойынша ағын қозғалысының талдауы үшін Форд-Фалкерсон алгоритмін мен потенциалдар әдісін қарастыру қажет.

2.5 Желідегі максималды ағын туралы есеп

Көптеген желі есептерінде доғаларды белгілі бір өткізу қабілеттілігі бар кейбір коммуникациялар түрінде қарастыру үлкен мәнге ие. Мұндай жағдайда заңдылық бойынша белгіленген төбеден (бастапқы төбе) кейбір өзге төбеге (ағып кету) бағытталған кейбір ағындардың максимумдалуы туралы есеп қарастырылады. Бұл типтес есеп максималды ағын туралы есеп деп аталады.

Әрбір доғаның өткізу қабілеттілігі d_v тең, $v \in V$ әрбір доғаның бағыты ағын қозғалысының бағытын білдіретін $G = \langle E, V, H \rangle$ бағдарланған граф беріледі. Көптеген E төбелерде, екі төбе басы мен аяғы, яғни n төбесі ағын көзі, k – ағып келу төбесі табылады. n -нен k төбесіне өткізілуі мүмкін максималды ағынды анықтау қажет болады.

x_v арқылы v доғасымен қозғалатын ағын көлемін белгілейік. Мұнан

$$0 \leq x_v \leq d_v, v \in V \quad (2.1)$$

әр бір $i \in E \{n, k\}$ төбеде кіріс ағын мөлшері шығыс ағын мөлшеріне тең, бұл әділетті тепе- теңдік

$$\sum_{v \in V_i^+} x_v = \sum_{v \in V_i^-} x_v \quad (2.2)$$

Немесе

$$\sum_{v \in V_i^+} x_v - \sum_{v \in V_i^-} x_v = 0 \quad (2.3)$$

Сәйкесінше n және k төбелері үшін келесі қатынастар орындалады:

$$\sum_{v \in V_i^+} x_v - \sum_{v \in V_i^-} x_v = -Q \quad (2.4)$$

$$\sum_{v \in V_i^+} x_v - \sum_{v \in V_i^-} x_v = Q \quad (2.5)$$

Q арқылы n төбесінен шығып, k төбесіне кіретін ағын шамасы берілген.

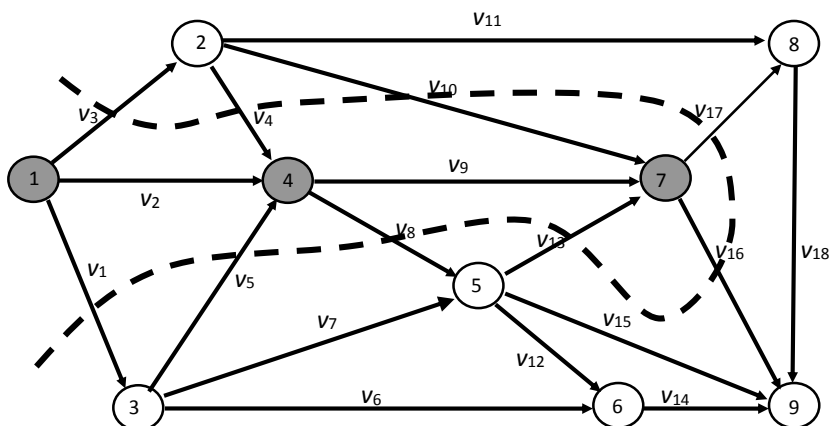
Есеп. Анықтау керек:

$$Q \rightarrow \max \quad (6)$$

(2.1) – (2.5) шектеулері кезінде.

(2.1) – (2.5) шектеулерімен қанағаттандырушы $(Q, x_v, v \in V)$ шамасын желідегі ағындар деп атаймыз, сонымен бірге олар максималды ағын деп аталады Q шамасын максимумға жеткізсе, онда. $Q=0, x_v=0, v \in V$ мәндері желідегі ағын екенін көру қиын емес. (2.1) – (2.5) есебі сызықты программалаудың есебі болып табылып, оны симплекс-әдіс алгоритмдерімен шешуге болады.

E төбелер жиынын $n \in E1, k \in E2$ болатындай екі қиылыспайтын $E1$ және $E2$ бөліктеріне бөліп тастайық. n және k бөлетін $R(E1, E2)$ қиығы деп әрбір $v \in R(E1, E2)$ доға үшін $h1(v) \in E1$ және $h2(v) \in E2$, немесе $h1(v) \in E2$ және $h2(v) \in E1$ болатындай $R(E1, E2) \subset V$ жиынтығын айтамыз.



Сурет 2.3-Қиылған жерді іздеу

2.3-суретте $E1=\{1,4,7\}$ жиынтығындағы төбелер қара түске ие. $E2=\{2,3,5,6,8,9\}$. Үздік сызықтар арқылы өткен доғалар $R(E1,E2)$ қиығы болып табылады.

$R(E1,E2)$ жиынтықты төмендегідей екі бөлікке бөлейік:

$$R+(E1,E2)=\{v \in R(E1,E2) \mid h1(v) \in E1 \text{ u } h2(v) \in E2\},$$

$$R-(E1,E2)=\{v \in R(E1,E2) \mid h2(v) \in E1 \text{ u } h1(v) \in E2\}.$$

$R+(E1,E2)$ жиынтық элементтерін тура доға деп атайық, олар $E1$ жиынтығынан, $E2$ жиынтығына алып барады. $R-(E1,E2)$ жиынтықтар элементтері – кері доғалар, олар $E2$ жиынтығынан $E1$ жиынтығына алып барады. Қиық арқылы өтетін ағынды төмендегі шамамен атаймыз:

$$X(E_1, E_2) = \sum_{v \in R^+(E_1, E_2)} x_v - \sum_{v \in R^-(E_1, E_2)} x_v .$$

Қиықтың өту қабілеттілігі деп келесі шамамен атаймыз:

$$D(E_1, E_2) = \sum_{v \in R^+(E_1, E_2)} d_v .$$

Көрініп тұрғандай, $0 \leq X(E1,E2) \leq D(E1,E2)$ [47].

Келесі Максималды ағын мен минималды қиық туралы теореманы келтірейік [58].

Теорема 1. Максималды ағын мен минималды қиық туралы.

Кез келген желіде Q максималды ағын шамасы n бастапқы көзінен k келу төбелерін бөлетін барлық $R(E_1, E_2)$ қиықтар ішінде $D(E_1, E_2)$ минималды өту қабілеттілігіне тең.

$Q=D(\bar{E}_1, \bar{E}_2)$ орналасқан $R(\bar{E}_1, \bar{E}_2)$ қиығын шектеуші деп атаймыз. Шектеуші қиықта келесі қатынас орындалады:

$$x_v = \begin{cases} d_v, & \text{егер } v \in R^+(\bar{E}_1, \bar{E}_2) \\ 0, & \text{егер } v \in R^-(\bar{E}_1, \bar{E}_2) \end{cases}$$

Айталық, $(Q, x_v, v \in V)$ – желідегі қандай да бір ағын болсын, және $n=i_0, v_1, i_1, v_2, i_2, \dots, v_K, i_K=k$ тізбегі n және k төбелерін ұштастыратын шынжыр болсын. Осы шынжырда n төбесінен k төбесіне қозғалу бағытын берейік. Осы шынжырдағы v_j доғасының бағыты n -дан k -ға қозғалысу бағытымен сәйкес келсе және өзге жағдайда кері қарай болса, онда оны тура деп атаймыз. Егер v тура доғалар үшін $(d_v - x_v) > 0$, және кері доғалар үшін $x_v > 0$ болса, онда бұл шынжырды ағын өсуінің шынжыры деп атаймыз. Осы шынжырдан $q = \min(q_1, q_2)$ шамасындағы q қосымша ағынды n -дан k -ға өткізуге болады, мұндағы $q_1 = \min(d_v - x_v)$, минимум барлық тура доғалар шынжырына алынады, $q_2 = \min(x_v)$, минимум барлық кері доғалар шынжырына алынады.

Теорема 2. $(Q, x_v, v \in V)$ ағыны сонда, тек сонда ғана максимальды ағын деп аталады, егер бұл ағынды ұлғайту жолдары жоқ болса.

Ұсынылып отырған желідегі максималды ағын туралы есепті шешу алгоритмі ағынды n -нен k -на үлкейту шынжырын іздеуге негізделген. Бұл іздеу өз кезегінде, Дейкстра алгоритміне ұқсас, төбелерге белгілерді орнықтыру процесіне негізделген. Әрбір i төбесіне $P_i = [Eg_i, v_i, \theta]$ белгісін меншіктейік, мұндағы g_i – i төбесіне түскен қосымша ағынның шамасы, v_i – ағын келген доға, θ – егер v_i доғасы бойынша i -не бағытталған ағын келген болса, (тура доғамен; θ – егер v_i доғасы бойынша i -ден бағытталған ағын келген болса, белгісі «-» болады), «+» белгісі қойылады.

Айталық i төбесі : белгіленбеген болады, егер оған қосымша ағын жетпесе. Бұл белгі $P_i = [0, -, \theta]$ түрге ие;

- белгіленген, бірақ қарастырылмаған, егер оған ағын жеткен, бірақ, әрі қарай өткізілмесе, белгі $P_i = [g_i, v_i, \theta]$, где $g_i > 0$ түрге ие болады;

- белгіленген және қарастырылған, егер оған ағын жеткен және әрі қарай өткізілсе, онда белгі $P_i = [g_i, v_i, \theta]$ түрге ие.

Шешу алгоритмін қарастырайық.

0. Кез келген $v \in V$ үшін $xv=0, Q=0$ болсын.

1. Барлық төбелерді белгіленбеген жасаймыз. n төбесін белгіленген жасаймыз, бірақ $P_n = [\infty, -, -]$ белгісімен қарастырылмаған болсын. Бұл осы шектелмеген көлемде ағын түсуін білдіреді.

2. Белгіленген, бірақ қарастырылмаған төбені іздейміз. Егер ондай жоқ болса, табылған $Q, xv, v \in V$ ағын максималды және алгоритм істі аяқтайды. Егер мұндай i - нөмірлі төбе табылған болса, онда 3 қадамға өтеміз.

3. i төбесін қарастырамыз:

- кез келген $v \in V_i^-$ үшін, айталық $j = h_2(v)$. Егер j төбесі белгіленбеген және $(dv - xv) > 0$ болса, онда оны $P_j = [q, v, +]$ белгісімен белгілейміз, мұндағы $q = \min(q_i, (dv - xv))$, егер $j = k$, онда 4 қадамына өтеміз.

- кез келген $v \in V_i^+$ айталық $j = h_1(v)$. Егер j төбесі белгіленбеген және $xv > 0$ болса, онда оны $P_j = [q, v, -]$ белгісімен белгілейміз, мұндағы $q = \min(q_i, xv)$, егер $j = k$, онда 4 қадамына өту.

i төбесін қарастырылды деп есептеп 2 қадамына өтейік.

4. Қосымша ағын өткіземіз. Айталық, $j = k, q = g_k$ және $v = v_j$ болсын.

- егер $\theta = \langle + \rangle$ болса, онда мыналарды орындау қажет: $xv = xv + q, i = h_1(v)$, егер $i = n$, онда 1 қадамына өту, әйтпесе $j = i$ деп алып $v = v_j$ қатынасына көшеміз.

- егер $\theta = \langle - \rangle$ болса, онда мыналарды орындау қажет: $xv = xv - q, i = h_2(v)$ болсын, егер $i = n$, онда 1 қадамына өту, әйтпесе $j = i$ қабылдап $v = v_j$ теңдігіне өтеміз.

Осы алгоритм орындалған соң $(Q, xv, v \in V)$ ағыны алынады. Минималды өту қабілеттілігімен қиықты іздеу үшін 2 пункттегі алгоритм жұмысының соңғы кезеңінде төбелердің бір бөлігі белгіленеді және қаралады, осы төбелерді \bar{E} , жиынына қосамыз $\bar{E}_2 = \bar{E} \setminus \bar{E}_1$. Шешім $R(\bar{E}_1, \bar{E}_2)$ қиығы ізделіп отырған [59].

2.5.1 Оңтайландыру критериялары мен потенциалдар әдісі

Берілген есептің потенциалдар әдісінің шешімі бойынша бастапқы графта, кейбір амалдармен анықталған, $G' = \langle E, V', H \rangle$ бастапқы базис ағашы

анықталған деп ұйғарылады (оның доғаларын базистік деп атаймыз). Бұл бойынша тасымалдау мынадай жолмен жүзеге асады:

$$x_v = \begin{cases} \geq 0, & \text{егер } v \in V' \\ = 0, & \text{егер } v \in V \setminus V' \end{cases}$$

$x_v \in V'$ шамаларын анықтау үшін келесі алгоритмді қолдануға болады.

0 – қадам. $E' := E$.

K – шы қадам. Егер $E' \neq \emptyset$ болса, $(|V'^+{}_i| + |V'^-{}_i| = 1)$ орындалатындай төбені табу қажет, яғни i төбесі $G' := \langle E', V', H \rangle$ соңы.

Егер $|V'^+{}_i| = 1$ болса, онда $v \in V'^+{}_i$ доғалар үшін $x_v := b_i$, $b_{h_1(v)} := b_{h_1(v)} + x_v$ орындау қажет.

Егер $|V'^-{}_i| = 1$ болса, онда $v \in V'^-{}_i$ доғалар үшін $x_v := -b_i$, $b_{h_1(v)} := b_{h_1(v)} - x_v$ орындау қажет.

Келесі қадамға өтеміз. Алгоритм жұмысының нәтижесінде мүмкін емес шешім шығуы мүмкін, яғни кейбір $v \in V$ $x_v < 0$ үшін. Мұндай жағдайда бастапқы базистік ағашты өзгертуге тура келеді. Бірақ оның көмегімен мүмкін шешім алынатынына кепілдік берілмейді. Әрі қарай базистік шешімді анықтайтын немесе оның жоқ екенін дәлелдеуге көмек беретін алгоритм сипатталады.

Айталық, бастапқы G' базистік ағашы табылсын және $v \in V'$ үшін $x_v > 0$ анықталсын. Алынған шешімнің тиімді екенін анықтау үшін келесі оңтайландыру критериясын қолданамыз.

Айталық $x_v = 0$ және $v \in V'$ $x_v \geq 0$ қатынастар үшін x_v , $v \in V$ есептің мұндай шешімі $v \in V \setminus V'$ болсын. Бұл шешім оңтайлы сонда, тек сонда ғана, егер (2.7), (2.8) өрнегіндегі потенциалдар деп аталатын u_i , $i \in E$ сандары болғанда ғана

$$u_{h_2(v)} = u_{h_1(v)} + c_v, \quad v \in V' \quad (2.7)$$

$$u_{h_2(v)} \leq u_{h_1(v)} + c_v, \quad v \in V \setminus V' \quad (2.8)$$

Потенциалдарды есептеу үшін келесі алгоритм қолданылады.

0- қадам. Кез келген (тек қана бір) $i \in E$ төбесі үшін $u_i := 0$ деп қарастырайық.

k -қадам. Тек бір төбесі үшін потенциалы белгілі $v \in V'$ доғасын табу. Егер мұндай доға болмаса, онда жұмыс аяқталды, әйтпесе, $u_{h_2(v)} = u_{h_1(v)} + c_v$ қолдана отырып, төбесіндегі белгілі потенциалды анықтаймыз және $(k+1)$ қадамына өтеміз.

Келесі алгоритмді қарастырайық.

1. Барлық $v \in V \setminus V'$ доғалар ішіндегі $u_{h_2(v_0)} > u_{h_1(v_0)} + c_{v_0}$ болатындай v_0 доғасын іздейміз;

2. Егер мұндай доға болмаса, онда бастапқы есеп шешілді, әйтпесе, жаңа базистік ағашқа өту алгоритмін орындау қажет.

$V' := V' \cup \{v_0\}$, мұндағы v_0 доғасы алдыңғы алгоритмнен табылған. Енді $G' = \langle E, V', H \rangle$ графы дәл бір $G'' = \langle E'', V'', H \rangle$ циклді қамтиды, мұндағы $v_0 \in V'$. v_0 доғасының бағытымен сәйкес келетін G'' ішкі графында айналу бағытын береміз және θ өлшемді қосымша ағынның айналу бағыты бойынша G'' ішкі графының бойымен өткіземіз.

Егер айналып өту бағыты мен v доға бағыты сәйкес келсе, онда Әр бір $v \in V''$ доғаға « $+\theta$ » символын және « $-\theta$ » керсінше болса жазамыз. « $-\theta$ » символы жазылған $v \in V''$ ортасында $\theta = \min x_v$ айталық.

Кез келген $v \in V'' \setminus \{v_0\}$ үшін $x_{v_0} := \theta$ қабылдайық:

егер v доғасына $+\theta$ белгісі жазылса, онда $x_v := x_v + \theta$ болады, ал егер v доғасына $-\theta$ белгісі жазылса, онда $x_v := x_v - \theta$ болады.

$V'' \setminus \{v_0\}$ жиынтығынан, доға үшін $x_v = 0$ болған, доғасын алып тастаймыз. Егер мұндай доғалар бірнешеу болса (ойдан құралған жағдай), онда $G' = \langle E, V', H \rangle$ кескінінің байланысы бұзылмайтындай тек біреуін ғана жоямыз.

Алынған шешім үшін потенциалдарды екінші алгоритммен қайта есептейміз және оны тиімді шешім табылғанша үшінші алгоритммен тиімділікке талдау жасаймыз.

Бастапқы базистік ағашты іздеу алгоритмін қарастырайық. Бастапқы базисті ағашты іздегенде келесі «жасанды» есеп үшін жоғарыда айтылған әдісті қолданамыз [57].

$G = \langle E, V, H \rangle$ графын құрамыз, онда $E = E \cup \{i_0\}$, мұндағы i_0 – қосымша төбе, $V = V \cup V_1 \cup V_2$ бар, мұндағы V_1 – өндіріс орындарынан - төбесін i_0 қосымша төбелерге бағытталған қосымша доғалар жиынтығы, ал V_2 – i_0 - төбесіне қосымша аралық төбелерге және қолдану пункттары-төбесіне бағытталған доғалар жиынтығы:

- $v \in V$ үшін $c_v=0$,
- $v \in V_1$ үшін $c_v=1$,
- $v \in V_2$ үшін $c_v=1$.

Айталық $b_{i_0} = 0$. Бастапқы базистік ағаш ретінде $G=(E, V_1 \cup V_2, H)$ ішкі графы алынады. Егер осы есептің шешімі нәтижесінде функционалдың тиімді мәні катал түрде нөлден көп болса, бастапқы мән шешімге ие болмайды, керсінше болса, бастапқы есептің базистік бұтағы алынады.

2.6 Эвакуациялау тапсырмаларын шешу алгоритмдері

2.6.1 Форд-Фалкерсон алгоритмі

Қандай да бір ұйғарымды ағын табылды дейік. Мынадай екі сұрақ қояйық: ұйғарымды ағынға ие бола тұра, оның тиімділігін қалай анықтауға болады, егер ұйғарымды ағын тиімді емес болса, берілгеннен шамадан үлкен ұйғарымды ағынды қалай алуға болады.

Ол үшін желі доғаларындағы әрбір доға келтірілген екі қасиеттің қай біріне ие екенін анықтау қажет. Біріншісі үшін доғасының (i, j) өткізу қабілеттігіне қарағанда (i, j) доғасы бойыша ағын аз, бұл доға бойынша ағын үлкеюі мүмкін дегенді білдіреді. Желінің осындай доғалар жиынтығын i белгілейміз. Екіншісі үшін (i, j) доғасы бойынша ағын болымды, бұл оның азайтылуы мүмкін дегенді білдіреді. Желінің осындай доғалар жиынтығын R арқылы белгілейміз. Берілгенге қарағанда үлкен шаманы ағынды құру үшін белгілерді орналастыру Фалкерсон мен Форд әдісінің рәсімін суреттейік.

1 -қадам. 0 - төбеге, яғни қайнар көзіне белгіні меншіктейміз.

2 -қадам. Келесі ережелер нәтижесінде доғалар мен төбелерге қалған белгілерді меншіктейміз.

Егер x төбесі белгіге ие, ал y төбесі белгіленбеген және $(x, y) \in I$ болсын онда (x, y) доғасы мен y төбесін белгілейміз. Мұндай жағдайда (x, y) доғасы тура бағыт доғасы деп аталады. Егер x төбесінің белгіленген, ал y төбесі белгіленбеген және $(y, x) \in R$ доғасы болса, онда (y, x) доғасы мен y төбесін белгілейміз. Мұндай жағдайда (y, x) доғасы кері бағыттағы доға деп аталады.

3-қадам. Белгілерді орнықтыру рәсімін соңғы кіріс төбесі белгіленгенге дейін немесе белгіленбеген төбелер қалмағанша жалғастырамыз.

Егер берілген рәсімді жүргізу кезінде соңғы кіріс төбесі белгіленген болса, онда төбелердің белгіленген қайнар көзінен соңғы кіріс төбеге дейінгі доғалардың тізбегін көрсетуге болады. S -ға кіруші доғалар ағынын өзгерте

отырып, бастапқыға қарағанда шамасы үлкенірек ағынды құруға болады. Сенімді болу үшін екі жағдайды қарастырамыз: C тізбегі тек қана тура доғалар бағытын құрайды және C тізбегі тура доғалар мен қатар кері бағытты доғаларды қамтиды.

Бұл жағдайлардың әрқайсында шамасы берілгенге қарағанда үлкенірек ағындарды көрсетуге болады.

1-жағдайды қарастырайық. $i(x, y)$ –доғамен өткізу қабілеттілігіне шектеуді ешбір бұзусыз ағынның үлкейтілуі мүмкін болған максималды шама болсын.

Айталық

$$k = \min_{(x,y) \in C} i(x, y)$$

Онда $k > 0$. Ағынды ұлғаю жағына модификациялау үшін ағындар шамасының мәнін C -дағы кез келген доғалар k шамасына үлкейтеміз. Мұндай жағдайда өткізу қабілеттілігіне шектеулердің ешбірі бұзылмайды. Кез келген төбелерге ағынды сақтау шарттары да қанағаттандырылуын оңай байқауға болады. Өз кезегінде, жаңа ағын, бір жағынан ұйғарымды, екінші жағынан бастапқыға қарағанда шамасы k -ге үлкен.

2-жағдайды қарастырайық. Бұл жағдайда C тізбегінде тура бағытты доғалар сияқты кері бағыттылар да кіреді. $r(x, y)$ –ның максималды азаю шамасы (x, y) доғасы бойынша ағын.

Айталық,

$$k_1 = \min_{(x,y) \in C \cap R} r(x, y)$$

$$k_2 = \min_{(x,y) \in C \cap I} i(x, y)$$

k_1, k_2 шамалары үшін $\min(k_1, k_2) > 0$ болады. Ағынды ұлғаю жағына модификациялау үшін C тізбегінде тура бағыттың барлық доғалардағы ағын шамасын $\min(k_1, k_2)$ -ға үлкейтейік, ал C -дағы кез келген кері бағытты доғаларда ағын шамасын $\min(k_1, k_2)$ шамасына азайтамыз. Мұндай жағдайда өткізу қабілеттілігіне шектеулердің ешбірі бұзылмайды. Кез келген төбелерге ағынды сақтау шарттары да қанағаттандырылуын оңай байқауға болады. Өз кезегінде, жаңа ағын, бір жағынан ұйғарымды, екінші жағынан бастапқыға қарағанда шамасы $\min(k_1, k_2)$ -не үлкен.

Егер соңғы төбе белгіленбесе, онда бұл ағынның максималдылығы болып табылады. Бұл талқылауды нақтылау үшін қиық түсінігін қарастырайық [59].

Қайнар көзінен тұрмайтын шығыс төбесі бар кез келген V жиынтығын алайық. Онда x доғасы V -ға кірмейтен, ал $y \in V$ жататын доғалар жиынтығы желі қиығы деп аталады. Басқаша айтқанда, қиық- бұл доғалар жиынтығы, олардың желіден шығарылуы соңғы шығысты қайнар көзден алыстатып жіберер еді. Қиыққа кіретін, доғалардың өткізу қабілеттілігінің суммасы қиық шамасы деп аталады. Қиық-бұл доғалар жиынтығы, олардың желіден жойылуы қалған доғалармен қайнар көзінен шығыс төбесіне өтуге болмайтынына алып келеді. Желіде бірнеше қиықтар бар. Төмендегі лемма 1 мен лемма 2 қиықтар мен максималды ағындар арасында өзара байланысты негіздейді.

Лемма 1 қарағанда қайнар көзден шығысқа дейінгі кез келген ұйғарымды ағын шамасы кез келген қиық шамасынан үлкен еместігін дәлелдейді. V жиынтығы анықтайтын кез келген қиықты қарастырайық. W – V жиынтығына кірмейтін желідегі қалған барлық төбелер болсын. (i, j) доғасы үшін x_{ij} – ағын шамасы болсын, ал z – қайнар көзден шығысқа дейінгі жалпы ағын шамасы болсын. Егер W жиынтығынан кез келген төбе үшін ағынды сақтау шарттарын қоссақ, онда W жиынтығына қатысты i төбесі мен j төбесі болған (i, j) доғалары үшін ағын мәні қысқарады да, аяғында қалатыны мынадай түрде жазылады

$$\sum_{\substack{i \in W \\ j \in V}} x_{ij} - \sum_{\substack{i \in W \\ i \in V}} x_{ij} = z$$

Берілген қатынастағы бірінші қосынды қиық шамасынан үлкен еместігін есепке ала отырып, лемма 1 әділеттігі туралы шешім қабылдауға болады.

Лемма 2 егер шығыс белгіленбеген болса, онда желідегі қиықтың кейбір шамасы ағын шамасына теңдігінен тұрады. V белгіленбеген төбе жиынтығы болсын, ал W – белгіленген төбелер жиынтығы. $i \in W, j \in V$ үшін (i, j) доғаларын қарастырайық, сонда олар үшін $x_{ij} = c_{ij}$ әділетті болады. Керсінше болғанда біз V жиынтығынан j төбесін белгілей алар едік (себебі (i, j) доғасы тура бағыттағы доға болып табылады), бұл V жиынтығын анықтауға қарсы келер еді.

Енді $i \in V$, $j \in W$ үшін (i, j) доғаларын қарастырайық, онда олар үшін $x_{ij}=0$ әділетті болады. Керсінше болғанда біз V жиынтығынан j төбесін белгілей алар едік (себебі (i, j) доғасы кері бағыттағы доға болып табылады), бұл V жиынтығын анықтауға қарсы келер еді. Сонда қиық шамасының ағын шамасына теңдігі қатынастан көрінер еді [60].

2.6.2. Нэш бойынша тепе-теңдік

Нэш бойынша тепе-теңдік – бұл бір жақты тәртіпте өз шешімін өзгерте отырып, ешбір ойыншы өз ұтысын қөбейте алмайтын жағдай. Басқаша айтқанда, бұл, екі ойыншы стратегиясының өз оппонент іс-әрекетіне ең жақсы әсері болып табылады.

Ойын шешімін табудағы ең тиімді әдістің болжамы бойынша кез келген i ойыншы өзге ойыншылардың әрекеті туралы ой қалыптастырады да, S_i сапасында өзінің ең жақсы жауабын таңдайды. S_N жағдайы ойында Нэш тепе-теңдігі деп аталады, егер кез келген i ойыншыға және оның кез келген $s_i \in S_i$ стратегиясына $U_i(S_N) \geq U_i(S_i, S_i^*)$ теңсіздігі орындалады. Басқаша айтқанда, S_i^* -кез келген i ойыншыға ең жақсы жауап. Осы берілген жағдайда одан бас тарту ешкімге де ұтымды болмайды, егер қалғандары оны қолдап тұрса.

Нэш тепе-теңдігі– кооперативті емес жағдайдағы шешімнің басты тұжырымдамасы. тепе-теңдік ұғымы ойыншылар тәртібі туралы екі болжамды біріктіреді. Біріншісі - егер S_N жағдайында теңсіздік болса, онда оны тұрақты жағдай деп қарастыруға болмайды. Яғни, егер ойыншы s_i -нан бас тарту көп ұтыс алып келетінін білсе, онда ол бас тартуы да мүмкін. Бұл ұтымдылық болжамымен келіседі. Бірақ ойыншы бас тартуының алдын ала болжап айта алмайтындай өзге ойыншылардың жауапты әсерінің салдарын шақыруы мүмкіндігіндігін түсіне алмайды, оның нәтижесін бағалау қиын. Мұндай бас тарту тек өзгелердің өз стратегияларын өзгеріссіз сақтайтынына сенімділігімен ақталады. Екінші болжам- егер әрбір ойыншы S_i^* тен бас тарту оған ешбір жақсаруға мүмкіндік беретінін білсе, онда ол сол стратегияны сақтайды. Тепе-теңдік ұтысы кепілденген α дәрежесінен кем болуы мүмкін емес [61].

Лемма 1-да S_i^* - Нэш тепе-теңдігі болса, онда кез келген i ойыншы үшін $U_i(S_N^*) \geq \alpha_i$ тура.

Лемма 2. Кез келген ойыншыға $S_i' \subset S_i$ ішкі жиынтығы берілген болсын. $(N, (S_i), (U_i))$ ойынының тепе-теңдігі - S_N^* және сонымен бірге кез келген i үшін $S_i^* \in S_i'$ деп есептейік. Онда S_N^* ойындағы тепе-теңдік болып табылады [60].

Егер G' ойыны үстем стратегиялардың итеративті шығарылуынан кейін алынған болса, онда $NE(G) \subset NE(G')$ болады. Кез келген G ойынындағы тепе-теңдік кез келген бастапқы G ойынындағы тепе-теңдік болып табылатынын көрсетуге болады, яғни $NE(G) \subset NE(G')$ жазылуын алуға болады. Берілген тепе-теңдік өте жоғары үстемдік жасаушы стратегияларды жоюдың мәнін түсіндіреді. Егер тізбекті шығарылудан кейін бір профиль қалса, онда ол бастапқы ойында тепе-тең, ал егер бірнешеуі қалған болса, онда олардың ішінен тепе-теңді табу қажет.

Нэш теоремасы. Айталық, $(N, (S_i), (U_i))$ ойынында барлық S_i жиыны дөңес болсын, ал U_i ұтыс функциялары өз айнымалыларымен үздіксіз және иіліңкі, онда тым болмаса Нэштың бір тепе-теңдігі бар болады.

2.6.4 Қабаттың теңгерімдік қатынасы

Әрбір (i, j) қос төбелер жұбы үшін i қайнар көз төбесінен j шығыс төбесіне Q_{ij} сандары берілсін ағын шамасы беретін. Бұл ағындар бөлек ағыстарға ажыратылады да, желі бойынша таралады, нәтижесінде доға үшін қайнар көзінен j шығыс төбесіне ауысатын v , $v \in V$ әрбір доғасы бойынша q_{ij}^v - i ағынды аламыз.

Өзге төбелерге ағын қайнар көзі болған i_0 төбесін алайық. $i \in E$ төбелеріне кіруші ағындарды $q_i(i_0)$ белгілейміз, ал $i_0 \in E$ төбелеріне $q_{i_0}(i_0)$ болады.

$S(i_0) = \langle G; i_0; q_i(i_0), i \in E; x_v(i_0), v \in V \rangle$ жиынтығын i_0 қабаты деп атайық. Кез келген төбе үшін әділетті

$$\sum_{v \in V^+(i)} x_v(i_0) - \sum_{v \in V^-(i)} x_v(i_0) = q_i(i_0)$$

i_0 төбесі үшін әділетті

$$q_{i_0}(i_0) = - \sum_{i \in E \setminus \{i_0\}} q_i(i_0)$$

Қатынас желідегі Кирхгофтың бірінші ережесі болып табылады. V доғасымен жүретін қосынды ағынды $X_v = \sum_{i_0 \in E} x_v(i_0)$ арқылы белгілейік.

Демек:

$$\sum_{v \in V^+(i)} X_v - \sum_{v \in V^-(i)} X_v = \sum_{i_0 \in E} q_i(i_0),$$

Жалпылықты шектемей әрбір төбе қабат жасайды деп есептейік, егер кейбір i_0 төбелерінде ол жоқ болса, онда бұл $q_i(i) = 0$ дегенді білдіреді.

Бір қабатты жүйелер үлкен практикалық мәнге ие. Мұндай есептердің қарапайым мысалдары түрінде кейбір ғимараттарға кіру, ғимараттан, стадионнан т.б. эвакуациялау есептері болып табылады.

Бір ғана қабат қарастырылып жатқандықтан қабатының i_0 индексін түсіреміз. Тепе-теңдікті іздеу алгоритм идеясы желіде ұйғарымды ағынды бастапқы ағындарды іздеуге және оларды келесіде тепе-теңдік жағдайында қайта жаңғыртуға негізделген. Әрбір доға шектеулі ұйғарымды ағынды өткізу қабілеттілігіне ие болғандықтан, онда ұйғарымды ағындардың болуына максималды ағын туралы есеппен іздеуге, ал Форд-Фалкерсон алгоритмдерімен шешу жүзеге асыруға болады [62].

2.6.5 Контур бойымен байланыс

Жиі қолданылатын Лобачев – Кросстың желілерді байланыстру әдістерінің бірін қарастыру кезінде таңдалған тәуелсіз контурлар жүйесіне, бастапқы шығын мәніне және желідегі аудандардың гидравликалық қарама-қарсы мәніне байланысты кейбір жағдайларда ол өте баяу байланысы немесе байланыспау мүмкіндігі оның ЭВМ-да жүзеге асуының көзқарасы жағынан көрсетіледі.

Желілерді байланыстыру кезінде қолданылатын осы әдісті және кейбір өзге әдістерді жетілдірудің әр түрлі амалын қарастырайық. Желілерді байланыстыру кез келген жетілдірілген әдісінің негізгі талаптарын келесі түрде қалыптастыруға болады:

- жинақтылық аймақтарының Лобачев-Кросс әдісіне қарағанда кеңірек қамтамасыз етілуі,
- жинақтылық әдісінің жылдам қамтамасыз етілуі,
- үйлесімділік үрдісінің итерациондық әрбір қадамды жүзеге асырудың қарапайымдылығы,
- программалаудың ыңғайлылығы.

Желі есептерін өткізу практикасы мен теориялық өңдеулер итерациондық үдерістің әрбір қадамында шығын контурының түзетуін іздеп табуға негізделген желі үйлесімдік әдістері үшін көптеген жағдайда ыңғайлырақ екенін көрсетеді. Мұндай жағдайда түзету үшін сызықты тенеулер жүйесі тура келеді, әрбір итерациялық қадамда шешу керек оны.

Осы жүйені шешудің әр түрлі амалы бар: қарапайымдатылған әдістермен әрбір итерациялық қадамда шешімін іздеп табу және әрбір итерациялық қадамда дәл шешімін іздеп табу.

Сонымен бірге, түзетулер көмегімен барлық желілер ауданында есеп мәнін түзетуді әртүрлі ұйымдастыруға болады.

Лобачев-Кросс формуласын қолдануға негізделген әдістерде қарастырамыз: $\Delta q_k = -\Delta h_k / A_{kk}$ ($k=1, 2, \dots, n$), мұндағы Δq_k - берілген итерация қадамындағы k –контур үшін контурлық шығынды түзету, Δh_k - k –ншы контурындағы жоғалту, A_{kk} – k -шы контурындағы шама, n – қарастырылып жатқан желідегі тәуелсіз контурлар саны.

Формулалар бойынша табылған түзетулерді желі сызықтары q_1, q_2, \dots, q_p шығындар мәніне енгізу қажет, мұндағы p –желідегі аудандар саны. түзетулерді итерацияның әрбір қадамында желінің барлық контурына енгізуге болады. Осыған байланысты итерация санымен және үйлесу шарттылығымен ерекшеленетін, берілген дәлдікпен шешімді алу үшін талап ететін әр түрлі әдістер пайда болады.

Желі контурының барлығына түзетулерді бір уақытта енгізу әдісін қарастырайық (Лобачев – Кросс әдісі). Сондықтан осы әдіс бойынша барлық тәуелсіз контурлар үшін Δh_k және A_{kk} шамалары есептелінеді, оларды есептеу

кезінде алдыңғы итерацияда алынған шығын мәні қолданылады. Δq_k түзетуін есептегеннен кейін олар барлық тәуелсіз контурлардағы барлық аудандар шығын мәніне бір уақытта енгізіледі. Бір немесе одан да көп контурларға кіретін аудандарға әрбір контурларға сәйкес келетін түзетулер енгізіледі.

Егер контур түрінде қарапайым сақиналар тандалса, онда бұл әдіс Лобачев-Кросс қарапайым әдісін көрсетеді [60].

Келесі әдіс желідегі контурлардың барлығына бір уақытты түзетулер бірізділікпен енгізу әдісі деп аталады. Тәуелсіз n контурлардан құралған желіні қарастырайық. Осы контурларды 1ден n -ге дейінгі сандармен қандай да бір амалын нөмірлейміз, яғни $k=1, 2, \dots, n$.

Ең алдымен A_{11} шамасын және бірінші контурда Δh_1 шығын сәйкессіздігін есептейміз, осы шаманы есептеу үшін бірінші контурға кіруші аудандардағы шығындардың бастапқы мәнін қолданамыз. Енді екінші контурға өтеміз де, бірінші тәуелсіз контурға кірмейтін Δh_2 және A_{22} шамаларын есептейміз, бастапқы шығын мәнін аламыз, ал бірінші және екінші контурларға жалпы болып табылатын аудандарға шығын мәнін түзеткеннен кейін анықталғандарды қолданамыз. Кейін контурда контур шығынының түзету шамасын қолданамыз және екінші контурға кіретін анықталған шығынның мәнін айқындаймыз.

Сәйкесінше, екінші контурдан үшіншіге өтіп, содан соң төртіншісіне сосын әрі қарай ең соңғы контурға кіретін барлық аудандар шығынын анықтағанша процесті жалғастырамыз.

Барлық тәуелсіз контурлардағы шығындарды түзетуден кейін бір қадам аяқталады. Содан соң итерацияның екінші қадамына бірінші контурдан бастап барлық үдерісті қайталап өтеміз. Осылай, бұл әдістегі бір итерациялық қадам Δq_k контурлық шығындағы барлық контурлық түзетуде тізбектелген есептеуден және әрбір контур ауданы үшін шығындар мәнін анықтаудан тұрады, сонымен қатар келесі барлық операцияларда анықталған шығын мәндері қолданылады.

Барлық контурларда берілген ұзындықтан сәйкессіздікті жоғалту кіші болғаннан кейін итерациялық үдеріс аяқталады.

Желінің барлық контурларына тізбектелген түзетуді енгізу әдісі келесі ерекшеліктерге ие:

-әдетте ол Лобачев-Кросс әдісіне қарағанда жылдам жинақталады, яғни бірдей дәлдіктегі үйлесімдік үшін аз итерация қажет,

-бір итерация үшін осы әдіспен қаншалықты операция қажет болса, соншалықты операция Лобачев-Кросс әдісіне қажет,

-Программа жасау кезінде бұл әдіс Лобачев-Кросс әдісі сияқты қарапайым түрде жүзеге асырылады.

- Бұл әдіс Лобачев-Кросс әдісі жинақталмаған жағдайда да жинақталады. .

Түзетулерді тізбектеп енгізу әдісінің Лобачев-Кросс әдісіне қарағанда жылдамырақ жинақталғанда, жалпы алғанда, итерацияның әрбір қадамында контурлардың бір-біріне жанама әсері есепке алынатынымен түсіндіріледі. Бұл әсер кез келген k –шы контурды есептеуде алдыңғы $(k-1)$ контурларын есептеудің нәтижелерін қолдануда көрінеді.

Жоғарыда айтылғаннан түзетулерді тізбектеп енгізу әдісі Лобачев-Кросс әдісінің орнына тек ЭЕМ-де есептеуде ғана емес, сонымен қатар қолмен есептеуде жоғары жетістікпен қолданылады [63].

Енді максималды сәйкессіздікпен контурға түзету енгізу әдісін қарастырайық. Бұл әдіс программалау да, сондай-ақ қолмен есептеуде де жиі қолданылады. Оның мағынасы контурлық шығын үшін Лобачев-Кросс әдісі бойынша есептелген түзету барлық тәуелсіз контурларға енгізілмейді, ал тек максималды сәйкессіздік барына ғана енгізіледі. n тәуелсіз контурынан тұратын желі бар дейік. Ең алдымен, әрбір контурдағы шығынды есептейтін, ондағы байланыссыздықты анықтайық:

$$\varepsilon_k = \Delta h_k = \sum_k (\pm S_j q_j^2)$$

Итерацилық үдеріс соңында барлық контурларда жоғалту сәйкессіздігі кейбір таңдалған кіші өлшемнен кіші болады. Алынған сәйкессіздіктің максималдығын таңдаймыз. l –контурдағы максималды сәйкессіздік болсын:

$$\varepsilon_l = \max_{1 \leq k \leq n} |\varepsilon_k|$$

Осы контурда контурлық шығын түзетуін Лобачев – Кросс формуласы бойынша есептейік:

$$\Delta q_l = -\Delta h_l / A_{ll}$$

Әрі қарай l –ші контурына кіретін аудандардағы шығын түзетіледі.

Осыдан кейін кейбір аудандарда шығын өзгеретін контурда қысымды жоғалту қайта анықталады, максималды сәйкессіздік контуры анықталады да, осы контурдың ауданына Лобачев – Кросс формуласы бойынша түзетулер енгізіледі. Есептеудің мұндай үрдісі максималды сәйкессіздік пен барлық сәйкессіздіктер берілген көлемнен кем болғанша есептеулер қайталана береді. Ескерте кететіні, бір итерациялық қадамнан басқасына өтуде контурдың барлығында қысымның жоғалуын қайта есептеудің қажеті жоқ. Себебі l –нші контур аудандары шығынында ғана түзетулер енгізілгендіктен келесі қадамдағы жоғалтуларды тек l –ншы және ортақ ауданға ие іргелес контурларда есептеу қажет.

Сипатталған әдіс Лобачев – Кросс әдісіне қарағанда маңызды артықшылыққа ие: ол әдетте Лобачев-Кросс әдісі жинақталмаса да жинақталады [61].

Сонымен қатар, осы әдістің жинақтылық жылдамдығы тізбектелген түзетулерді енгізу әдісіне қарағанда төмен. Бұл ЭЕМ -де әр түрлі әдістермен жүргізілген модельдік және нақты тапсырмалар үшін есептеулерді көрсетеді. Алынған нәтижелерді объективті бағалау үшін бұл әдістердің еңбек сыйымдылығын салыстыруды жүргізу қажет.

Есепті шешуге жұмсалатын уақыт берілген дәлдікпен шешімді табу үшін қажет итерация санымен және әрбір итерацияда орындалатын арифметикалық амалдар санымен анықталады. Тізбектеп түзетулер енгізу әдісінің бір итерациясы Лобачев – Кросс әдісінің итерациясына қажет арифметикалық амалдары сияқты болуы қажет. Сәйкесінше, бұл әдістердегі итерациялар еңбек сыйымдылығы жағынан тең, ал жалпы әдістердің салыстырмалы еңбек сыйымдылығы итерациялар санымен анықталады. Жүргізілген есептеулер тізбектеп түзетулер енгізу әдісіндегі итерациялар саны әдетте Лобачев – Кросс әдісіне қарағанда айтарлықтай аз. Бұл бірінші әдістің екінші әдіске қарағанда айтарлықтай артықшылығы болып табылады.

Контурға максималды сәйкессіздікпен түзетулер енгізу әдісінде итерациялық әрбір қадамында арифметикалық амалдар саны бастапқы екі әдістегіден төмен. Шынында да, олар ішінде барлық n тәуелсіз контурларды және осы контурлардағы $\sum S_j q_j$ шамасын және қысым жоғалтуды әрбір қадамда анықтау қажет. Тек бірнеше контурда ғана әдіс бойынша қысым жоғалуын анықтау қажет: алдыңғы итерацияда максималды сәйкессіздік болған l контурында, сонымен бірге шығындар түзетілген барлық аудандарда

және осы контурмен іргелес контурларында. Әдетте желіде әрбір қарапайым сақинада 3-тен 5-ке дейінгі іргелес сақиналар бар, сондықтан операция санының қатынасы әрбір итерацияда операциялар санына қарапайым сақиналар $5/n = \nu$ көлемімен бағалауға болады (мұнда n – қарапайым сақиналардың жалпы саны, және де әрбір сақина орташа төрт іргелес сақинаға ие).

Бір жағынан, максималды сәйкессіздік контурына түзетулер енгізу әдісіне итерацияның үлкен саны қажет, себебі әрбір итерацияда өзгеріс тек бір контур ауданының шығындарына ғана, өзге әдістерде ν кем емес кезінде, енгізіледі.

Мұндай жағдайда дәлдікпен берілген есепті алу үшін қажетті арифметикалық амалдардың жалпы саны түзетулерді енгізу әдісінің өзге әдістерге қарағанда төмен. Шешімдер талдамасы көрсеткендей, түзетулерді тізбектеп енгізу әдісі қарастырылған үлгілерден ең ұтымдысы болып табылады. Итерацияның әрбір қадамында контурлық шығындарды түзету үшін сызықты теңеулерді дәлдеп есептеу жүйесіндегі әдісті қарастырайық. Кез келген желінің үйлесу сандық әдісі Кирхгофтың екінші заңын білдіретін сызықты емес теңеулердің салдары, қажеттігінше итерациондық болып табылады. Сонымен қатар, контурлық шығындарды түзету әдісі барлық аудандарда шығындарды анықтау тапсырмасын Δq_k шығыс контурларын түзету үшін сызықтық теңеулер жүйесін әрбір қадамда есептеу қажет итерациондық үдеріске жақындатады [57].

Бұл әдіс сызықсыз теңеулерге қолданылатын Кирхгофтың екінші заңын білдіретін Ньютон әдісі болып табылады. Ньютон әдісі жинақталғанда, екінші тәртіптегі жинақтылыққа ие болатыны белгілі. Бұл егер q^* дәл шешім болып, ал $q^{(r)}$ және $q^{(r+1)}$ шешім мәнәне жуықтау, Ньютон әдісімен алынған сәйкесінше r -де – m дәрежесінде және $(r+1)$ – m итерациялық қадамдарында табылса, онда:

$$|q^{(r+1)} - q^*| < A |q^{(r)} - q^*|^2$$

мұндағы A – сызықты емес жүйенің түрімен анықталып, Ньютон әдісімен есептелетін кейбір константа.

Бастапқы сызықты емес жүйеден Кирхгофтың екінші заңын білдіретін сызықты жүйені алу кезінде Ньютон әдісінде екінші кіші тәртіпке ие

мүшелерін елемейді. Мұндай жағдайда жоғарғы қатынасымен анықталатын жинақтылықтың жоғары жылдамдығын алуға қол жеткізуге болады. Мұнда келтірілген барлық алдыңғы әдістер Лобачев-Кросс формуласына негізделеді, сондықтан басты диагональда тұрмайтын мүшелерді алып тастау жолымен оның жақын шешімін дәл шешу жүйесімен ауыстырады. Сонымен бірге іргелес сақиналардың бір-біріне тікелей әсерін есепке алмайды және іргелес сақиналар үшін Δq_i типіндегі бірінші кіші тәртіптегі мүшелерді елемейді. Осы әдістердің жинақтылық жылдамдығы Ньютон әдісін қолданған кездегіге қарағанда айтарлықтай кем болады. Есепті Ньютон әдісімен шешу кезінде әрбір итерациондық қадамда теңеу жүйесін дәл шешуге тура келеді, бұл итерацияның әрбір қадамында Лобачев – Кросс формуласы сияқты формулаларды қолданған кезге қарағанда көбірек операцияны қажет етеді. Бірақ, мұндай кезде алдыңғы қолданылған әдістерге қарағанда итерация айтарлықтай аз қажет болады. Егер қолдан есептеу кезінде сызықты теңеу жүйесінің шешімі қиын болып табылады, сондықтан мұнда жүзеге асыруда қарапайымдау әдістерге, мысалы, барлық желілерге түзетулерді тізбектеп енгізу әдістеріне немесе максималды сәйкессіздік контурына түзетулерді енгізу әдістеріне көңіл бөлінеді, онда ЭЕМ-де есептеуді жүргізу кезінде шешімнің дәлдігі аз уақытты қажет ететін желінің үйлесу алгоритміне алып келуі керек. Есептеу математикасының көзқарасы бойынша жүйенің «жақсы» болғандығы көрсетілген амалды қолдану жеңілдетеді. Ол симметриялық матрицаға ие, сондықтан оның барлық жеке мәндері болымды. Мұндай матрицалар үшін сызықты теңеулерді шешу жүйесінің тиімді программалары көп.

Желі есебімен байланысты кез келген есепті компьютерде шешу қажеттігі кезінде туатын бірінші сұрақ - бұл, қандай түрде машина үшін желі конфигурациясы туралы ақпаратты беруге қолайлы деген сұрақ. Мұндай ақпаратты берудің көптеген тәсілдері бар. Олардың ішінен қаншалықты дәрежеде келесі талаптармен қанағаттандыратындарын таңдау қажет:

- жадыда сақтау құрылғысында көп орынды қажет етпейтін және формасы бойынша кішкентай ақпарат болуы қажет,
- мағынасы жағынан ақпарат есепті таңдалған алгоритммен шешу программасында жүзеге асуы үшін қолайлы болуы қажет,
- әр түрлі нұсқадағы есептерді шешу немесе бөлек желі аудандарына өзгертулерді енгізу немесе оның сипаттамасы барлық көрінетін ақпаратты

түпкілікті қайта құруға алып келмеуі керек, яғни ақпарат тапсырмасының тәсілі икемді болуы керек,

– есептеу үшін ақпарат қарапайым, әрі қолайлы болуы керек.

Көрсетілген талаптар кей кездері бір-бірімен қарама-қарсылыққа келіп қалады. Бір есепті шешуге қолайлы болғандар екінші бір есептерге мүлдем қолайлы емес болуы мүмкін, сондықтан мұндай жағдайда есеп берілген есеп тобы үшін ақпарат есебінің белгілі бір мағынада ұтымды тәсілін таңдаудан тұрады. желі аудандарында бастапқы шығындарды ЭЕМ көмегімен анықтау кезінде желі «ағашының» құрылуы ақпарат есебінің қолайлы тәсілі болып табылады. Сонымен қатар желі үйлесуін жүргізу үшін тәуелсіз контурлар туралы ақпарат қажет болады – контурлардың таңдалған жүйесі туралы, олардың өзара байланысы, әр контурдағы аудан саны мен оған кіретін аудандар саны туралы мәлімет.

Желі конфигурациясы туралы ақпараттар есебінің кейбір белгілі тәсілдерін компьютерде есепті шешу кезінде оларды қолдану қолайлылығы көзқарасы жағынан қарастырайық.

Ақпараттар есебінің ең қарапайым әрі жан-жақты тәсілдерінің бірі A бірігу матрицасы болып табылады. Жатық жол саны желідегі түйіндер санына тең, ал бағаналар саны желі аудандарының санына тең кесте құрылады. Барлық байланыстар мен желі аудандары натуралды сандар тізбегінің көмегімен еркін нөмірленеді. i нөмірлі байланыс туралы ақпарат i бағанында орналасады, ал j нөмірлі аудан туралы ақпарат j бағанында орналасады. Біріктіру матрицасында ауданның бағдарлануын көрсетуге болады. Егер j ауданы i түйініне кіреді де, $a_{ij} = 1$ болады, егер j ауданы i түйінінен шығады да мұндай жағдайда $a_{ij} = -1$ болады. Біріктіру матрицасын толтыру оңай болғанымен, негізінде оның ішінде желі туралы барлық ақпарат бар, оны ЭЕМ-де есептеу үшін қолдану орынсыз. Біріншіден, бұл матрица үлкен желілер үшін өте үлкен орын алады. Екіншіден, шығын контурларын түзету әдісімен желі үйлесуі туралы есебін шешу кезінде тәуелсіз контурлар туралы қосымша ақпарат беру қажет. Осы жетіспеушіліктер көрсетілген ақпарат есебінің амалын ЭЕМ-де есептеу кезінде жарамсыз етеді.

Біріктіру матрицасында берілетін желі туралы ақпаратты матрица төбесі деп аталатын кішкентай көлемдегі матрица түрінде жазу оңай. Әрбір аудан үшін оны шектейтін тек аудан нөмірлерін ғана көрсетеді. Сонда матрица тек қана екі бағанға ие болады, ал оның жол саны желі ауданының санына тең болады.

Алдыңғы матрицаға қарағанда аз көрініске ие бұл матрица ЭЕМ жадында айтарлықтай кіші орын алады да, біріншідегі сияқты тура сол ақпаратты алып барады. Шынымен де, бірінші баған аудан басы болып табылатын тү нөмірлерінен , ал екіншісі соңғы түйін нөмірлерінен тұрады. Осылай матрица әр ауданда шығын бағытын анықтайды. Әрбір түйінге кіретін (немесе одан шығатын) аудандар саны төбе матрицасының бірінші (екінші) бағанында осы түйін нөмірлерінің санының қайталануымен анықталады. Тұйыққа тірелген аудандар бағандардың біреуінде кездесетін түйін нөмірлерімен анықталады. берілген аудандарды шектеуші түйіндерді аудару тәртібін, мысалы, егер бастапқы шығын ЭЕМ-де саналмай қолдан берілген жағдайда аудандарда бастапқы шығын бағытының есебі үшін қолдануға болады. Мысалы, бірінші ауданда бастапқы шығын біріншіден екінші түйінге бағытталған.

Біріктіру матрицасы теңдеулер жүйесін матрицасалық жазу үшін ыңғайлы және теориялық бағалауды өткізуге қолайлы, бірақ ЭЕМ-н қолданған кезде және алгоритмдерді құру кезде төбелер қолдану қолайлырақ.

Контурлық матрица деп аталатын амалды қарастырайық. Бұл матрицада әрбір тәуелсіз контурға кіретін желі аудандары туралы ақпарат сақталған. Әрбір контурға бір жолын сейкестендірілеу, ал әрбір ауданға бір матрица бағаны апарылады. B матрицасының бағаны мен жолының қиылысындағы b_{kj} элементтері келесі түрде жазылады:

- егер j ауданы k контурға тиісті болмаса, онда $b_{kj}=0$ болады,
- егер j ауданы k контурға тиісті болса және осы аудан бойынша шығын бағыты контурындағы оң бағытымен сәйкес келсе, онда $b_{kj}=1$ болады,
- егер j ауданы k контурға тиісті болса және осы аудан бойынша шығын бағыты контурындағы оң бағытына қарама-қарсы келсе, онда $b_{kj}=-1$ болады

Желі үйлесулерінің қажеттілігінде контурлық матрицаның жетістіктері көрінеді, себебі оның көмегімен әрбір контурға ЭЕМ жадынан кіретін аудандарды таңдауға болады. Шынымен, B матрицасы біріктіру матрицасы сияқты түйіндері мен аудандары көп санды желіде элементтердің көпшілігі нөлге тең болады. Бұл матрицаны әрбір контур үшін оған кірмейтін аудан нөмірлерін(аудан нөмірлерінің алдында таңдалған айналып өтудің оңды бағыты аудандағы шығыс бағытына сәйкес келуіне немесе келмеуіне байланысты плюс немесе минус белгісі қойылады) көрсете отырып, айтарлықтай қысқартуға болады. Мұндай матрицадағы жолдар саны тәуелсіз жолдар санына тең болады, ал бағандар саны таңдалған контурлардағы

аудандардың максималды мүмкін болған санына тең. Желі конфигурациясы туралы ақпараттар есебінің келтірілген тәсілін, көптеген программаларда жасалып жатқандай «ағаш» желісін құру арқылы жақсартуға болады

«Ағаш» желісінің құрылу әдісін қарастырайық. ЭЕМ-ді қолдану кезінде кең көлемді желі есептеріндегі тапсырмалар үшін бұл әдіс ең шағын әрі ең қолайлылардың бірі болып табылады. Берілген сақина түрдегі желіде немесе аралас желіде ағаш құру үшін оның барлық түйіндерін қалдырып, кейбір аудандарын жойып, желіні тармақталған күйге алып келу. Еске түсіре кетейік, тармақталған деп, бастапқы және соңғы түйіндері сәйкес келетін бекітілген циклдары жоқ желі аталады. сақина түріндегі желі үшін ағаш құру кезінде циклдан желі ауданының бір тұйықтаушысын жою қажет. Осылай шығарылған аудандардың саны желідегі тәуелсіз контурлар санына тең. Бұл сан жазық желі үшін Эйлер теоремасы бойынша анықталады:

$$n = p - m + 1,$$

мұндағы n – тәуелсіз контурлар саны, p – аудандар саны, m – түйіндер саны.

Ағаш құру ЭЕМ желі конфигурациясы туралы ақпаратты шағын көлемде беруге және түйіндерде бекітілген іріктеу мен жіберу мәні бойынша, Кирхгофтың бірінші заңы бойынша қанағаттандырушы желідегі бастапқы шығын мәнін анықтауға мүмкіндік береді. Егер аудан жойылса, онда берілген ағаш құру амалында желіні тармақталғанға өзгертетін ауданды желінің тәуелсіз сызықтары ауданы деп атайық. Қалған барлық аудандарды тәуелді аудандар деп атайық. Міне осылай, кез келген сақина түріндегі немесе аралас желідегі таңдалған тәуелсіз сызықтарды жою оны тармақталғанға өзгертеді, ағаш тәуелді сызықтардан құралған.

Енді мынадай сұраққа өтейік: ағашты таңдап ала тұра, ЭЕМ-ге ол туралы ақпаратты қалай беруге болады? Ең алдымен, желідегі әр түрлі конфигурациясын суреттеу кезінде осы нөмірлерді қолдану үшін желідегі барлық түйіндерді нөмірлеу қажет. Мұндай ақпаратты кез келген амалмен қосуға болады, бірақ еркін жүйесіз нөмірлеу ЭЕМ үшін ақпарат есептерінде үлкен қиындықтарға алып келеді [63].

Желі түйіндерін нөмірлеудің қолайлы амалы бар. Ол желі туралы ақпаратты шағын түрде ЭЕМ-ге енгізуге мүмкіндік береді. Ол көптеген программаларда жүзеге асқан, мұндағы барлық аудандардың диаметрі берілуі

кезінде желіні үйлестіруді өткізу үшін қажет шығындардың бастапқы мәні автоматты түрде есептеледі.

Бөгде ағаш туралы ақпаратты ЭЕМ-ге енгізу үшін желі түйіндер нөмірлеуіне натуралды қатардың тәртіпсіздік кестесін және осы кестедегі жол санын беру қажет. Кесте неше рет және қандай ағаш түйіндерінің алдында түйіндер нөмірленуінің, сонымен бірге ағаштың түйілген жерінен кіруші кейбір ағаштардың түйіндері сол кезге дейін нөмірленбегендіктен табиғи өсуінің тәртіпсіздігі болғанын көрсетеді. Ағашта қанша нөмірлеу тәртіпсіздігі болса, кестеде сонша жолдар бар. Әр бір жолда тізбектеліп екі сан көрсетіледі: натуралды өсу сандарының нөмірленуі үзілген түйін нөмірі мен тармақталу түйін нөмірінің алдында тәртіпсіздік болған тармақталу түйін нөмірі. Нөмірлеудің мұндай жүйесі ЭЕМ-де қолдану кезінде өте ыңғайлы.

Біріншіден, нөмірлеудің мұндай амалы түйіндердегі белгіленген шығындар арқылы және тәуелсіз сызықтардағы шығындар арқылы ағаштың барлық аудандарында бастапқы шығын мәнін білдіруді өте қарапайым түрде іске асыруға болады. Кирхгофтың бірінші заңын қанағаттандырушы шешімнің кез келген амалында желі үйлесуінің итерациялық үдерісін өткізу үшін қажет бастапқы шығын мәнін анықтауға мүмкіндік береді.

Шығынның бастапқы мәнін ЭЕМ-де автоматты түрде анықтау қолмен есептеуге қарағанда айтарлықтай ұтымды, себебі күрделі желілер үшін шығындарды қолмен анықтау өте қиын үрдіс.

Екіншіден, нөмірлеудің мұндай амалы жан-жақты, яғни оны жазықта, сонымен бірге еркін кеңістік желілерінде де қолдануға болады. Сонымен қатар оның қарапайым нөмірленуі мен ондағы барлық ұтымдылық сақталады.

Үшіншіден, мұндай түйіндерді нөмірлеуден кейін ЭЕМ үшін желі туралы қажет ақпаратты шағын түрде көшіріп, сақтауға болады.

Төртіншіден, келтірілген түйіндерді нөмірлеуді қолдана отырып, желі ағашын құру желі үйлесу алгоритмін есептеу машинасында ұйымдастыруды қарапайымдатады. Шынымен, ағашты құрғаннан кейін тармақталған желідегі барлық тәуелді аудандар шығындары тәуелсіз сызықтар арқылы сызықты түрде беріледі, сондықтан Лобачев-Кросс әдісімен немесе өзге әдістермен итерацияның әрбір қадамынан алынған түзетулерді барлық тәуелсіз контурлардың сызықтарына енгізудің қажеті жоқ. Осы түзетулерді тәуелсіз сызықтарға енгізу жеткілікті, содан соң тәуелсіз сызықтардағы қайта

шығарған шығындары бойынша қарапайым сызықтық қатынастар көмегімен ағаштың барлық жаңа шығындарында анықтау.

Мұндай үйлесу амалын қолдану, негізінде Крихгофтың екінші заңы бұл жерде өзге түрде, эквивалентті түрде қолданылады. Ағаш енгізу оның кейбір сызықтарын өшіру жолымен желінің беріктігін анықтау бойынша есептеулерін жүргізуге мүмкіндік береді. Ол үшін желі жұмысындағы әсерін анықтау қажет болған аудандарды ағаш құруда тәуелсіз етіп қабылдау керек. оларды жоюдың қарапайым тәсілі оның үлкен көлемдегі яғни олар арқылы шығын нөлге тең болғанға дейінгі қарама-қарсылықтарды өз ішіне алуы.

Келтірілген талқылаулар көрсеткендей, желі бұтағының құрылымы ЭЕМ-ге желі туралы қолайлы түрде ақпарат қоюға және үнемді алгоритмдердің желінің ішкі және сыртқы үйлесімі үшін қалыптастыруға мүмкіндік береді. желі конфигурациялардың кішкентай өзгеруі кезінде ағаштың барлық құрылымын және түйіндердің нөмірленуін басынан бастап қайталауға тура келеді. Жоғарыда айтылып өтілген жетістіктер желі туралы ақпарат ағашын құру мен түйіндерді арнайы нөмірлеу көмегімен ең қолайлысын негіздейді.

Екінші бөлім бойынша тұжырым

Екінші бөлімде әдебиеттерде транспорт есебін шешуде жиі қолданылатын математикалық модельдердің эвакуациялау есебіне үйлестірілгені туралы мәлімет беріледі. Ғимараттың барлық аудиториялары, дәліздері мен есік қуыстарын, өткізу жолдарын граф түрінде, арнайы ағаш құру түрінде модельдей отырып транспорт есептеріндегі математикалық модельдердің зерттеліп отырған ғимарат графына қолданысы қарастырылады.

Эвакуациялау есебінің математикалық қойылымында ағындарды оңтайлы үлестіру және қайта үлестіру кезінде Нэш тепе-теңдігі негізінде ойындар теориясының аппараты қолданылады. Ағындарды есепке аларда Крихгофтың бірінші және екінші ережесінің сақталуы ескеріледі. Ағынды қалыптастыру кезінде қарастырылған контурларға өзгертулерді бір уақытты енгізу әдісінің белгілі Лобачев-Кросс әдісінен артықшылығы қарастырылады. Есеп шешу барысында желіде максималды ағын қалыптастыру сипатталады да оны шешу (тарату) алгоритмі қарастырылады.

3 ЭВАКУАЦИЯЛАУ ЕСЕПТЕРІНІҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН МОДЕЛЬДЕУ МЕН ЖОБАЛАУ

Адам өз қызметінде барлық уақыт модельдерді қолданады, яғни адам өзінің айналысатын ісінің бейнесін, сол объектінің көшірмесін береді. Өз әрекетінің жоспарын ойластыра отырып, өз әрекетінің нәтижесін бере отырып адам өзінің ой деңгейінде модель құрайды.

Модель – бұл модельдеу мақсатының көзқарасы бойынша үйреніліп жатқан объектінің маңызды жақтарын бейнелейтін нақты объект, процесс немесе құбылыс туралы қарапайымдастырылған көрініс беретін жасанды түрде жасалған объект. Модельдеу – объектілерді, процесстерді немесе құбылыстарды үйрену мен зерттеуге арналған модельдер құрылымы.

Модель жасалатын объекті түпнұсқа немесе түптұлға деп атайды. Кез келген модель өз түпнұсқасының толық көшірмесі бола алмайды, ол зерттеудің таңдалған мақсатына маңыздырақ түпнұсқаның кейбір қасиеттері мен сапасын бейнелейді. Модельді жасау кезінде әрқашан белгілі бір дәрежеде болжамдар мен жорамалдар қолданылады.

Жүйелі тәсіл толыққанды модельдерді жасауға мүмкіндік береді. Жүйелі тәсілдің ерекшелігі төмендегілерден көрінеді. Үйреніліп жатқан объект мақсат түрінде көрінбей, керсінше өз орнын (ішкі мәселенің бар болуын) есепке ала отырып орындалатын желі элементтерін зерттеу мен сипаттау түрінде қарастырылады. Жалпы объект өз болмысы мен қызмет көрсету шарттарынан алысқа кетпейді. Объект қандай да бір бүтіннің құрамдық бөлігі түрінде қарастырылады (оның өзі ішкі мәселе болып табылады). Сол бір зерттеліп жатқан элемент құру принциптеріне, қызметтерге, әр түрлі сипаттамаға ие болған элемент түрінде қарастырылады. Жүйелік тәсілде тек объектінің қызмет көрсетуінің себептік түсініктемесі ғана бірінші орынға шығып қоймай, сонымен қатар оны өзге элементтер қатарына қосу мақсаттылығы да шығады. Объектте көптеген жекелеген сипаттамалардың болуы мен бостандық дәрежесінің болу мүмкіндіктері жіберіледі. Мәселелерді шешудің баламалары бірінші кезекте «тұратын бағасы-тиімділігі» өлшемі бойынша салыстырылады.

Әмбебап модельдерді жасау – бұл жүйелік тәсілді қолданудың салдары болып табылады. Модельдеу (эксперимент) ауыстыруға болмайтындай болуы мүмкін. Біз, мысалы үшін, ядролық апат кезіндегі мүмкін болған жарақаттану масштабын білу үшін ядролық апат жасай алмаймыз, сондықтан зерттеушілерді қызықтыратын параметрлерді (айтарлықтай нақты) есептеулерді компьютер көмегімен біле алады.

Модельдеу – объектілердің құбылыстарын, процесстерін немесе жүйелерін оның модельдерін үйрену мен құру арқылы зерттеу – бұл ғылыми

танып-білудің негізгі амалы. Мұндай амал информатикада есептеуіш эксперимент деп аталып, негізгі үш түсінікке сүйенеді: модель - алгоритм - программа.

Компьютерді модельдеу кезінде қолдану үш бағыт бойынша жүзеге асуы мүмкін:

1. Есептеуіш – программа бойынша тура есептеулер.
2. Құрал-саймандық – білім базасын алгоритм мен программаға түрлендіру үшін білім базасын құру.
3. Диалогтік – зерттеуші мен компьютер арасындағы интерфейсті қолдау [58].

Модельдердің түрлері.

Модель – анализдеудің кемшіліксіз объектісі түрінде, әрі физикалық объект түрінде де көрінетін жалпы ғылыми түсінік. Математикалық модель – кемшіліксіз модельдердің маңызды табы болып табылады – математикалық модельде үйреніліп жатқан құбылыс немесе процесс абстрактылы объекттер түрінде немесе бірде табиғат заңдылықтарын, бірде математикалық объекттердің өздерінің ішкі сипаттамаларын, бірде логикалық пайымдаулар ережелерін білдіретін жалпы математикалық заңдылықтар түрінде берілген.

Әр түрлі типтегі және әр түрлі таптағы модельдер арасындағы шекаралар, сонымен бірге модельдерді қандай да бір тип немесе тапқа жатқызу көпшілік жағдайда шартты. Модельдер классификацияланатын көбірек тараған белгілерді қарастырайық:

- пайдалану мақсаты;
- білім аясы;
- уақыт факторы;
- беру амалы.

Қолдану мақсатына қарай модельдер оқулық, тәжірибелік, имитациялық (еліктеулік), ойындық, ғылыми-техникалық болып бөлінеді.

Білім аясына қарай модельдер биологиялық, экономикалық, тарихи, әлеуметтік т.б.

Уақыт факторы бойынша модельдер статикалық және динамикалық болып бөлінеді. Статикалық модель объектінің құрылымы мен параметрлерін бейнелейді, сондықтан оны құрылымдық деп те атайды. Ол объектіні белгілі бір уақыттың мезетінде сипаттап, өзі туралы үзік ақпарат береді. Динамикалық модель объектінің қызмет көрсету процесін немесе процестің өзгеруі мен дамуын уақытта бейнелейді.

Кез келген модель нақты түрге, пішініне немесе беру тәсіліне ие, ол әрқашан қандай да бір нәрседен жасалып, қалайда жасалған немесе ұсынылған, сипатталған болады. Бұл тапта, ең алдымен, модельдер материалды және материалды емес болып қарастырылады.

Материалды модельдер – бұл объекттерді модельдеудің материалды көшірмесі. Олар әрқашан нақты түрдегі түрге ие, олар ішкі қасиеттер мен ішкі құрылымдарды немесе объекттің төлнұсқалық әрекетін жаңғыртады. Үлгілер: глобус – жер шары пішініндегі модель, қуыршақ – адамның ішкі түрінің бейнесі, робот – зиянды өндірістегі адам әрекетінің моделі. Материалды модельдеу танып-білудің эксперименталды (тәжірибелі) әдісін қолданады.

Материалды емес модельдеу танып-білудің теориялық әдісін қолданады. Оны өзгеше абстрактілі, кемшіліксіз деп атайды. Абстрактілі модельдер, өз кезегінде, қиялдық және ақпараттық болып бөлінеді.

Ақпараттық модель – бұл объекттің, процесстің немесе құбылыстың жағдайы мен қасиеттерін, сонымен бірге қоршаған ортамен қарым-қатынасын және байланысын сипаттайтын объект туралы ақпараттың жиынтығы.

Ақпараттық модельдер объектін ауызша, мәтін, сурет, кесте, сұлба, сызба, формула т.б. түрінде сипаттап ұсынып береді. Ақпараттық модельді қолмен ұстап көруге болмайды, оның материалды тәні жоқ, ол тек қана ақпараттардан құралған болады. Оны тек қана сипаттау тілінде (белгілер моделі) немесе беру тілінде (көрнекілік моделі) айтуға болады.

Сол бір модельдің өзі бір уақытта әр түрлі бөлінген таптарға қатысты болып келеді. Мысалы, дененің (автокөліктің, оқтың, маятниктің, лифттің т.б. сол сияқтылардың) қозғалысына еліктейтін программа. Мұндай программалар физика (білім аясы) сабақтарында оқыту (қолдану мақсаты) мақсатымен қолданылады. Сол кездің өзінде дененің орналасу жағдайын әр түрлі уақытта есепке алғандықтан, олар динамикалық болып табылады және жзүзеге асыру тәсілі жағынан алгоритмдік болып табылады.

Ақпаратты беру амалдары жағынан ақпараттық модельдер табын тереңірек қарастырайық. Ақпараттық модельдерді беру пішіні (әліппені) кодтау мен материалдық тасымалдаушыға байланысты.

Елестететін (ойша және интуитивтік) модельдеу – бұл объектті ойша беру. Мұндай модельдер адам елесінде қалыптасады және оның саналы қызмет етуіне қосылады. Олар творчестволық процесстердің бір кезеңі бола отырып, әрқашан материалды объекттердің, материалдық және ақпараттық модельдердің жасалуынан алдын болады. Мысалы, сазгердің миындағы музыкалық тақырып – музыкалық шығарманың интуитивтік моделі.

Вербалды модельдеу (белгі модельдеріне қатысты) – бұл ақпараттық модельді табиғи сөйлеу тілінің көмегімен (фонемалар арқылы) беріледі. Сөйлеу түрінде берілетін ойша модель вербалды (латынша verbalize - ауызша) деп аталады. Мұндай модельді беру формасы – хабарламаның ауызша немесе жазбаша берілуі. Әдеби шығармалар, оқу құралдарындағы және сөздіктердегі

ақпараттар, құрылғыларды пайдалану нұсқаулықтары, жолда жүру ережелері үлгілер болып табылады.

Көрнекілік модельдеу (беру тілінен көрінеді) – бұл бейнелер арқылы төлнұсқа қасиеттерін білдіруі. Мысалы, суреттер, көркемөнер сурет, фотографиялар, кинофильмдер. Ғылыми модельдеу кезінде түсініктер көбіне суреттермен кодталады – иконалық модельдеу. Графика құралдарымен берілген ақпараттық модельдер –геометриялық модельдер де осында кіреді. Математикалық модель – объектінің әр түрлі байланыстарын математикалық формулалар мен түсініктер арқылы бейнелейтін ақпараттық модельді беру амалы.

Модельдеу – объект құбылыстарын, процестерін немесе жүйелерін оның модельдерін үйрену мен құру арқылы зерттеу – бұл ғылыми танып-білудің негізгі амалы. Мұндай амал информатикада есептеуіш эксперимент деп аталып, негізгі үш түсінікке сүйенеді: модель - алгоритм - программа. Ақпараттық модель – объектінің, процестің немесе құбылыстың жағдайы мен қасиеттерін, сонымен бірге қоршаған ортамен қарым-қатынасын және байланысын сипаттайтын объект туралы ақпараттың жиынтығы [64].

Модельдеу компьютер көмегімен модельдерді зерттеуге бағытталған кездері оның кезеңдерінің бірі компьютерлік модельдерді өңдеу болып табылады.

Компьютерлік модель – бұл компьютерлік ресурстар есебінен жасалған, модельденіп жатқан объектінің ішкі қасиеттері мен байланыстарын бейнелеуші, кейде оның сыртқы сипаттамасын да беруші сандық және сапалық виртуалды бейне

Компьютерлік модель модельденіп жатқан объектінің әрекетін, құрылысын немесе ішкі түрін электромагнитті сигналдар көмегімен қалпына келтіретін материалды модель болып саналады. Компьютерлік модельді өңдеуден бұрын ойша, вербалды, құрылымдық, математикалық және алгоритмдік модельдер болып өтеді.

Компьютерлік модельдеу өз ішіне компьютерде ақпараттық модельді жүзеге асыру прогресін және осы модельді қолдана отырып модельдеу объектісін зерттеуді – есептеу экспериментін жүргізуді қамтиды. Компьютерлік модельдеу арқылы көптеген ғылыми және өндірістік мәселелер шешіледі.

Ақпараттық модельдеу мәліметтерді модельдеу объектісі туралы рәсімдеуге байланысты. Ақпараттық модельді құру модельде бейнеленетін қасиеттер мен олардың арасындағы қарым-қатынасты ажыратып алуын талап ететін модельдеу объектісін анализдеу мен модельдеу мақсатын күрделі жүйе түрінде анықтаудан басталады. Ақпараттық модельдер модельдеу объектісі туралы ақпаратты беру формасы бойынша ерекшеленеді. Математикалық

модельдер модельдеу объектісін беру үшін математика тілін қолданады. Математикалық модельдердің бір бөлек өзгеше түрі статистикалық модель болып табылады – кездейсоқтық элементі бар бұқаралық мәліметтерді өңдеуге бағытталған (мысалы, тұрғындардан сұрастыру). Кесте түрінде берілген модельдеу объектісі туралы мәліметтер кестелік модельді құрайды. Графикалық модельдерді құру үшін графикалық құралдар қолданылады. Өткен ғасырда пайда болған программалауға объектілік-бағыттау амалы ақпараттық модельдеуде жаңа парадигманы дүниеге келтірді: объектілік-ақпараттық модельдеу. Күрделі жүйелердің тәртібін қалпына келтіретін компьютерлік модельдерді сипаттауға белгілі бір математикалық аппарат жоқ компьютерлі модельдер имитациялық (еліктеу) модельдері деп аталады.

Компьютерлік ақпараттық модельдеу әр түрлі табиғат процесстерін анализдеу мен сипаттау үшін қолданылады. Физикалық ғылымдар бұл бағытта көбірек тәжірибеге ие. Компьютерлік модельдеу экологияның маңызды проблемаларын шешуге көмек береді. Ақпараттық модельдеу экономика мен басқаруда үлкен роль ойнайды. Мәселелерді жоспарлау бұл саланың маңызды міндеттері болып табылады. Компьютерлік модельдеу құралдарымен ғалымдар адам өркениетінің тағдырын шешу сияқты ғаламдық мәселені де шешуге талпынады.

Қазіргі кезде ақпараттық жүйелерді (АЖ) өңдеудің бейнетті кезеңдері анализдеу мен жобалау кезеңдері болып табылады, осы кезеңдер процесінде CASE- амалдары қабылданып жатқан техникалық шешімдердің сапалылығын және жобалық құжаттамаларды дайындауды қамтамасыз етеді. Сонымен бірге, ақпаратты визуалды беру әдісі үлкен роль ойнайды. Заттық саланы графикалық амалдармен модельдеу өңдеушілерге бар болған ақпараттық жүйелерді көрнекі түрде танып-білуге, АЖ-ді қойылған мақсаттар мен қолда бар шектеулермен сәйкесінше басқаша құруға мүмкіндік береді.

CASE-амалдары (Computer Aided Software/System Engineering) – компьютердегі кез келген жүйелерді жобалауға мүмкіндік береді. Құрылымдық-функционалдық және жүйелік анализдеудің қажетті элементі болған CASE амалдар бизнес-процесстерді, мәліметтер қорын, программалық қамтамасыздандыру компоненттерін, ұйымның құрылымы мен қызметін модельдеуге мүмкіндік береді. Жалпы қызмет түрінің барлық саласында қолданылады. CASE- амалдарын қолданудың нәтижесі түрінде – жүйелерді оңтайластыру, шығындарды төмендету, тиімділікті арттыру, кәсіптік тиімділігін төмендету.

Осы сияқты программалардың көптеген түрлері бар. CASE-амалдарының «шамасына қарай» таңдауы – әрбір оқырманның жеке ісі, біз ешқашан, ешбір жағдайда оған өз әсерімізді тигізгіміз келмейді. Біз UML-диаграммаларын құру үшін CASE-амалдарының авторларының көзқарасы

жағынан кейбір көңіл бөлуге тұрарлықтарды қарастырып, тек оның өзіне осы таңдауды бергіміз келеді. Сонымен бірге, нарықтағы мойындалған жетекшілер туралы, олардың "аутсайдерлары" туралы, коммерциялық "монстрлар", және ашық алғашқы коды бар "жеңіл" программалар туралы айтып беруге талпынамыз [65].

3.1 Эвакуациялау мәселелерінің ақпараттық жүйелерін модельдеу мен ақпараттық ресурстарды сипаттау

Зерттеу нысаны ретінде Сәтбаев Қ.И. атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің бас оқу ғимараты алынды.

Алматы қаласындағы жалпы сыйымдылығы 4500 орны бар және 4 баспалдақ орны мен 2 шығысы бар Сәтбаев Қ.И. атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінде (әрі қарай ҚазҰТЗУ) төтенше жағдай кезіндегі эвакуациялау сценарилері қарастырылды. Оқу орнынан студенттерді эвакуациялаудың бағытын, жылдамдығын және уақытын есептеу қажет.

Негізгі міндеттер:

- әрбір аудиториядан әрбір шығыс үшін арақашықтықты есептеу,
- шығыстардың өткізу коэффициентін есептеу,
- әрбір аудиториядағы адамдар санын оқу кестесіне сәйкес есептеу,
- әрбір дәрісхананың артықшылығына сәйкес (егер 2-нен көп болса) әрбір шығысты ұйымдастыру,
- тығыздықты ескере жылдам эвакуациялау үшін тиімді және оңтайлы жол табуға мүмкіндік беретін адамдар ағынын қалыптастыру алгоритмін құру,
- әрбір уақыт мезетінде жүйелі түрде оңтайлы эвакуациялау жоспарын құру алгоритмін іске асыру,
- эвакуациялау ақпараттық жүйесінде әртүрлі форматты техникалық құралдардың үйлесімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету,
- 3D Autodesk Maya ортасында оқу орнынан адамдарды эвакуациялау жүйесі үшін программалық қосымша өндеп шығару.

Өрт қауіпі туған жағдайда әр түрлі сценарийлі эвакуациялау процесін 3D-визуализациялау көрнекілігі мен итерактивті тәртіпте қызметкерлер мен студенттерді эвакуациялау жоспарымен және өрт қауіпсіздігі бойынша нұсқаулығымен таныстыруды жүзеге асыру.

Адамдар ағынын таратуды тиімді модельдеу модулі төмендегі кіріс мәліметтерін қолданады:

1. сабақ кестесі мәліметтер қорынан алынатын деректер негізінде ғимараттың ішкі бөліктерінде адамдарды тарату туралы мәліметтер;

2. стандарт бойынша адамның көлденең кескінінің аудандарының диапазоны;

3. стандарт бойынша психологиялық қобалжушылық жағдайын есепке ала отырып адамдардың еркін қозғалу жылдамдықтарының диапазоны.

Адамдар ағынын таратуды тиімді модельдеу модулінің шығыс мәліметтері өз ішіне мыналарды қамтиды:

1. қарастырылып жатқан ғимараттың ішкі жағынан адамдарды таратудың оңтайлы эвакуациялау жоспары (әр бөлмеге арналған эвакуациялау маршрутының жоспары);

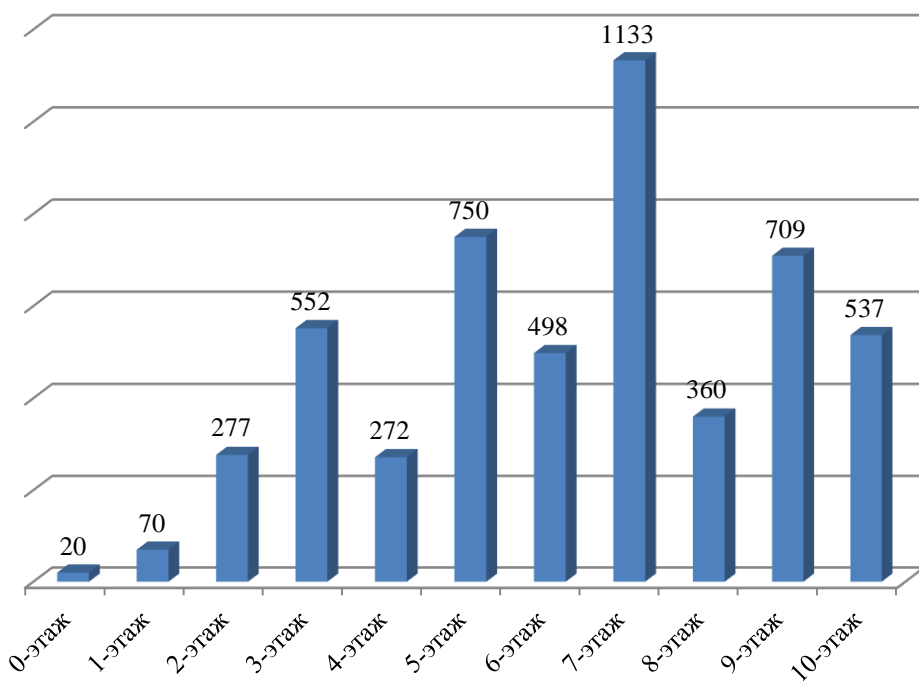
2. оңтайлы эвакуациялау жоспарын жүзеге асыру кезінде жалпы эвакуациялаудың ұзақтығы;

3. белгілі бір уақыттағы әр қабаттағы адамдар ағынының тығыздығы (имитациялық модельдеу тәртібінде программаның жұмыс істеу кезінде).

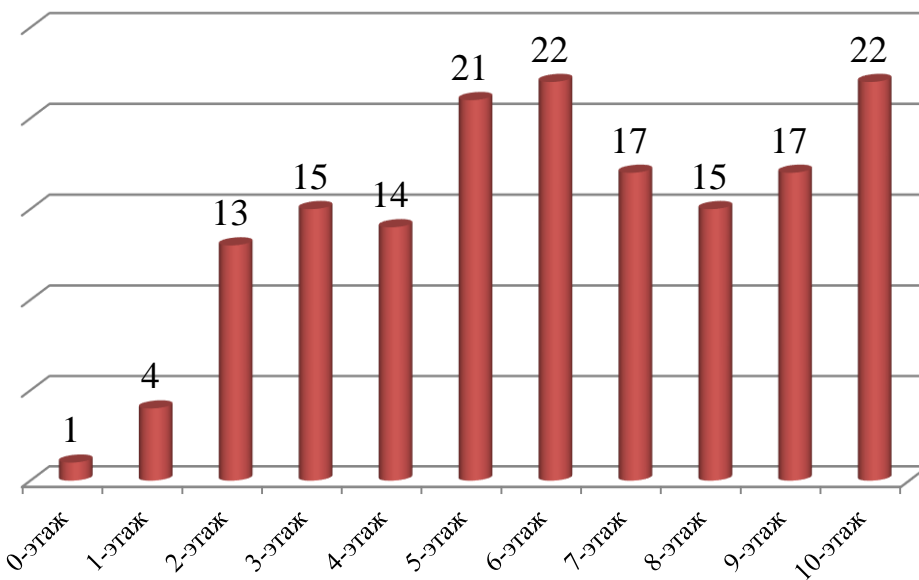
Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-ның сабақ кестесі деректер қорынан апта, сағат, ПОҚ аты жөні, аудиториялар, адам саны туралы мәліметтеріне қысқаша үзінді 3.1-суретте көрсетілген. Аудиториялар деректер қорынан аудиториялар мен қабат бойынша адамдар отыратын орындар саны сурет 3.2-3.3 көрсетілген.

№	День	Время	Ф.И.О ППС	Дисциплина	Инстит	См/Фр	Я/Об	Курс	№ ауд.	местим	Корпус
1	Понедельник	08:00	Абдикаримов М. Н.	Химия	ИАиС	5Б073000	Р	1	1002	20	ГУК
2	Понедельник	08:00	Баймбетов Д. А.	СТП	ИИиТТ	5Б070400	К	2	1010 А	13	ГУК
3	Понедельник	08:00	Барыбаева Р. Р.	Қаз./Рус	ГМИ	5Б070700	К	1	1027	18	ГУК
4	Понедельник	08:00	Жұмашаева С. Т.	Мат.ІV	ИАиС	5Б072200	К	2	1035а	40	ГУК
5	Понедельник	08:00	Құдайбаева К. И.	НГикГ	ИАиС	5Б072900	К	1	1033б	13	ГУК
6	Понедельник	08:00	Мұхшашева Ж. А.	МЗ	ИПИ	5Б071000	К	2	1033а	50	ГУК
7	Понедельник	08:00	Смагова Г. Д.	Мат.ІV	ИПИ	5Б073200	К	2	1035б	34	ГУК
8	Понедельник	08:00	Хусан С. Х.	ХимияІІІ	ИПИ	5Б072200	К	2	1007	46	ГУК
9	Понедельник	09:00	Абдикаримов М. Н.	Химия	ИАиС	5Б073000	Р	1	1002	20	ГУК
10	Понедельник	09:00	Баймбетов Д. А.	СТП	ИИиТТ	5Б070400	К	2	1010 А	13	ГУК
11	Понедельник	09:00	Барыбаева Р. Р.	Қаз./Рус	ГМИ	5Б070700	К	1	1027	18	ГУК
12	Понедельник	09:00	Бегимов Т.	Физика	ИИиТТ	5Б070400	К	1	1035 с	44	ГУК
13	Понедельник	09:00	Джуусова С. М.	ЭД	ИИиТТ	5Б070400	К	3	1010 Б	10	ГУК
14	Понедельник	09:00	Жанжақсинаева Б. К.	Ин.Яз.	ИИиТТ	5Б070300	К	1	1009	30	ГУК
15	Понедельник	09:00	Жұмашаева С. Т.	Мат.ІV	ИАиС	5Б072200	К	2	1035а	40	ГУК
16	Понедельник	09:00	Именов И. М.	МЗвМ	ИПИ	5Б071200	К	1	1015	30	ГУК
17	Понедельник	09:00	Қайназарова Р. Н.	Химия	ИБТуУР	5Б060800	Р	1	1004	20	ГУК
18	Понедельник	09:00	Қайназарова Р. Н.	Химия	ИБТуУР	5Б070100	Р	1	1004	20	ГУК
19	Понедельник	09:00	Құдайбаева К. И.	НГикГ	ИАиС	5Б072900	К	1	1033б	13	ГУК
20	Понедельник	09:00	Мұхшашева Ж. А.	МЗ	ИПИ	5Б071000	К	2	1033а	50	ГУК
21	Понедельник	09:00	Попова И. Е.	АиОП	ИИиТТ	5Б070400	Р	1	1023	41	ГУК
22	Понедельник	09:00	Рымсмендеева Г. С.	ОП	ИИиТТ	5Б070400	Р	2	1014	21	ГУК
23	Понедельник	09:00	Смагова Г. Д.	Мат.ІV	ИПИ	5Б073200	К	2	1035б	34	ГУК
24	Понедельник	09:00	Хусан С. Х.	ХимияІІІ	ИПИ	5Б072200	К	2	1007	46	ГУК
25	Понедельник	10:00	Албаева Ж. Т.	ССиПРН	ИГиНД	6М072100	Р	1	1016	15	ГУК
26	Понедельник	10:00	Балакаева Г. Т.	Анал.хим	ИБТуУР	5Б072000	К	1	1007	46	ГУК
27	Понедельник	10:00	Балакаева Г. Т.	Анал.хим	ИГиНД	5Б072100	К	1	1007	46	ГУК
28	Понедельник	10:00	Барыбаева Р. Р.	Қаз./Рус	ГМИ	5Б070700	К	1	1027	18	ГУК
29	Понедельник	10:00	Бегимов Т.	Физика	ИИиТТ	5Б070400	К	1	1035 с	44	ГУК
30	Понедельник	10:00	Бегимов Т.	Физика	ИИиТТ	5Б070400	К	1	1035 с	44	ГУК

Сурет 3.1 – Сабақ кестесі деректер қорынан үзінді



Сурет 3.2 – Қабаттар бойынша орындар саны



Сурет 3.3 – Қабаттардағы аудиториялар саны

3.2 Ақпараттық жүйенің талаптарды талдау және тұжырымдамалық сұлбасы (концептуалды схемасы) (прецеденттер диаграммасы)

Ақпараттық жүйені құру процесінде дәстүрлі тәсіл екі түрлі көзқарастан туған – компьютерлік пен қолданушы көзқарасы жағынан – мәліметтердің анықталуына алып келеді

Қолданушы көзқарасы (сыртқы сұлба) жағынан мәліметтердің анықталуы сараптаулар мен есептемелер мән мәтінінде ұсынылады. Олардың құрылымы қызмет ету саласына, тұтынушының болмысты қабылдау ерекшелігіне т.б. байланысты.

Компьютерлік көзқарасы жағынан (ішкі сұлба). Бұл тәсіл белгілі бір құрылымға ие кодталған мәліметтер жиынтығын сақтауға мүмкіндік береді. Мәліметтер файлдарда жазба және жол тірінде немесе тізім түрінде сақталады. Бірақ мәліметтерді файл түрінде сақтау кезінде кейбір модельдерді құру, оны жазу, байланыс құру т.б. қажет.

Мәліметтерді анықтау үшін ақпараттық құрылымның көзқарасы жағынан үшінші тәсіл де бар, атап айтқанда, тұжырымдамалы сұлба деп аталатын тәсіл. Мұндай анықтаулар былай түйіседі:

- таңдалған пәндік салада мәліметтерді біріңғай анықтау;
- мәліметтерге қол жеткізу мен оларды сақтаудың физикалық тұрғыдан жүзеге асырылуындағы тәуелсіздік;
- ол белгілі бір нақты қолдануға бағдарланбаған.

Мәліметтерді анықтаудың берілген кезеңіде ақпараттық объекттер таңдалады да, олардың сипаттамалары сипатталады, объекттер арасындағы байланыстар анықталады.

Тұжырымдамалық сұлба негізінде таңдалған пәндік саланың тұжырымдалу моделі құрылады.

Тұжырымдамалы модель пәндік салаға қатысты қолданушы көзқарасының берілуі болып табылады, сонымен бірге ол техникалық шешімнен, және ДҚБЖ программалық қамтамасыз етуден тәуелсіз болады. Сонымен бірге, ол үш маңызды қасиетке ие:

1. пәндік саланың инфрақұрылымымен келісілген;
2. тұрақты, оның кеңеюі кезінде жаңа мәліметтер алдыңғыларды ешбір өзгеріссіз жағдайында анықталады;
3. қолданушының және мәліметтерді сақтау құрылымының көзқарасы жағынан бейімделгіш.

Тұжырымдамалы сұлба көзқарасы жағынан мәліметтердің анықталу қажеттігі бізді негізін семантика қалаған мәліметтерді модельдеудің жаңа әдістемесіне алып келеді, атап айтқанда, мән мәтіндерде олардың басқа мәліметтермен өзара әрекеттестігі мәліметтерді түсіндіруге алып келеді.

Семантикалық модель сақталған белгілердің шынайы өмірмен (мәліметтер моделі кез келген пәндік саланың шынайы өмірін бейнелейді) ара қатынасын белгілеуін көрсететін абстрактілі сұлба болып табылады.

Тұжырымдамалы сұлба мәліметтерінің негізгі түсініктеріне тоқтайық:

1. Болмыстар

- идентификатордан тәуелсіз,
- идентификатордан тәуелді.

2. Қарым-қатынас

- идентификациялау байланыс қарым-қатынасы,
- идентификацияланбайтын байланыс қарым-қатынасы,
- категориялау қарым-қатынасы,
- жалпы қарым-қатынас.

3. Атрибуттар / кілттер

- Атрибуттар,
- Алғашқы кілттер,
- Балама кілттер,
- Сыртқы кілттер.

Болмыс сипаттамасы немесе атрибуттары бар көптеген нақты немесе абстрактілі объектерді суреттейді.

Егер болмыстың әрбір нұсқасы өзге болмыстармен қарым-қатынасын анықтамай тәуелсіз біркелкі идентификацияланатын болса, онда болмыс идентификатордан тәуелсіз болып табылады.

Егер болмыстың нұсқасы оның қарым-қатынасының өзге болмыстармен қарым-қатынасына байланысты тәуелді біркелкі идентификацияланатын болса, онда болмыс идентификатордан тәуелді болып табылады.

Болмыс блокпен, бұрыштары тік тәуелсіз, дөңгелектелген бұрыштарымен тәуелді бейнеленеді

Әрбір болмысқа бірегей аты беріледі.

Ережелер:

1. Әр бір болмыс бірегей атына ие болуы керек.
2. Болмыс өзіне тиісті немесе өзіне қарым-қатынас арқылы мұраға қалған бір немесе бірнеше атрибуттарына ие
3. Болмыс өзінің әрбір нұсқасын біркелкі идентификациялайтын бір немесе бірнеше атрибуттарына ие (Алғашқы немесе балама кілттер)
4. Әрбір болмыс өзге модель болмыстарымен кез келген мөлшерде қарым-қатынаста ие болуы мүмкін
5. Егер ішкі болмыс кілті алғашқы кілт түрінде қолданылса, онда болмыс идентификатордан тәуелді немесе керсінше, егер сыртқы кілттің бір

бөлігі ғана қолданылса немесе мүлдем қолданылмаса, онда болмыс идентификатордан тәуелсіз [71].

Пәндік саланың талдау технологиясы.

Мәліметтер қорын жобалаудың ең бірінші кезеңі тұжырымдамалы сұлбаны құрумен аяқталатын пәндік саланы талдау болып табылады. Пәндік саланы талдау мәліметтер қоры жүзеге асырылатын техникалық және программалық ортаға байланысты емес.

Пәндік саланы талдауды үш кезеңге бөлген ақылға қонымды, ол мыналар:

- 1) ақпараттық сұраныстар мен тұжырымдамалық талаптарды талдау;
- 2) ақпараттық объектерді немесе болмыстарды және олардың арасындағы байланыстарды табу;
- 3) пәндік саланың тұжырымдамалық моделін құру мен мәліметтер қорының тұжырымдамалық сұлбасын жобалауға.

Ақпараттық сұраныстар мен тұжырымдамалық талаптарды талдау.

Өңделіп жатқан ақпараттық жүйеге тұтынушылардың қоятын талаптары әдетте сұрақтар тізімі, нұсқама мен әрекет түрінде беріледі. АЖ өңдеушісі бұл мәліметтерді әдетте болашақ қолданушының өзінен алады, осы жерде енгізу, жөндеу және ақпаратты хабарлау талаптары анықталады.

Толықтырылған немесе бар болған мәселелерді талдау кезінде тұтынушылардың қойған талаптары анықталады және толықтырылады

Пәндік саланың тұжырымдамалық моделін құру. Пәндік саланы талдаудың қорытынды фазасы оның ақпараттық құрылымын жобалаудан немесе тұжырымдамалық модельден тұрады. Тұжырымдамалы модель қарастырылып жатқан пәндік салада қызығушылық тудыратын, және мәліметтерді талдаудың нәтижесінен шығатын объектердің сипаттамасы мен олардың өзара байланысын қамтиды

Тұжырымдамалы модель пәндік саланы жүйе тұтынушыларының ақпараттық қызығушылықтарын есепке ала отырып құрылымдау үшін қолданылады. Ол ақпараттық мазмұнын жүйелеуге мүмкіндік береді, сонымен бірге «жоғарыға көтеріліп» оның кейбір бір бөлек элементтерін көруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, тәптіштеу деңгейі таңдалған модельге байланысты.

Тұжырымдамалық модель тұтынушы пән саласына өз көзқарасын беруші болып табылады да, сонымен бірге ол не техникалық шешімнен, не ДҚБЖ программалық қамтамасыз етуден тәуелсіз болады.

Тұжырымдамалық модель тұрақты болуы керек. Қолданбалы программалар, өңделіп жатқан мәліметтер өзгеруі мүмкін, оларды физикалық сақтау ұйымы өзгеріп отырады, ал тұжырымдамалық модель өзгермеген қалпын сақтап қалады.

Тұжырымдамалық сұлбаның көп тараған модельдерінің бірі «болмыс - байланыс» моделі. Берілген модельдің негізгі құрамдаушы бөліктеріне болмыс пен байланыс кіреді.

Болмыс дегенде объектінің негізгі мазмұны түсінеміз, ол туралы ақпараттар жиналады. Болмыс түрінде орын, зат, жеке тұлға, құбылыс көрінуі мүмкін.

Тұжырымдамалық модель пән саласының объектісін және олардың арасындағы өзара байланысты физикалық сақтау амалының көрсетілуінсіз беріледі.

Тұжырымдамалық модельді жобалау кезінде барлық күш тек қана мәліметтерді құрылымдандыру мен олардың арасындағы өзара байланыстарды анықтауға бағытталған болуы керек.

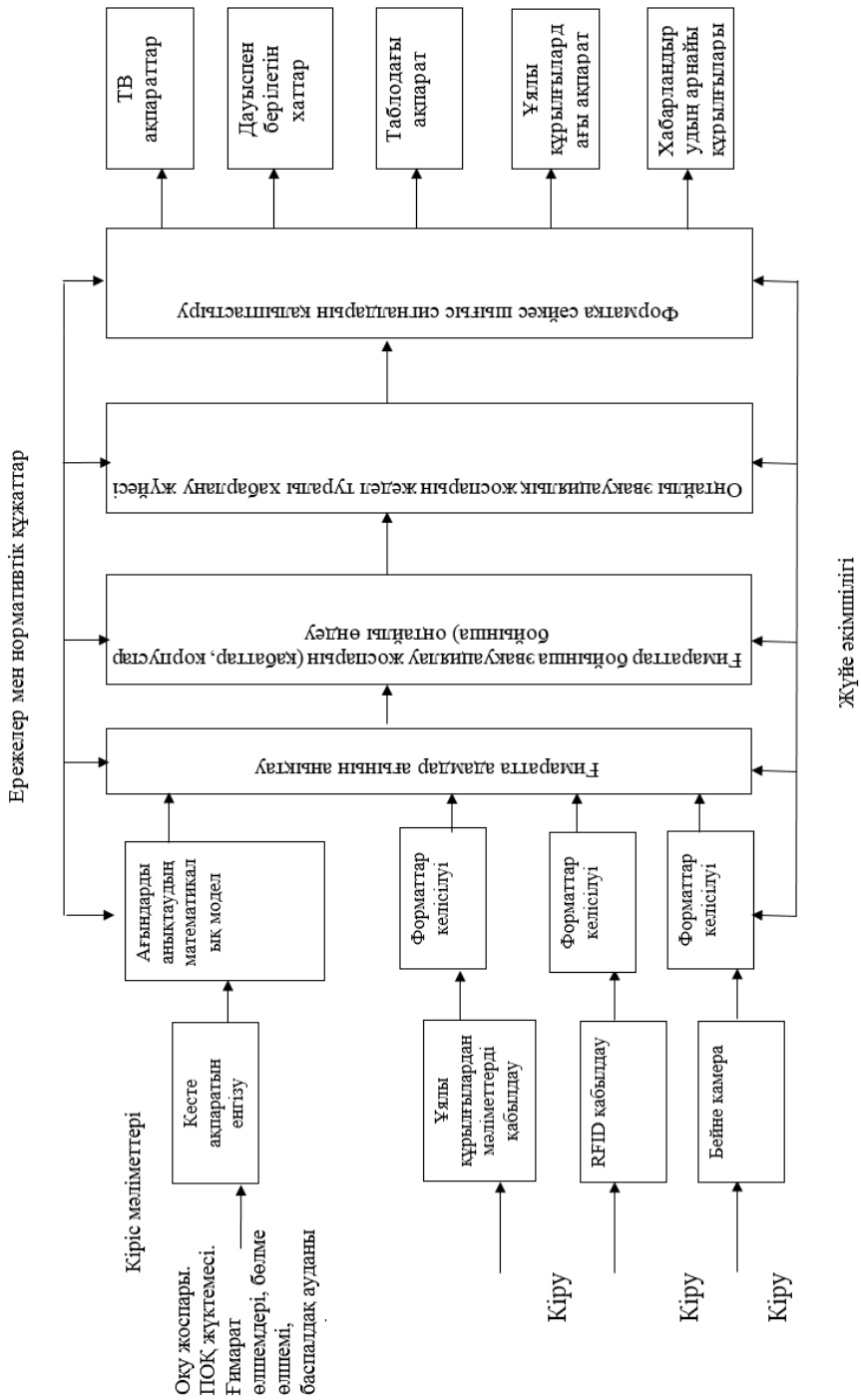
Жүйенің тұжырымдамалық моделі әрі қарай логикалық және физикалық иодельдер арқылы айқындала түсуі мүмкін.

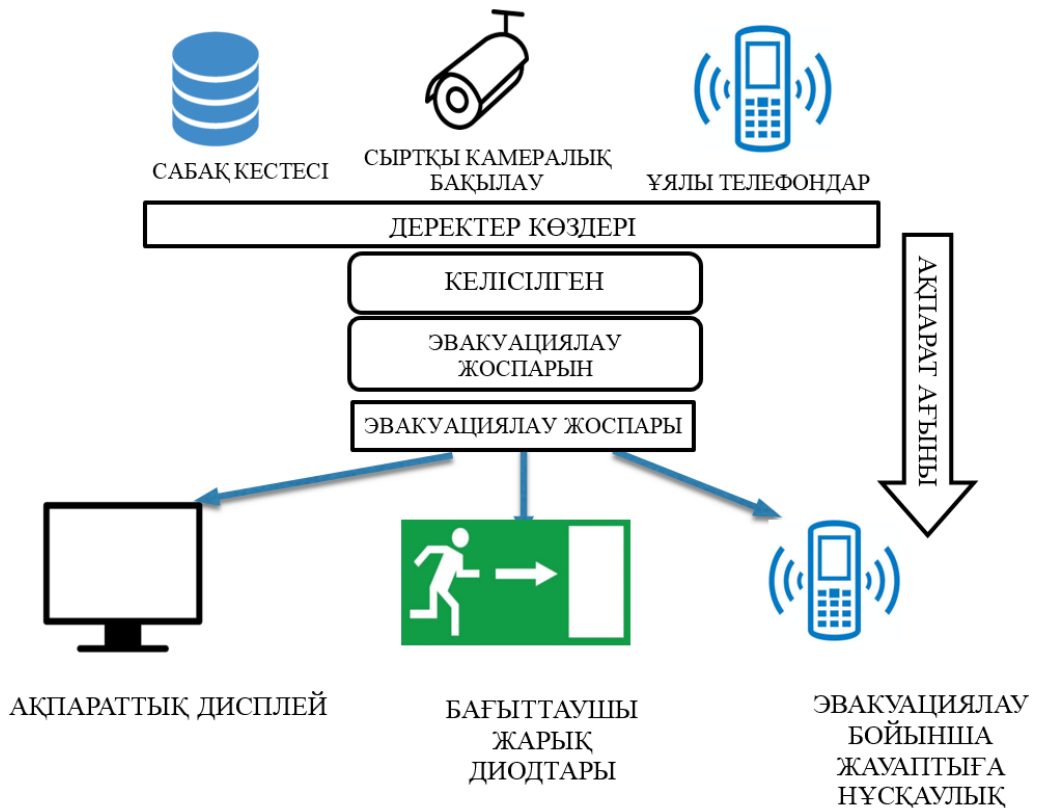
Логикалық модель мәліметтер элементтерінің арасындағы логикалық байланыстарын олардың мазмұны мен сақтау ортасына байланыссыз түрде бейнелейді.

Логикалық модель реляциялық, иерархиялық, желілік болуы мүмкін.

Физикалық модель мәліметтердің орналасуын, қол жеткізу әдісін және индекстеу техникасын анықтайды да, жүйенің ішкі моделі деп аталады.

Заманауи ДҚБЖ физикалық жобалау тапсырмаларын орындау автоматты түрде жүзеге асырылады [57].





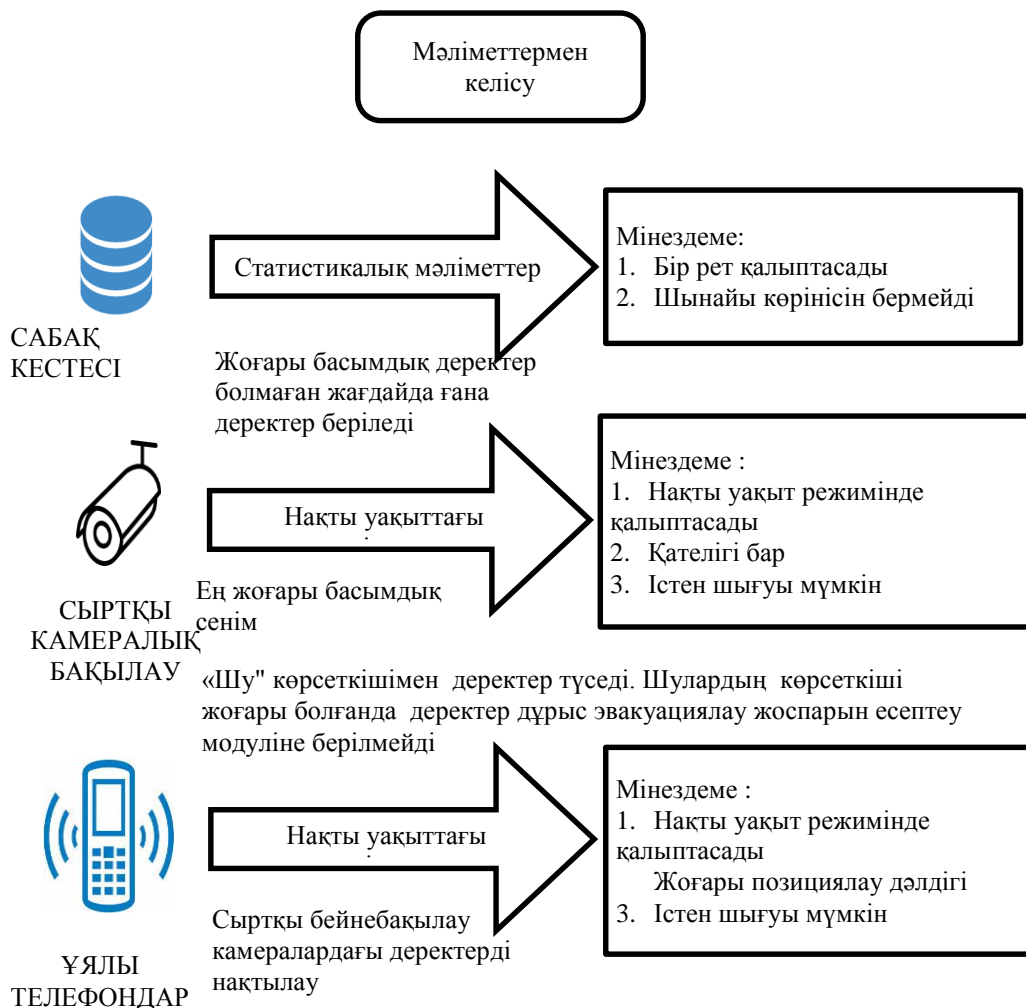
Сурет 3.5 – Эвакуациялау жүйесінің әртіптік сұлбасы

Ақпараттық дисплей - ол есептеу бірлігі эвакуациялық жоспар алған мәліметтер негізінде есептелген оңтайлы бағыты ағымдағы эвакуация жоспарын көрсетеді.

Бағыттаушы жарық диодтары - ғимарат ішінде төтенше жағдайда жандандыру кезінде іске қосылады.

Ұялы телефон - эвакуациялау бойынша жауаптыға нұсқаулық. Эвакуациялауда қозғалыс бағытының оңтайлы жоспары беріледі.

Ғимарат ішіндегі учаскелерінде қалған адамдардың саны туралы ақпарат беріледі.



Сурет 3.5 – Эвакуациялау жүйесіндегі техникалық құралдар әрекетінің сұлбасы

Сабақ кестесі - жоғары басымдық деректер болмаған жағдайда ғана аудиториялардағы адам саны туралы жалпы ақпарат береді.

Сыртқы камералық бақылау - ақпараттық жүйенің ішкі техникалық құрауышы. Адамдар ағынын дәлірек алуға мүмкіндік береді. «Шу» көрсеткішімен сипатталады. Шулардың көрсеткіші жоғары болғанда деректері эвакуациялау жоспарын есептеу модуліне берілмейді. Мысалы, өрт жағдайында, аудиториялар мен дәліздерде қалың түтін кезінде тиімсіз.

Ұялы телефондар - сыртқы бейнебақылау камераларындағы деректерді, кесте бойынша алынған деректерді дәлдеуде қолдануы мүмкін. Бірақ жеке дара "Ұялы телефон" эвакуациялау сценаріі орындалуы мүмкін. Жекелеген адамдарды, жалпы ағынды есепке алуда тиімді.

Интеграциялық ішкі жүйелер мен олардың сигнал беру хаттамалары.

Бейнебақылау жүйесі:

- RTSP (Real Time Streaming Protocol) бақылау хаттамасы және видеоағымды беру, HTTP/SOAP.

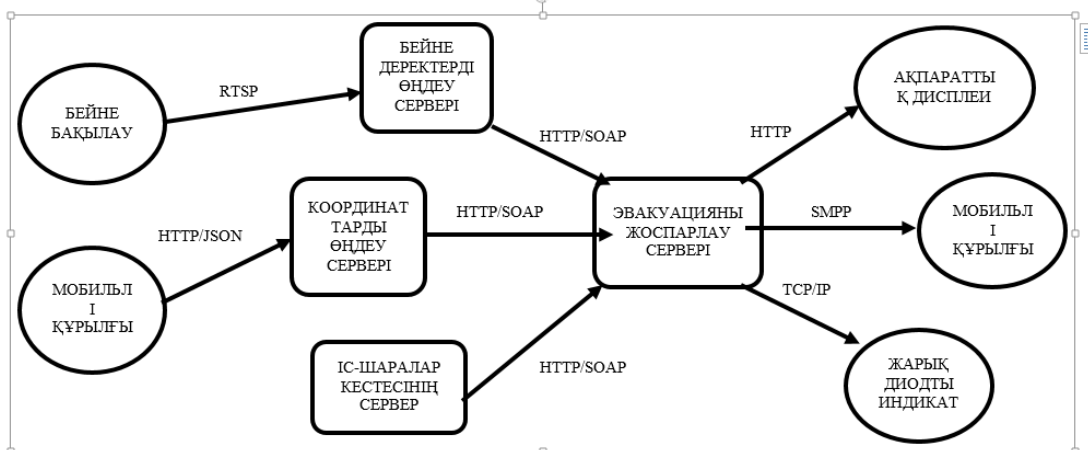
Жергілікті позициялау жүйесі: HTTP/JSON.

Кесте жүйесі: HTTP/SOAP.

Ақпараттық дисплей: HTTP.

SMS-хабарлама: SMPP (Short message peer-to-peer).

Жарықдиодты индикаторлары: TCP/IP.



Сурет 3.6 – Интеграциялық ішкі жүйелер мен хаттамалар

Бейне бақылау жүйесі: кескіндерді өңдеу серверіне бейне бақылау камераларынан деректер беріледі, ары қарай әрбір учаскедегі адамдардың санын есептейді, сызбамен келісілген модель бойынша деректер суреттерді өңдеу серверінде сақталады, SOAP хаттамасы бойынша учаскелердегі адамдар санын кескіндерді өңдеу серверінде жариялайды.

Жергілікті позициялау жүйесі: ғимаратта HTTP хаттамасымен тіркелген объектілерінің деректері мобильді құрылғылардан тұрады.

JSON форматында беріледі, координаттарды өңдеу сервері SOAP хаттамасы бойынша учаскелердегі адамдар санын жариялайды.

Оқу кестесі жүйесі: HTTP/SOAP хаттамасы бойынша тіркелген объектілер іс-шаралар кесте жүйесінен деректер беріледі., іс-шаралар оқу

кесте сервері SOAP хаттамасы бойынша учаскелердегі адамдар санын жариялайды.

Ақпараттық дисплеі: барлық ақпараттық дисплейлер ғимаратта орналасқан ақпараттық жүйеде тіркелген, HTTP хаттамасы бойынша әрбір ақпараттық дисплейге жеке оңтайлы жоспар сызылған суреттер беріледі.

Мобильлі құрылғы: тіркелген барлық объектілер жүйесіне шұғыл эвакуациялау және жиналу орны туралы хабарлама жіберіледі.

Жарық диодты индикаторлар: әрбір учаске үшін эвакуациялау жоспарын өндеу серверінен TCP/IP хаттамасы бойынша жарық диодты индикатор контроллерге сигналдар беріледі. Деректер пішімі: +1 –оңға, -1 – солға, 0 - жарық диодты сөндіру.



Сурет 3.7 – Эвакуациялау жүйесінің ақпараттық техникалық құрамы

UML – бұл объектілі-бағытталған жүйелерді құжаттандыру, жобалау, көрнектілеу мен сипаттау үшін модельдеудің біріңғайланған графикалық тілі. UML программалық құралдарды объекттік-бағыттау амалдарының негізінде модельдеу процесін қолдауға, программалық және тұжырымдамалық түсініктерді ұйымдастыруға, күрделі жүйелердің масштабтау проблемаларын көрсетіп беруге арналған.

Бизнес процестерді модельдеу бизнес пен олардың арасындағы өзара байланыстың сыртқы және ішкі компоненттерін зерттеуді топшылайды. UML –де алынған мәліметтерді құжаттау үшін бизнес модель қолданылады.

Бизнес-процестерді модельдеу шешімі жобаның басқа қалған бөлімдеріне арналған мәнмәтінді орнату болған өңдеудің сәйкестендіру процесінің бірінші кезеңі болып табылады. Жүйені жобалау кезінде бизнес-процестерді модельдеу жүйені құрудың негізгі қозғаушы себептері туралы ұмытпауға көмек береді [68].

Ақпараттық жүйедегі орындалатын сценарилер, ақпараттық модельдер, жобалау процесінің кейбір шешімдері CASE- құралы Rational Rose көмегімен . (3.5-суретте) іске асырылған.

Ойнайтын адам (actor) – бұл тұтынушының жүйеге байланысты роль ойнауы. Ойнайтын адамдар нақты адамдар немесе жұмыс атауларын ойнамайды, олар рольдерді белгілейді. Пайдалану нұсқаларында олар стильге келтіретін адамдар фигуркалары түрінде бейнеленгеніне қарамастан, ойнайтын адамдар желі мәліметтерінен кейбір ақпараттар қажет болған ішкі жүйе де бола алады(мысалы, Жүйе есебі). Жүйе диаграммасында ойнайтын адамдарды тек олардың өздеріне кейбір пайдалану нұсқалары анық керек болған кезде ғана көрсетуге болады.

Пайдаланудың барлық жолдары жүйенің функционалдылығына қойылатын ішкі талаптармен байланысты. Егер Есепке алу жүйесіне файл қажет болса, онда бұл талап орындалуы қажет болады. Пайдалану нұсқаларын әрқашан жүйенің ойнаушы адамдарымен бірлікте тұтынушылардың нақты мәселелерін анықтай отырып, сонымен бірге осы мәселелерді шешудің балама амалдарын қарастыра отырып анализдеу қажет.

Ойнаушы адамдар пайдалану нұсқаларына қатысты әр түрлі рольдерді ойнай алады. Олар оның нәтижелерін қолдана алады немесе олардың өздері онда қатыса алады. Ойнаушы адамдардың әр түрлі маңызды рольдері оның байланыстарының қалай қолданылуына байланысты.

Жақсы дереккөзбен пайдалану нұсқаларын идентификациялау үшін ішкі оқиғалар қызмет атқарады. Сыртқы әлемде болып жатқан барлық оқиғаларды санап шығудан бастаған жөн, оған жүйе қалай болса да жауап қайтарады. Қандай да бір нақты оқиға тұтынушылардың араласуын талап етпейтін жүйеден жауап алады немесе керсінше тек қана тұтынушының жауабын шақыруы мүмкін. Оқиғаларды жауап беру қажеттілерге сәйкестендіру пайдалану нұсқаларын ажыратып алуға мүмкіндік береді.

Пайдалану нұсқалары программалық қамтамасыздандыруға (ПҚ) қойылатын талаптарын қалыптастыру сатысында қажетті амал болып табылады. Әр бір пайдалану нұсқасы – бұл жүйеге қойылатын потенциалды талап болып табылып, ол анықталмағанша, оның жүзеге асуын жоспарлау мүмкін емес.

Пайдалану нұсқасы (прецеденттер диаграммасы) қандайда бір сыртқы объектілер (қолданушылар) талап ететін әрекеттерге не оқиға түрінде жүйе берген жауап орындалатын әрекеттердің (транзакциялар) бір тізбегін береді. Пайдалану нұсқасы қолданушы мен жүйе арасындағы өзара әрекеттестікті сипаттайды. Мысалы, қарапайым мәтіндік процессорды пайдаланудың екі нұсқасы – «кейбір мәтінді жартылай қалың жасау» және «индексті жасау».

Мұндай қарапайым үлгінің өзінде пайдалану нұсқаларының бір қатар қасиеттерін бөліп алуға болады: ол тұтынушыларға арналған кейбір анық қызметті қамтиды, мүмкін кіші түрдегі қызметті, мүмкін айтарлықтай ірі қызметтерді қамтуы мүмкін, әр қолданушыға тиісті кейбір мәселелерді шешеді. Қарапайым жағдайда пайдалану нұсқасы қолданушының қалаған қызметін жүзеге асыру үшін қолданушымен қызметті талқылау процесінде анықталады

Сыртқы объект (actor) – бұл қолданушының жүйеге байланысты роль ойнауы. Актерлер нақты адамдар немесе жұмыс атауларын ойнамайды, олар рольдерді белгілейді.

Пайдалану нұсқаларында олар стильге келтіретін адамдар фигуркалары түрінде бейнеленгеніне қарамастан, ойнайтын адамдар желі мәліметтерінен кейбір ақпараттар қажет болған ішкі жүйе де бола алады. Пайдалану нұсқасы диаграммасында актерлер тек олардың өздеріне кейбір пайдалану нұсқалары (прецеденттер) анық керек болған кезде ғана көрсетуге болады.

Пайдаланудың барлық жолдары жүйенің функционалдылығына қойылатын ішкі талаптармен байланысты. Егер Есепке алу прецеденттер файл қажет болса, онда бұл талап орындалуы қажет болады. Пайдалану нұсқаларын әрқашан жүйенің актерларымен бірлікте қолданушылардың нақты мәселелерін анықтай отырып, сонымен бірге осы мәселелерді шешудің балама амалдарын қарастыра отырып талдау қажет

Актерлар пайдалану нұсқаларына қатысты әр түрлі рольдерді ойнай алады. Олар оның нәтижелерін қолдана алады немесе олардың өздері онда қатыса алады. Актерлардың әр түрлі маңызды рольдері оның байланыстарының қалай қолданылуына байланысты.

Жақсы дерек көзбен пайдалану нұсқаларын идентификациялау үшін ішкі оқиғалар қызмет атқарады. Сыртқы әлемде болып жатқан барлық оқиғаларды санап шығудан бастаған жөн, оған жүйе қалай болса да жауап қайтарады. Қандай да бір нақты оқиға тұтынушылардың араласуын талап етпейтін жүйеден жауап алады немесе керсінше тек қана тұтынушының жауабын шақыруы мүмкін. Оқиғаларды жауап беру қажеттілерге сәйкестендіру пайдалану нұсқаларын ажыратып алуға мүмкіндік береді.

Пайдалану нұсқалары программалық қамтамасыздандыруға (ПК) қойылатын талаптарын қалыптастыру сатысында қажетті амал болып

табылады. Әр бір пайдалану нұсқасы – бұл жүйеге қойылатын потенциалды талап болып табылып, ол анықталмағанша, оның жүзеге асуын жоспарлау мүмкін емес.

3.3 Ақпараттық жүйені динамикалық модельдеу (тізбектер диаграммасы)

Жұмыс процесстерінің модельдері жұмыстың орындалуын ұйымдастыруына және адамдар роліне көңіл бөлуді қоштайды ұштайды, ал ақпаратты сақтау мен өңдеу екінші кезекте болады.

Мәліметтер ағынының модельдері.

Мәліметтер ағынының модельдері алдыңғы типті еске түсіреді, дегенмен бұл жерде көңіл бизнес-жүйелерге емес, негізінен ақпараттық жүйелерге көңіл бөлінеді. Бұл модель мәліметтер қоржынын (data stores) сипаттайды, сонымен бірге мұнда әрқашан болатын ақпаратты (бұл компьютердегі мәліметтер қоры немесе құжаттары бар кабинет қана болуы мүмкін), осы ақпараттармен жұмыс жасайтын процессорларды және мәліметтерді бір процессордан екіншісіне өткізіп отыратын мәліметтер ағынын сипаттайды.

Объектілік модельдер.

Объектілік модельдер динамикалық компоненттерден тұрған сияқты, статикалық компоненттерден де тұрады. Объектті анықтаудың динамикалық немесе мінез-құлықтық бөлігі әр объектінің не істегені немесе істей алу мүмкіндігіне, осы үшін объектінің әрекеттерін сипаттаушы әдістер мен операциялар жиынтығын ұсына отырып шоғырланған.

Объектінің тіршілік циклы.

Объектінің тіршілік циклы (UML тілінде бұл объектінің тіршілік сызықтары деп аталады) жеке объектілерге көңіл бөлуді ұштайды, бірақ біртұтас амалды ұстанады. Олар объектіге өмірлік цикл кезінде бойы не болып жатқанын сипаттайды: оның қалай жасалуын, онымен қандай оқиғалар болатынын, ол осы оқиғаларға ол қалай мән беретінін және ең соңында оны қандай жағдайлар құртатынын сипаттайды.

Объектінің тіршілік циклдары модельдің аяқталуын бағалау үшін өте пайдалы. Мән берушілікті акценттеу үрдісі жиі бақыланады, тек кейбір оқиғаларда ғана өзгелердің есебінен бақыланады. Әр объектінің қандай жол арқылы жүйеге түскенін және оның одан қалай жойылып кеткенін біліп алмай тұрып, ол туралы ешқандай толық түсінікке ие бола алмаймыз.

Пайдалану нұсқалары.

Пайдалану нұсқалары (use cases) тұтынушының өзіндік ерекшелігі бар мәселелерінің орындалуын талдайды. Пайдалану нұсқасы процестің моделін

еске түсіреді, дегенмен жалпы алғанда, белгілі бір нақты тұтынушының қызметіне мән беруді негіздейді.

Пайдалану нұсқалары іскерлік белсенділікті модельдеу кезеңінде пайдалы болғаны сияқты ақпараттық жүйелердің ішкі жүріс-тұрысын сипаттау кезінде де пайдалы бола алады. Екі деңгейдің орнынан жылжуы қауіп-қатерлердің бір түрі болып табылады. Ең жақсысы мұны істемеген дұрыс, себебі олар әр түрлі дәрісханалардың қызығушылығын танытады.

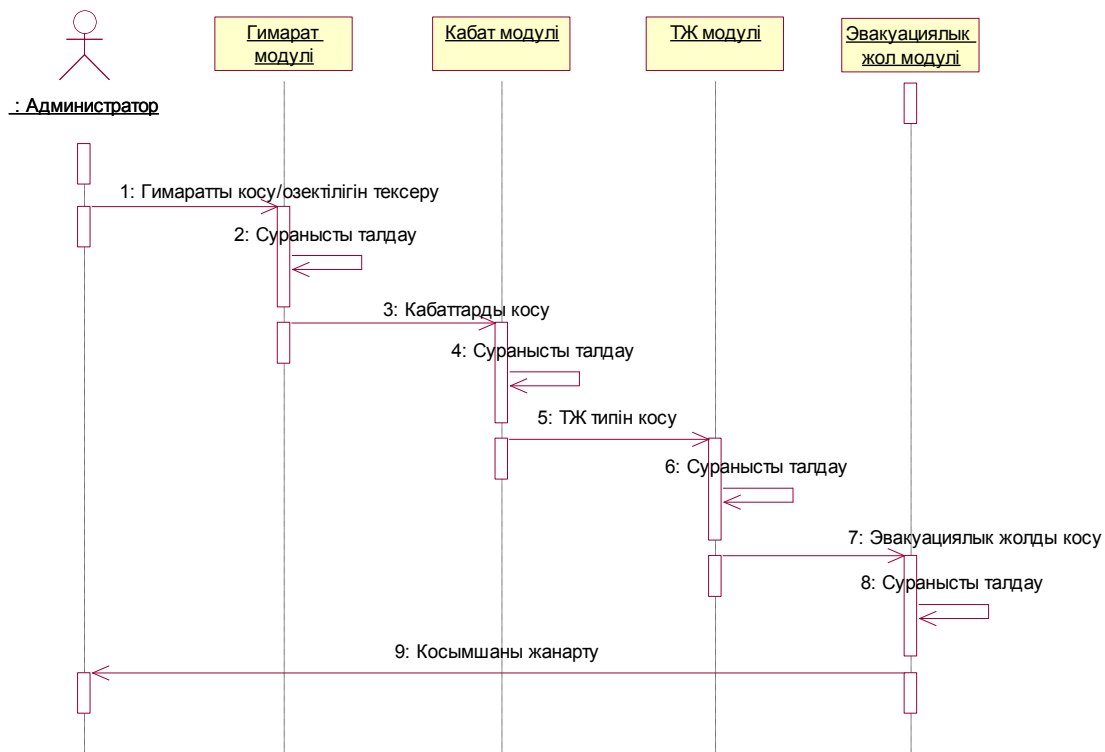
Пайдалану нұсқасы түрде берілген қолданбалы интерфейснің диалогы тұтынушы қандай ақпаратты жүйемен ауысатынын, әйтпесе экранда қалай берілгенін сипаттайды. Бұл ұсыну ерекшеліктерден ақпараттық мазмұны бөлек болған XML табиғи түрде жүзеге асуына алып келеді

Объекттің өзара әрекеттестік диаграммасы.

Объекттің өзара әрекеттестік диаграммасы деректер ағынына қарағанда, объектілердің арасындағы хат алмасуыларын талдап тексерудің жіңішке деңгейінде талдаудауға мүмкіндік береді.

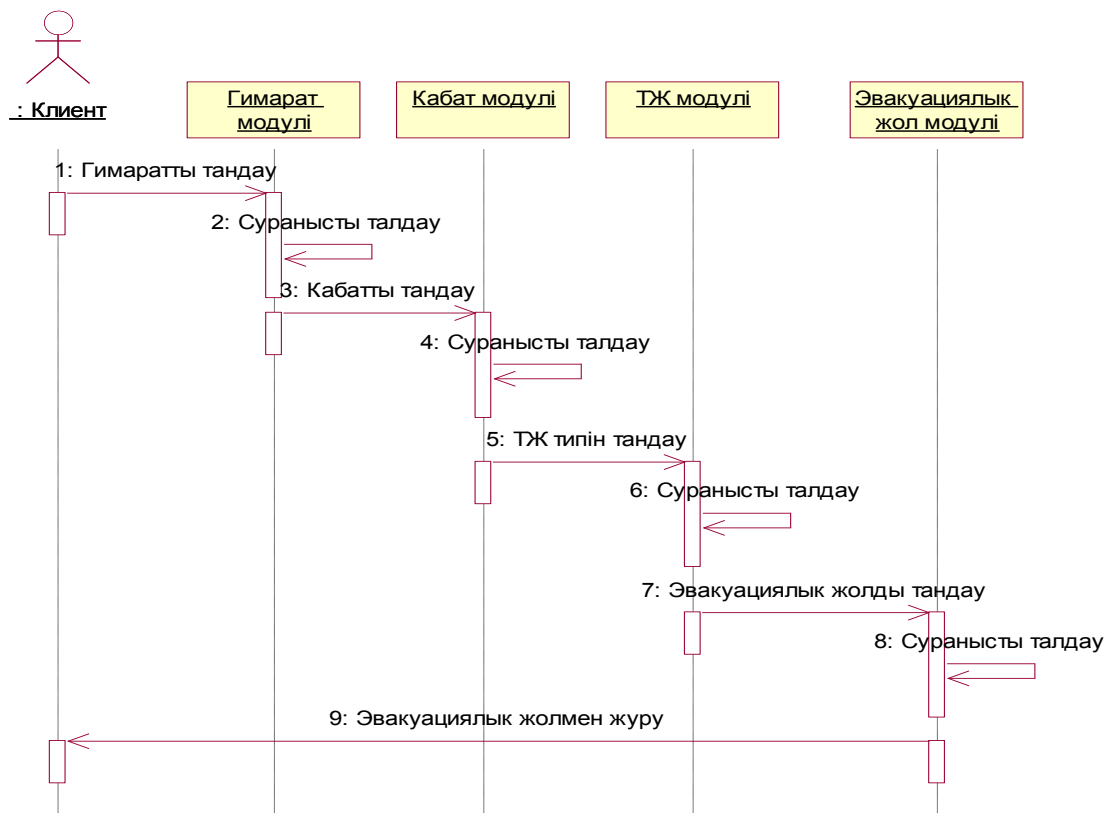
Егер әр түрлі жүйелердің арасындағы өзара әрекеттестікті сипаттау талап етілсе, объекттің өзара әрекеттестік диаграммасы маңызды болып табылады. Ол қай ақпарат қандай хабарламада орналасқанын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл хабарламалар XML тілінде жазылғандықтан, объекттің өзара әрекеттестік диаграммасы бізге әрбір жеке хабарламаның XML құрылымын жобалау үшін талап етілетін мәнмәтін береді.

Жүйелілік диаграммасында (3.6-суретте) программалық код өзгерген кезде жүйе әкімшісі әрекеттерінің жүйелі орындалу процесі берілген.



Сурет 3.6 – Жүйе әкімшісі әрекеттерінің тізбектеле орындалу диаграммасы

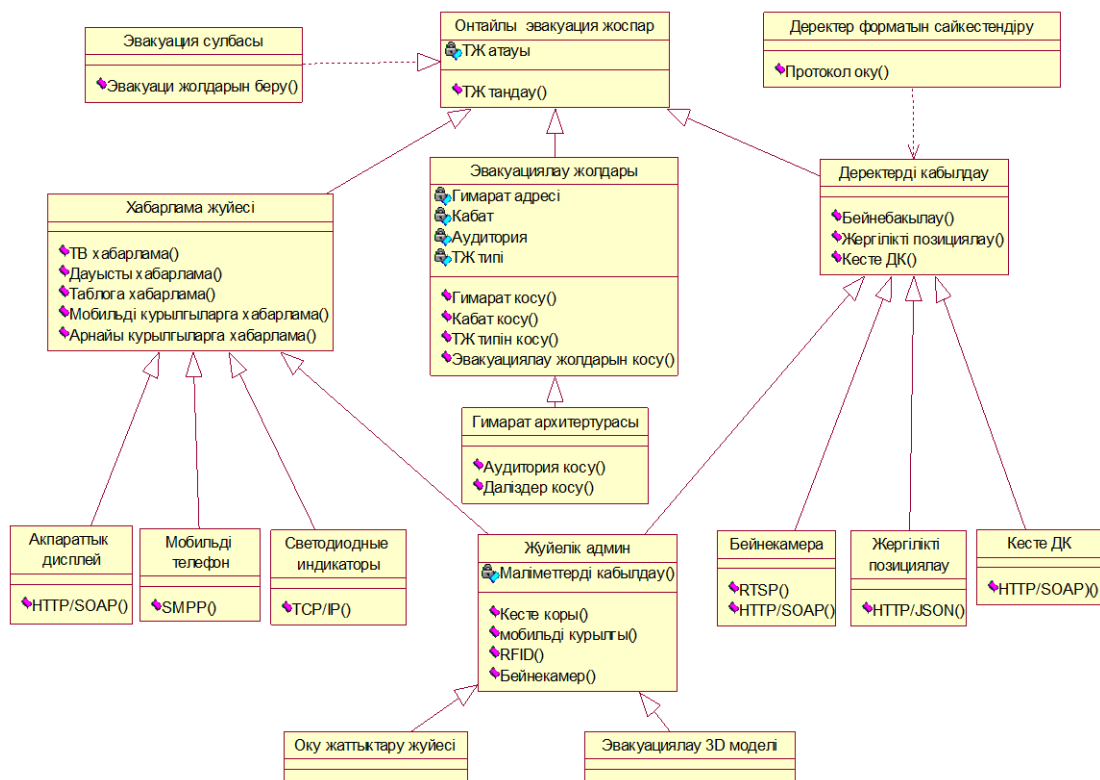
Жүйелілік диаграммасында (3.7- суретте) Клиент әрекеттерінің жүйелі орындалу процесі берілген.



Сурет 3.7 – Клиент әрекеттерінің жүйелі орындалу диаграммасы

3.4 Ақпараттық жүйені статикалық модельдеу (кластар диаграммасы)

Класс диаграммаларда объектілердің арасындағы байланысқа таңылған кластардың атрибуттары, операциялары және кластардың шектеулері бейнеленеді. Класс диаграммасы 3.23-суретте берілген.



Сурет 3.8 – Кластар диаграммасы

Кластар диаграммасы объекттік-бағытталған әдістердің орталық буыны болып табылады. Класс диаграммасы жүйе объекттерінің типтерін және олардың арасында болған әр түрлі статикалық байланыстарды анықтайды. Кластар арасында байланыстардың негізгі түрлерін келтірейік:

- - - - -> бір кластың басқа класқа тәуелділігін білдіреді;
- - - - -> ассоциялық байланыс, яғни кластар арасында әйтеуір бір байланыс бар екендігін білдіреді;
- - - - -> мұрагерлеу байланыс.

Класстар диаграммасында объекттің ішінде әдістері мен атрибуттарды көрсетуге болады. Ақпараттық жүйенің кластары мен олардың атрибуттары төменде көрсетілген:

- Эвакуация сұлбасы: эвакуация жолдарын беру.
- Онтайлы эвакуация жоспары: ТЖ атауы, ТЖ таңдау.

– Хабарлама жүйесі: ТВ хабарлама, дауысты хабарлама, таблоға хабарлама,- мобильді құрылғыларға хабарлама, арнайы құрылғыларға хабарлама.

– Эвакуациялау жолдары: ғимарат адресі, қабат, аудиториялар, ТЖ типі.

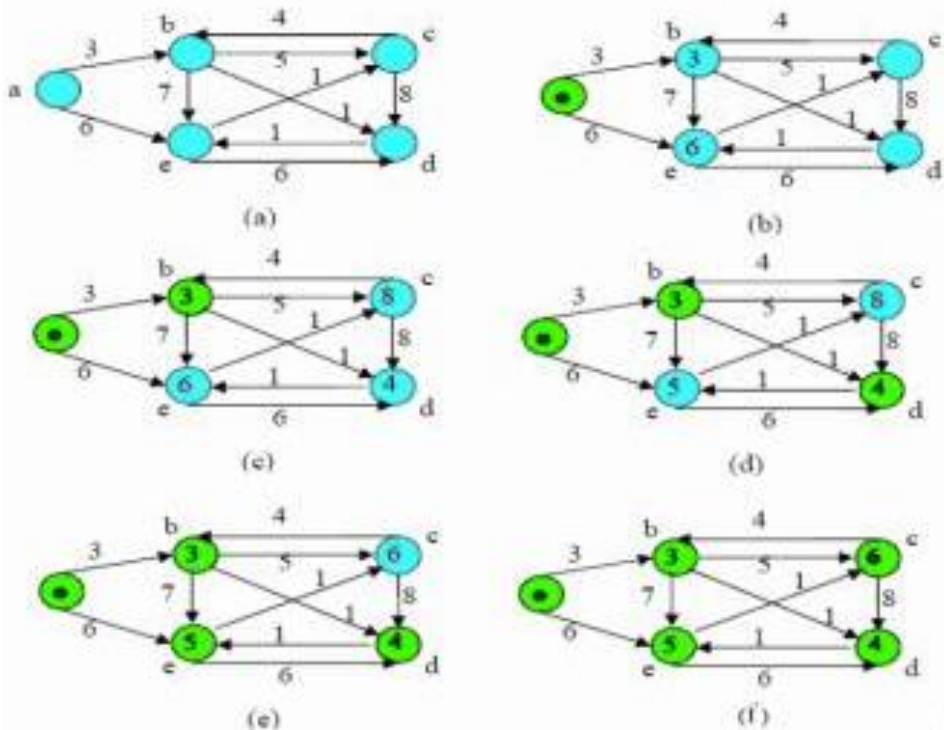
– Деректерді қабылдау: бейнебақылау, жергілікті позициялау, сабақ кестесінің деректер қоры.

– Жүйелік әкімшілік мәліметтерді қабылдау: сабақ кестесі, мобильді құрылғы, RFID, бейнекамера.

3.5 Оңтайлы эвакуациялауда адамдар ағынын үлестірудың програмалық қамтамасын құру

Желідегі адамдар ағынын талдауда жиі кездесетін алгоритм- Дейкстра алгоритмі. Бұл алгоритм бойынша желінің граф түрінде берілген бейнесінде екі (алғашқы және соңғы) төбе арасындағы ең қысқа жолды есептеу маңызды. Әрине, төбелер арасындағы қабырғалардың (доғалардың) салмақтары ескеріледі. Графты талдау барысында бұл алгоритм маршруттау есептерінде қолданылады. Доға салмақтарын ескере отырып маршруттардың құндарын есептеуге болады. Міне осы алгоритм идеясы ғимараттағы адамдар ағынын есептеуде қолданылды. Төбелер ретінде ғимарат аудиториялары, залдары қабылданады. Доға ретінде аудиториялар арасындағы байланыс, аудиториялар мен дәліздер, дәліздер мен шығу есіктері арасындағы байланыс жолдары қабылданды.

Төмендегі 3.9- суретте Дейкстер алгоритмінің типтік мысал үшін алынған графтағы жұмысы көрсетілген. Әрбір төбе суретте көрсетілген, ал төбелер арасындағы доғалардың салмақтары сандық түрде берілген. Осылай алгоритм бойынша маршруттар жиынтығы, алып олардың ішінен ең қысқа жолды таңдап алуға болады. Міне осы идея ғимараттың аудиториялар, дәліздер және есіктер арасындағы қысқа жол таңдауда қолданыс тапты.



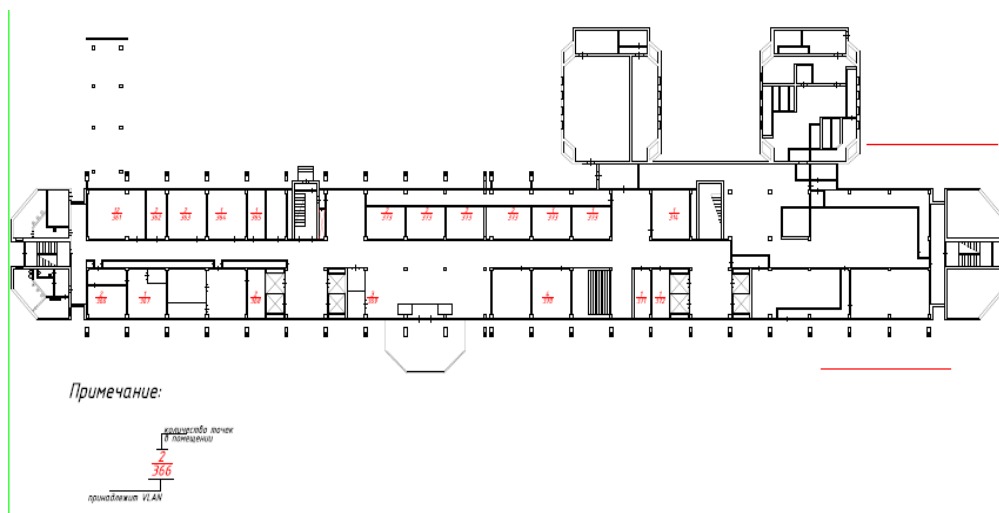
Сурет 3.9 – Дейкстр алгоритмі

Java объектілі-бағытталған тілде орындалған ғимараттың аудиторияларынан эвакуациялау процессін типтік мысалда қарастырайық.

Яғни негізгі мақсатымыз білім беру мекемелеріндегі графикаға негізделетін оңтайлы тиімді эвакуациялау жоспарын құру.

Құрылыс объектісі түрінде Алматы қаласындағы Қазақ Ұлттық зерттеуші техникалық университеті алынғандықтан, қамтылуы керек болған негізгі екі нәрсе бар :

- 1) ҚазҰТЗУ ғимаратының жоспары бас оқу корпусы (3.10-суретте)



Сурет 3.10 – ҚазҰТУ ғимаратының жоспары (2 қабат)

2) ҚазҰТЗУ-дың ағындағы 2015-2016 оқу жылы (2-семестр) сабақ кестесі 3.11-суретте көрсетілген.

1	08.00	204	31
2	08.00	201	23
3	09.00	204	32
4	09.00	201	33
5	09.00	213	21
6	10.00	204	21
7	10.00	209	34
8	10.00	201	30
9	10.00	213	26
10	11.05	204	21
11	11.05	225	35
12	11.05	209	29
13	11.05	201	35
14	11.05	202	22
15	11.05	213	22
16	12.05	204	22
17	12.05	209	21
18	13.05	209	36
19	13.05	204	27
20	13.05	202	31
21	13.05	201	37
22	14.10	202	31
23	14.10	201	37

Сурет 3.11 – Жаңа txt файл (аудиториялық фонд және сыйымдылығы)

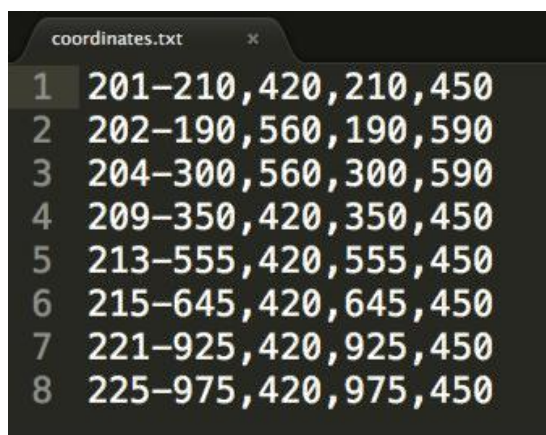
Шұғыл эвакуациялаудың оңтайлы тиімді жоспарын программада көрсету керек болатындығы, ғимарат жоспарына ие болу керек. ҚазҰТУ ғимаратының жоспары JPEG немесе PNG форматында болуы керек, себебі ол программаның басында пайда болуы қажет. Бұл кесте ғимараттың жоспары ұйымдастырылған, яғни 1-10 қабатқа дейін бөлінген болуы керек.

Себебі программа шұғыл эвакуациялаудың оңтайлы жоспарын көрсетіп береді. ҚазҰТУ ғимаратының жоспары JPEG немесе PNG форматында болуы керек, себебі ол кіріс деректері ретінде ақпараттық жүйеде пайдаланылады.

Файл тізімінен мәліметтерді алып тастау жолымен біз төмендегі ақпараттарды қолдайтын жаңа txt файлды қайта қалпына келтіруіміз керек:

- № Дәрісханалық зал,
- Дәрістің басталу уақыты,
- Аудиториядағы адамдар саны.

3.11-суретте көріп тұрғаныңыздай мұнда осы үш бағыт бойынша берілген кесте апта күндеріне бөлінген.

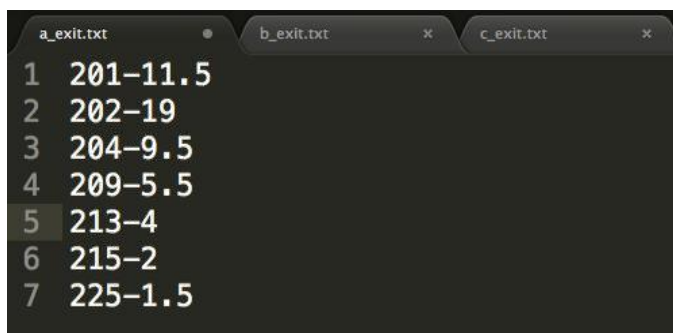


№	Range	X1	X2	X3
1	201-210	420	210	450
2	202-190	560	190	590
3	204-300	560	300	590
4	209-350	420	350	450
5	213-555	420	555	450
6	215-645	420	645	450
7	221-925	420	925	450
8	225-975	420	975	450

Сурет 3.12 – Дәріс залының координаттары

Бұл программа Java негізделетіндіктен кенепті қолдану үшін аудиториядан шығысқа дейінгі жолды салуға мүмкіндігіміз болады. Дәрісханалардағы адамдардың санын көрсету үшін және объекттер арасындағы сызықтарды салу үшін біз координаталарды қолданамыз. Бұл мүлдем басқа мәтіндік файлға келесі ақпараттарға алып келеді:

- № дәрісхана залы,
- X осі бойынша берілген координаталар,
- Y осі бойынша берілген координаталар.



```
a_exit.txt b_exit.txt c_exit.txt
1 201-11.5
2 202-19
3 204-9.5
4 209-5.5
5 213-4
6 215-2
7 225-1.5
```

Сурет 3.13 Шығыс артықшылығы

3.12-суреттен 8 дәрісханалық залдар екінші қабатта екенін көруімізге болады. Дәрісханаға жақын жерде X және Y зал координатасына иеміз.

Сол оңтайлы тиімді алгоритмды жасау үшін, негізінде шұғыл түрде аудиториялар мен шығыстар арасындағы қашықтықты және ағын тығыздығын есептей отырып, басымдылық туралы ақпарат әр дәрісхана үшін, оңтайлы шығу жоспарын аламыз. Біз барлық адамдар таратыла бастайтын 4 негізгі шығуларға ие болғандықтан, біз әр аудиторияның қашықтықтығын көрсететін 4 әр түрлі файлда құрамыз.

Файл келесілерден тұруы керек:

Аудиториядағы дәрістер саны:

- Әр дәрісханадан шығысқа қарай арақашықтық (3.13-сурет).

Бұл файлдар адамдарды аудиториялардан шығысқа дейін тиімді тарату үшін және қарама қарсы қозғалысты немесе кептелістерді болдырмау үшін оңтайландырылып құрылады. Осы берілген қашықтықтар негізінде алгоритмнің шығысқа қарай әр аудиториялардан адамдар ағынын мөлшерін есептеп шығаруға мүмкіндік береді.

Бұл шама шығуға дейін қанша қашықтық болуына байланысты, және ағын өзгеруіне байланысты өзгеріп отырады.

Алгоритм жұмысын қарастырайық.

Соңғы нәтиже ғимарат жоспарының суретінен және әр шығыс жолының нақты көрсетілуінен тұруы қажет. Яғни Java жұмыс істеу барысында, біз 2 қабатты қарастырамыз:

- JPEG (ғимарат жоспары) сурет;
- Белгіленген эвакуация жолдары.

ҚазҰТЗУ-дағы эвакуациялау жоспар суретін көрсету үшін, біз оны қарастырылған қабаттағы (холст) қосуымыз қажет. Біз эвакуациялау жоспар кескінін беру үшін Graphics Context объектісін құруымыз қажет (3.14-суретте).

```
//*****  
Image image = new Image("guk.jpg");  
ImageView iv2 = new ImageView();  
iv2.setImage(image);  
iv2.setFitWidth(1200);  
iv2.setFitHeight(800);  
iv2.setPreserveRatio(true);  
iv2.setSmooth(true);  
iv2.setCache(true);
```

Сурет 3.14 – Жоспар суреті көрінісінің объектісін құру.

Шығыс жолдарының ені, биіктігі мен басқа да параметрлерін бере отырып, біз оларды алгоритмде ескереміз. Қабаттары жасау үшін біз Canvas класының объектісін құрып, оған белгілі ені мен биіктігін, өлшемдерін береміз. Сосын біз бұл кенепті графикалық мәнмәтін объектісін құруы үшін қосамыз (3.15-суретте).

```
Scene s = new Scene(root, 1300, 800, Color.BLACK);  
final Canvas canvas = new Canvas(1300, 800);  
gc = canvas.getGraphicsContext2D();  
gc.clearRect(0, 0, 1300, 800);  
gc.setFill(Color.GREEN);
```

Сурет 3.15 – Canvas объектісі.

Кезектегі күн санын алу үшін яғни ағым уақытта , аудиторияда қажетті адамдар санын алу үшін уақытты сабақ кестесіннен деректер қабылдап келесі қадамға өтеміз. Мұны жасау үшін біз «календарь» деп аталатын класты және сағатты, минутаны қосқанда әр бір таңдауға ие Get деп аталатын қарапайым әдісті қолдануымыз керек (3.16-суретте).

```
Calendar calendar = Calendar.getInstance();
int day = calendar.get(Calendar.DAY_OF_WEEK);
if(calendar.getTime().getMinutes()<10){
time = calendar.getTime().getHours()+".0"+calendar.getTime().getMinutes();
}else{
time = calendar.getTime().getHours()+"."+calendar.getTime().getMinutes();
}

if(calendar.getTime().getHours()<10){
time = "0"+calendar.getTime().getHours()+"."+calendar.getTime().getMinutes();
}else{
time = calendar.getTime().getHours()+"."+calendar.getTime().getMinutes();
}
```

Сурет 3.16 – Күнтізбені қосқанда ағымды уақыт көрінісі.

Ал кезектегі күн мен уақыттың негізінде біз файлдардан ақпарат аламыз. Егер күнтізбе аптаның 1-күнінен тең болса, біз Monday.txt сабақ кестесі файлын қолданамыз және тағы сол сияқты жалғастырамыз (3.17-суретте).

```
if(day==2){
    path = "/Users/demo/Desktop/monday.txt";
    System.out.println(path);
} if(day==3){
    path = "/Users/demo/Desktop/tuesday.txt";
    System.out.println(path);
} if(day==4){
    path = "/Users/demo/Desktop/wednesday.txt";
    System.out.println(path);
} if(day==5){
    path = "/Users/demo/Desktop/thursday.txt";
    System.out.println(path);
} if(day==6){
    path = "/Users/demo/Desktop/friday.txt";
    System.out.println(path);
} if(day==7){
    path = "/Users/demo/Desktop/saturday.txt";
    System.out.println(path);
}
```

Сурет 3.17 – Арнаулы файлды анықтау.

Келесі қадам, аудиториядағы адамдар санын және уақытты алу үшін біз Monday.txt ден мәліметтерді алуымыз керек және кейбір топтамаларға барлық жолдарды қосу (3.18-суретте).

```
try {
    InputStream instream = new FileInputStream(path);
    InputStreamReader isr = new InputStreamReader(instream, Charset.forName("UTF-8"));
    BufferedReader bufread = new BufferedReader(isr);
    String line = "";
    while((line=bufread.readLine()) != null){
        schedule.add(line);
    }
} catch (Exception ex1) {
}
ArrayList<String> ttt = new ArrayList<>();
for(int i=0;i<schedule.size();i++){
    ttt.add(schedule.get(i).split(" ")[0]);
}
}
```

Сурет 3.18 – Monday.txt-ден мәліметтерді алу.

Сонан соң біз уақытымызды және ағымды ағын шамасын арнайы топтамамызға қосамыз. Таңдау тізіміндегі кезектегі индекске бағдарлана отырып, алдыңғы уақыттың бастамасын белгілеп, бұл сызық шамасын аудиториялардағы адамдар тығыздығын көрсететін болады. (3.19-сурет).

```
ttt.add(time);
Collections.sort(ttt);
for(int i=0;i<ttt.size();i++){
    // System.out.println(ttt.get(i));
}
begin_time = ttt.get(ttt.indexOf(time)-1);
```

Сурет 3.19 – Ағымды уақытты қосу.

coordinates.txt көмегімен біз жоспар кескінін аудиториядағы адамдар санын белгілеуіміз керек. Мұны орындау үшін біз алдыңғы таңдау тізімінің көмегімен файлдардан дәрісхана залдарынан координаттарды алуымыз керек, бұл ақпаратты белгіленуі қарастырылған (3.20-сурет).

```

try {
    InputStream fis = new FileInputStream("/Users/demo/Desktop/coordinates.txt");
    InputStreamReader reader = new InputStreamReader(fis,Charset.forName("UTF-8"));
    BufferedReader br = new BufferedReader(reader);
    String line = "";
    int counter=0;
    while((line=br.readLine())!=null){
        // System.out.println(line);

        String ar[] = line.split("-");
        if(rooms.contains(ar[0])){
            gc.setFill(Color.BLUE);
            gc.fillText(ar[0], Integer.parseInt(ar[1].split(",")[0]),
                Integer.parseInt(ar[1].split(",")[1]));
            gc.setFill(Color.RED);
            gc.fillText(students.get(counter), Integer.parseInt(ar[1].split(",")[2]),
                Integer.parseInt(ar[1].split(",")[3]));
            rooms_priority_people.add(ar[0]+" "+rooms_priority.get(ar[0])+" "+students.get(counter));
            counter++;
        }
    }
}

```

Сурет 3.20 – Адамдар саны мен дәрісхана залдарының номерлерін белгілеу.

Алгоритмді 4 рет орындалатын for циклінен бастаймыз, себебі біздің негізгі 4 шығуымыз шығыс жолдары бар. Егер і нолге тең болса, біз «а» шығу артықшылығы бар дәрісханаларды қарастыруымыз керек. Сонымен бірге, егер і бірге тең болса, біз шығыс «В» және де басқалар деп есептейміз. (3.21-сурет)

```

for(int i=0;i<4;i++){
    if(i==0){
        negative_number=0;
        temp_array = new ArrayList<>();
        for(int j=0;j<rooms_priority_people.size();j++){
            if(rooms_priority_people.get(j).charAt(3)=='a'){
                temp_array.add(rooms_priority_people.get(j));
            }
        }
    }
}

```

Сурет 3.21 – «а» шығысын есепке алатын фрагмент.

Әр шығыс кейбір қақтығыстардан алшақ болуы үшін ұтымды болып табылатын белгілі бір адамдар ағынын өткізе алады. Бұл сан мысалы 60-қа тең болсын. Әрбір «а» артықшылығы бар дәрісханалық аудиториядағы адамдар қосындысы 60 астам адамды құрайтынын болса, біз 60-таң артық адамдар санын эвакуациялау үшін қандай да бір әдісті орындауымыз керек.

Осы жерде ойындар теориясы алгоритмі және Нэш тепе-теңдігіне негізделген әдісті қолдануға болады. Міне, сол үшін біз келесі программаны есептеу қажет (3.22-сурет).

```
//calculate sum of students
for(String line : temp_array){
// System.out.println(line);
sum = sum + Integer.parseInt(line.substring(7, line.length()));
}
System.out.println("sum is!-!_!_!_!_!" +sum);
//check if its more that 60
```

Сурет 3.22 – Адамдар ағынын есептеу.

Егер ағын 60-тан төмен болса, аудиториядан барлық адамдарды қабылдап, оларды шығысқа қарай бағыттаймыз. Бұл ақпарат `final_results_for_a` деп аталатын таңдау тізімінде сақталады (3.23-сурет).

```
if(sum<=60){
System.out.println("less that 60");
for(int k=0;k<rooms_priority_people.size();k++){
for(String line2 : temp_array){
if(rooms_priority_people.get(k).contains(line2.substring(0, 4))){
rooms_priority_people.remove(k);
final_result_for_a.add(line2.substring(0,3)+"/"+
line2.substring(7, line2.length()));
}
}
}
```

Сурет 3.23 – Адамдар ағыны мөлшерден кем болғанда эвакуациялау программаның фрагменті.

Егер адамдар ағыны 60тан кем болса, онда дәрісхана мен артықшылығы бар шығыстарды параметрлер түрінде қабылдайтын `getDistances` деп аталатын әдісті қолданамыз (3.24-сурет). Егер адамдар ағыны мөлшерден артық болса, адамдарды ағындарға қайта тарату орындалады.

```

if(sum>60){
    System.out.println("more that 60");
    ArrayList<String> distances = getDistances(temp_array, 'a');
    rooms_priority_people = replace(rooms_priority_people,distances);
    System.out.println("*****After 1*****");
    if(negative_number<0){
        System.out.println("????????????????????????????????????????");
    }
    rooms_priority_people = remove_zeros(rooms_priority_people);
    for(String in : rooms_priority_people){

        System.out.println(in);
    }
}

```

Сурет 3.24 – Адамдар ағыны мөлшерден артық болса ағынды бөлу

Біз getdistance әдісін орындағаннан кейін қашықтықтар қабылданып. екінші параметрдің көмегімен біз txt форматында бар болған файлды анықтауымыз керек. Мысалы, егер артықшылық «a» дәлізін көрсететін болса (шығысын) тең болса, онда біз a_exit.txt файлын анықтауымыз қажет (3.25-суретте).

```

public ArrayList<String> getDistances(ArrayList<String> temp_arrays,char exit){

    double sum_of_percentage = 0;
    ArrayList<String> dist = new ArrayList<>();
    ArrayList<String> ff = new ArrayList<>();

    String pat = "";
    if(exit=='a'){
        pat = "/Users/demo/Desktop/a_exit.txt";
    }
    if(exit=='b'){

        pat = "/Users/demo/Desktop/b_exit.txt";
    }
    if(exit=='c'){
        pat = "/Users/demo/Desktop/c_exit.txt";
    }
    if(exit=='d'){
        pat = "/Users/demo/Desktop/d_exit.txt";
    }
}

```

Сурет 3.25 – Сәйкестенетін txt файлдарын анықтау.

Әр аудиториядағы адамдар санын дәл есептеу үшін біз txt файлын қараймыз, құрамына көңіл бөлуіміз қажет. Біз жоғарыда айтып өткеніміздей, ол аудиториялардан шығысқа дейінгі ара қашықтықты анықтап қойды (3.26-сурет).

```
try {
    InputStream instream = new FileInputStream(pat);
    InputStreamReader isr = new InputStreamReader(instream, Charset.forName("UTF-8"));
    BufferedReader bufread = new BufferedReader(isr);
    String line = "";
    while((line=bufread.readLine()) !=null){

        for(int i=0;i<temp_arrays.size();i++){
            if(temp_arrays.get(i).substring(0, 3).equals(line.split("-")[0])){
                //System.out.println("sssss");
                //System.out.println(line);
                sum_of_percentage = sum_of_percentage +
                    Double.parseDouble(line.split("-")[1]);
                dist.add(line);
            }
        }
    }
}
```

Сурет 3.26 – a_exit.txt файлының деректерді қабылдау.

Әрбір қашықтықтың эвакуациялау процесінде үлесін анықтай отырып, әр аудиториядағы адамдар санын және мүмкін болар шығысты дәл есептей аламыз (3.27-суретте).

```
for(int i=0;i<dist.size();i++){
    double perc = (Double.parseDouble(dist.get(i).split("-")[1])/
        sum_of_percentage)*60;
    System.out.println("Percentage of "+perc);
    double origin = Double.parseDouble(temp_arrays.get(i).substring(7,
        temp_arrays.get(i).length()));
    System.out.println(origin+"-----"+perc);
}
```

Сурет 3.27 – Шығыстарға сәйкес адамдар ағынын есептеу.

Келесі қадам – біз алдын есептеген алғашқы ағын мөлшерін қарастыру. Егер ағынды шығаруды тарату нәтижесінде теріс сан шықса, онда бұл келесі аудиториядан адамдарды алу деген сөз. Егер нәтиже оң болса, онда бұл кейбір адамдар осы аудиторияда қалады деген сөз және олар өзге шығысқа бағытталады (3.28-сурет).

```
int subtr = (int)(origin - Math.round(perc))+negative_number;
int temp=0;
if(subtr==0){
    temp = (int)(Math.round(perc));
}
if(subtr<0){
    negative_number = subtr;
    System.out.println("It is negative!!");
    System.out.println("negative number:"+negative_number);
    temp = (int)origin;
    subtr=0;
}
if(subtr>0){
    System.out.println("It is positive!!");
    System.out.println("negative number:"+negative_number);
    temp = (int)(Math.round(perc))-negative_number;
    negative_number=0;
}
```

Сурет 3.28 – Ағынды қайта тарату программасынан фрагмент.

Келесі қадам – нәтижені массив тізіміне сақтау. Әр шығыс өзінің массив тізіміне ие (3.29-суретте). Дәрісхана нөмерін және адамдар санын есептеу арқылы біз бір эвакуациялау жолға ие боламыз, ол шамамен былай беріледі: 201/15, 202/3, 204/19, 209/15, 213/14, 215/20, 221/31, 225/25

```
if(exit=='a'){
    final_result_for_a.add(temp_arrays.get(i).substring(0, 3)+"/"+temp);
    System.out.println(temp_arrays.get(i).substring(0, 3)+"/"+temp);
}
if(exit=='b'){
    final_result_for_b.add(temp_arrays.get(i).substring(0, 3)+"/"+temp);
    System.out.println(temp_arrays.get(i).substring(0, 3)+"/"+temp);
}
if(exit=='c'){
    final_result_for_c.add(temp_arrays.get(i).substring(0, 3)+"/"+temp);
    System.out.println(temp_arrays.get(i).substring(0, 3)+"/"+temp);
}
if(exit=='d'){
    final_result_for_d.add(temp_arrays.get(i).substring(0, 3)+"/"+temp);
    System.out.println(temp_arrays.get(i).substring(0, 3)+"/"+temp);
}
```

Сурет 3.29 – Нәтижелерді сақтау фрагменті.

Эвакуациялау нәтижелерін сақтаған соң, бар болған таңдау тізімінде біз барлық ақпаратты қамтитын жалпы массив тізімін өзгертуіміз қажет болады (rooms_priority_people), жаңа массив тізіміне ауысу арқылы жаңа ақпаратты ұстап отырады.(3.30-сурет).

```
rooms_priority_people = replace(rooms_priority_people,distances);
System.out.println("*****After 3*****");

if(negative_number<0){
    System.out.println("????????????????????????????????????????????????????????????");
    System.out.println("NEgatiive numbeer--"+negative_number);
}
for(String in : rooms_priority_people){
    System.out.println(in);
}
```

Сурет 3.30 – Replace әдісінің көмегімен орындалатын ақпарат жаңаруынан фрагмент.

Келесі қадам – дәрісхана залдарында ешкім қалмағандығын тексеру. Егер rooms_priority_people таңдау тізімі 0 адамды құраса, онда біз оны жоюымыз керек. Оны жою үшін біз remove_zeros әдісін қолдануымыз қажет (3.31-сурет).

```
System.out.println("*****After 3 removed zeros*****");
rooms_priority_people = remove_zeros(rooms_priority_people);
rooms_priority_people = remove_zeros(rooms_priority_people);
// System.out.println(rooms_priority_people.size()+"*****");
```

Сурет 3.31 – Remove Zero әдісі.

Соңғы қадам – артықшылығы бар эвакуациялау жолдарын көрсету әдісін жоюды орындау (3.32-сурет). Мөлшерлі адам шыққаннан соң біз өзге шығыстардан шығушылармен бірге жұмыс істеуіміз керек. Бұл «а» шығыс соңғығы, ал «В» шығыс керсінше біріншіге өтеді деген сөз яғни адамдар ағынын оңтайлы өткізу процесін орындау барысында, ағын үшін тиімді шығыстарды беру қажеттігін білдіреді (3.33-сурет).

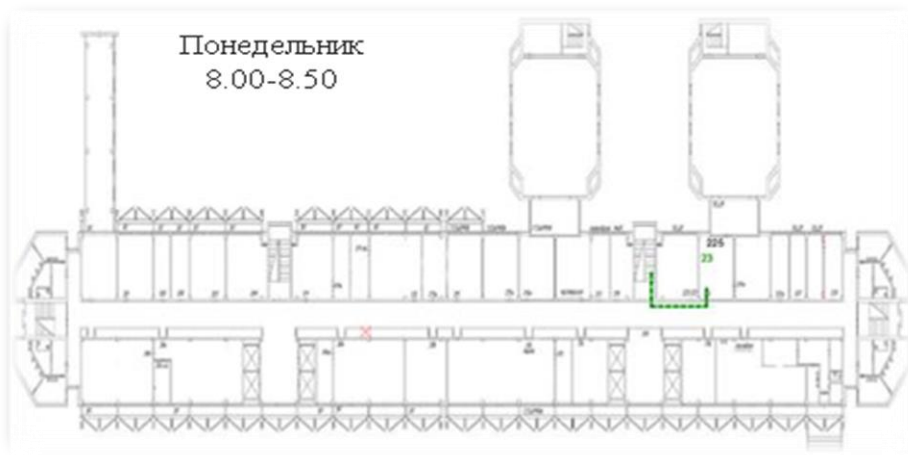
```
for(int k=0;k<rooms_priority_people.size();k++){  
    if(rooms_priority_people.get(k).charAt(6)!='d'){  
        String some = remove_priority(rooms_priority_people.get(k),'d');  
        rooms_priority_people.remove(k);  
        rooms_priority_people.add(k, some);  
    }  
}
```

Сурет 3.32 –Артықшылығы бар шығыстарды қолдану әдіс.

```
private String remove_priority(String get, char c) {  
    String sub_get = get.substring(3, 7);  
    System.out.println("what about meeee!!!1 "+  
        sub_get.substring(0, sub_get.indexOf(c+"")));  
    String f = sub_get.substring(0, sub_get.indexOf(c+""));  
    System.out.println("what about meeee!!!2 "+  
        sub_get.substring(sub_get.indexOf(c+"")+1,sub_get.length()));  
    String s = sub_get.substring(sub_get.indexOf(c+"")+1,sub_get.length());  
    String changed_priority = f+s+c;  
  
    String n_strint = get.substring(0, 3)+changed_priority+  
        get.substring(7, get.length());  
    System.out.println("what abut meee!!!3 "+n_strint);  
    return n_strint;  
}
```

Сурет 3.33 – Белгілі ағын үшін артықшылығы бар шығыстарды әдісті жою фрагменті.

Бұл цикл ең соңғы шығысқа айналып келгенше созылады. Әр шығыс жоғарыда көрсетілген әрекеттерді қайталап отырады да, оларды сақтап қалып таңдау тізіміне енгізіп отырады. Ақырында, соңғы нәтиже мынадай түрге ие болады, ғимарат ішіндегі адамдар ағындарының сағат сайын оңтайлы үлестірілуінің AutoCad программасындағы көрінісі 3.34 (a-e) суреттерде көрсетілген. Стандартты және кеңейтілген эвакуациялау үшін кеткен уақыт 3.35-суретте графигі тұрғызылды. Соңғы нәтиже мынадай түрге ие болады 3.36-суреттерде көрсетілгендей.



Сурет 3.34 (а) – 8.00-8.50 сағат 2-ші қабат бойынша ғимарат ішіндегі адамдар ағындарының үлестірілуі.



Сурет 3.34 (ә) – 9.00-9.50 сағат 2-ші қабат бойынша ғимарат ішіндегі адамдар ағындарының үлестірілуі.



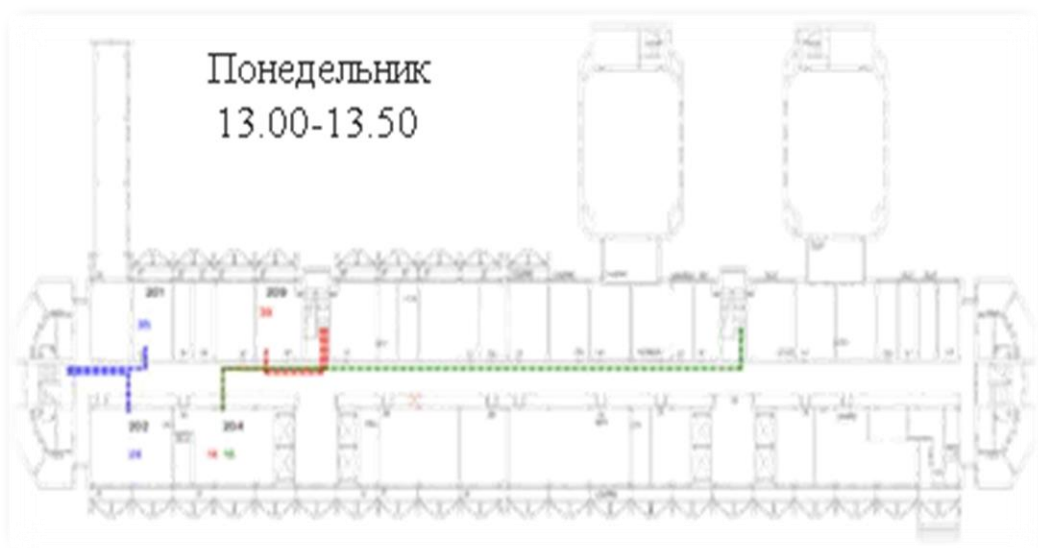
Сурет 3.34 (б) – 10.00-10.50 сағат 2-ші қабат бойынша ғимарат ішіндегі адамдар ағындарының үлестірілуі.



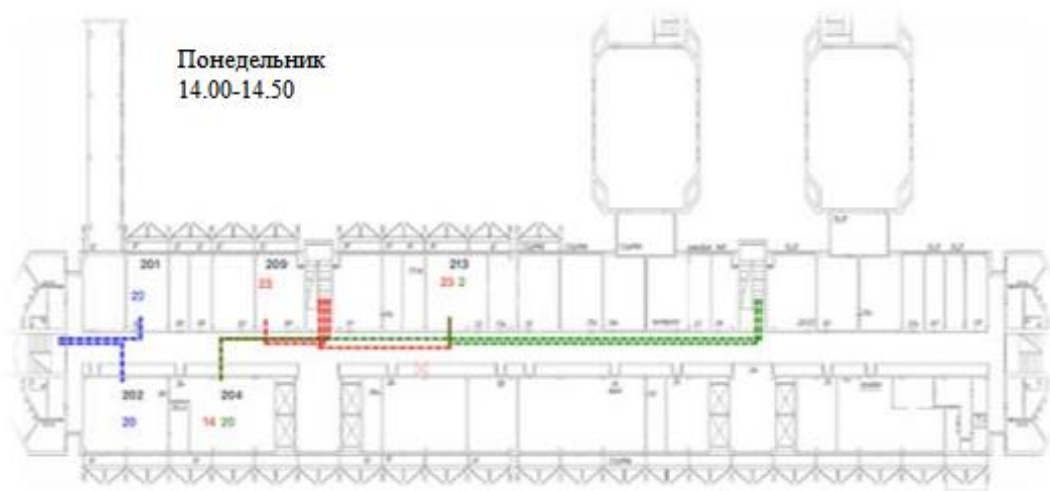
Сурет 3.34 (в) – 11.00-11.50 сағат 2-ші қабат бойынша ғимарат ішіндегі адамдар ағындарының үлестірілуі.



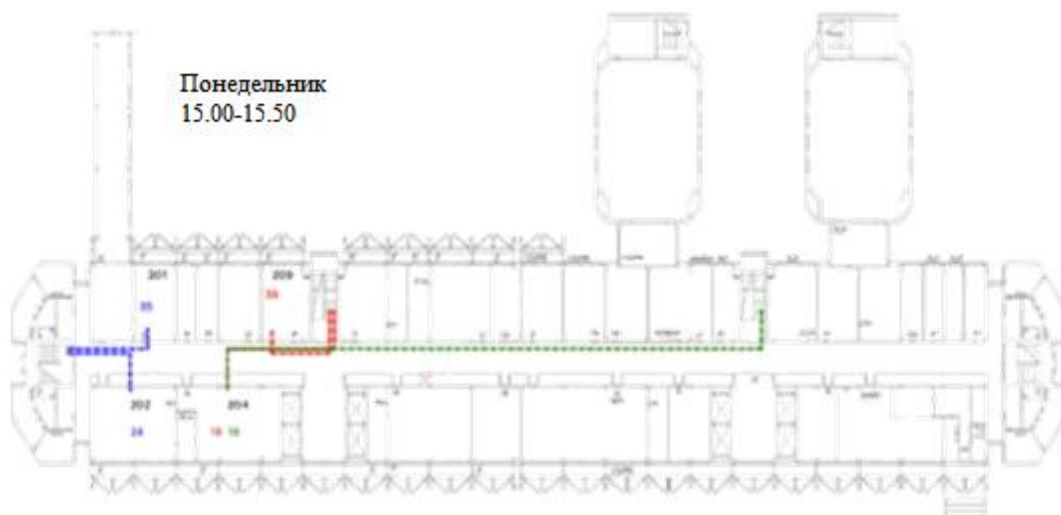
Сурет 3.34 (г) – 12.00-12.50 сағат 2-ші қабат бойынша ғимарат ішіндегі адамдар ағындарының үлестірілуі.



Сурет 3.34 (ғ) – 13.00-13.50 сағат 2-ші қабат бойынша ғимарат ішіндегі адамдар ағындарының үлестірілуі.

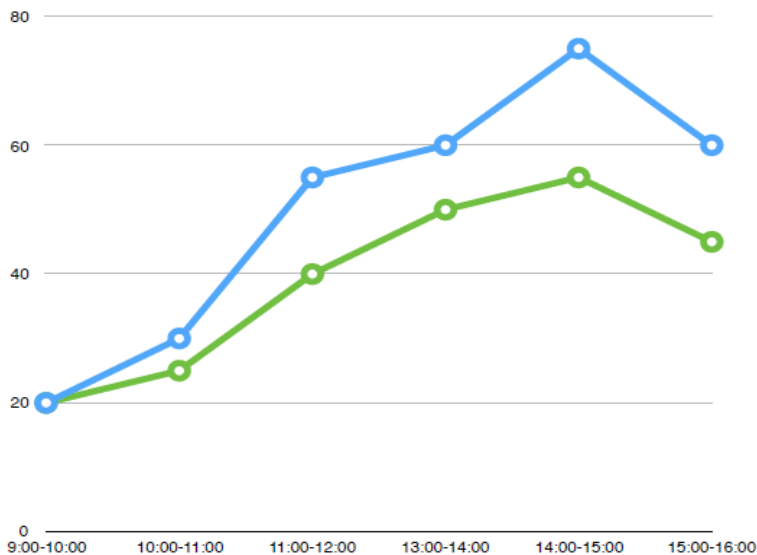


Сурет 3.34 (д) – 14.00-14.50 сағат 2-ші қабат бойынша ғимарат ішіндегі адамдар ағындарының үлестірілуі.



Сурет 3.34 (е) – 15.00-15.50 сағат 2-ші қабат бойынша ғимарат ішіндегі адамдар ағындарының үлестірілуі.

○ Страндартты эвакуациялау ◊ оңтайландырылған эвакуациялау

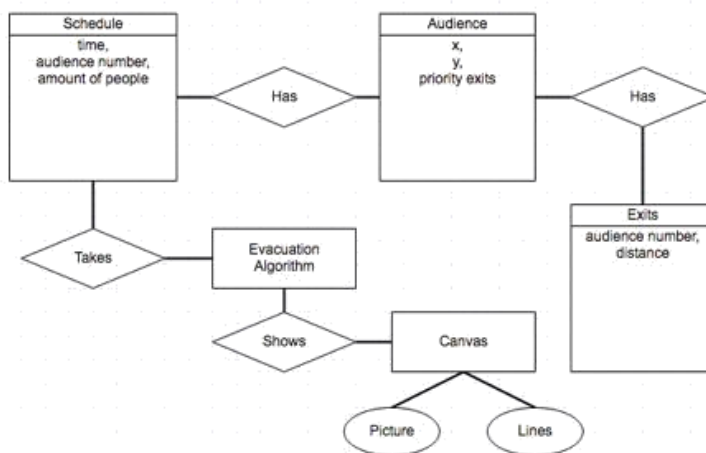


Сурет 3.35 – Стандартты және кеңейтілген эвакуациялау үшін кеткен уақыт.

```
##### A exit result:
##### 202/25
202/25/A
##### B exit result:
204/20/B
##### 204/20
##### 213/22
213/22/B
##### C exit result:
##### 225/39
##### 225/39/C
##### D exit result:
```

Сурет 3.36 – Нәтижелер.

Эвакуациялау процесінің кейбір қосымшалардың ақпараттық моделін келесі суреттен көруге болады.



Сурет 3.37 – ER-диаграммасы

3.6 Оңтайлы эвакуациялау жүйесін 3D Autodesk программасында визуализациялау

Autodesk Maya инженерлік және көркем графика үшін бүкіл әлемде ең танымал болып есептелінді. Тек ресми тұтынушылар саны (олардың ішінде өз бетімен жұмыс істейтін суретшілер де, ең ірі анимациялық студиялар да бар) 300000-нан асады. Autodesk Maya-тың осындай кең ортада танымал болуының себебі 1995 жылы басталған пакеттің бай тарихынан басталады. Бұл жылы, алдыңғы қатарда инженерлік және көркем графика үшін пакеттер істеп шығаратын, Autodesk компаниясы алдына Windows NT жүйесінде жұмыс істей алатын және 3D-анимация «монстрлар» болған Alias Power Animator-мен бәсекелесе алатын жаңа буындағы өнім істеп шығару мәселесі қойылды. Бұл мәселе табысты шешілді және Autodesk Maya суретшілер арасында кең тарала бастады [80].

Жаңа пакеттің ерекшелігі оның шектелмеген түрде кеңейінде. Autodesk Maya кез келген функциясы немесе құрал-саймандары қосымша модуль-плагинмен алмастыруға болады, оны жазу үшін тек C++ білу жеткілікті.

Autodesk Maya үшін бірінші плагин болып Character Studio атты кейіпкерлер анимациясы модулі болған еді. Ол көптеген нәрселерді істеуге мүмкіншілік беретін, мысалы адам қозғалысын оның іздері бойынша қайта қалыптастыра алатын еді.

1991 жылы пайда болған 2.5 версиясында интерфейс елеулі түрде өзгерді, ол ыңғайлы да тез болып қалды. Бөлшектер жүйесі жаңа опциялармен

байытылды, олардың табиғи қозғалысын дәлірек пайдалану мүмкіншілігін берді. Жаңа модулдерді зерттеп жасаушы жүйелер де өзгеріске ұшырады. Солар есесіне mental ray немесе RenderMan сияқты, жаңа визуализаторларды іске қосу мүмкіншілігі туды. Соңғысы әлемдегі ең көп қолданылатын визуализация тілі болып, оның жәрдемінде фотореалистік анимациялар құрастыруға болады. Жаңа визуализация құралдары арқасында Autodesk Maya сәулетшілер және интерьер дизайнерлер үшін қызықты болып қалды.

Пакеттің келесі төңкеріліс версиясы 3.1 версия болды, ол 1998 жылы жарыққа шықты. Онда, ілгері тек ресурстарды талап ететін және қымбат тұратын Avid Sofrimage типіндегі пакеттерге тиісті мүмкіншіліктер, мөлдір және айнадай беттерді сәулелерді трассировкалау жәрдемінде торлы объектілермен және NURBS – моделдеумен жақсартылған жұмысы арқылы жасау мүмкіншіліктері пайда болды, олар түрлі техниканың күрделі моделдерін тез және анық құрастыру мүмкіндігін берді. Пакеттің дәл осы версиясын нақты уақыттағы үшөлшемді ойындарды істеп шығарушылар қарқынды қолдана бастады.

Пакет атын өзгертіп-енді ол Autodesk Maya деп аталатын болды. Бұл жағдай оны істеп шығарушы өзгеруінен болды. Ол Autodesk, discreet компаниясының бөлімшесі еді. Бағдарламаның мүмкіншілігі де, оның интерфейсі де салмақты кеңейді, принципиалды жаңа ерекшеліктері пайда болды. Мысалға қатты және жұмсақ денелерді оларға әсер етуші күштерді, өлшем, салмақ және кейбір басқа параметрлерді бере отырып, анимациялар жасауға мүмкіншілік берді. Character Studio модулі жануарлардың үлкен тобының динамикасын моделдеу үшін құрал-сайманға ие болды [70].

Autodesk Maya бағдарламасы анимациялық және ойындық фильмдерді жаратуда белсенді қолданыла бастады.

2002 жылы пакеттің бесінші версиясы жарық көрді. Тікелей болмаған жарықтану енді Autodesk Maya – тің өзінде есепке алынып, оның нәтижесі проекциялық терезелерде көрініп тұрады. Бөлімшелердің жаңа беттері, трансформациялау контейнерлері, объектінің өзінде сызу және сахнаны жақсартылған түрде схематикалық AliasWavefront Maya бағдарламасына жақындатады .

2003 жылдың қазанында discreet Autodesk Maya 6-ны шығарды. Онда тәжірибелі тұтынушыларға арналған көп санды жаңалықтар енгізілді. Енді толыққанды визуализацияны желіде де орындауға болады, мотасұйықтардың имитация механизмдері Autodesk Maya өзіне орнатылған, бөлшектерді басқару алгоритмдері AfterBurn модулімен бірге кез-келген атмосфералық эффектілердің имитациясын жасай алады.

Пакеттің 6-шы версиясы шыққаннан бір жылдан соң, 2004 жылдың қазан айында келесі 7-ші версиясы пайда болды, онда нормалдар картасы

арқылы текстурлау, картаны камераға проекциялау, деформацияларды сызу – алдын тек Maya-да болған мүмкіншіліктері бар жаңалықтар енгізіледі.

Қалыптасқан әдет бойынша 2005 жылдың қазан айында Autodesk Maya-тің 8-ші версиясы шығады. Енді ол Autodesk маркасымен баспаға шығады.

Екі өлшемді графикадан үш өлшемді графикаға өту. Үш өлшемді графикамен жұмыс істемес бұрын алдымен екі өлшемді және үш өлшемді графиканың жалпы концепциясымен танысу қажет. Егер қолданушы Adobe Illustrator, Adobe Photoshop немесе басқа да графикамен жұмыс жасайтын басқа да программалар мен жұмыс программалармен жұмыс тәжірибесіне ие болса, онда осы алынған модельдеу туралы білімдерді екі өлшемді формаларға тиімді қолдануына болады. Алғашқыда айтқандай, Екі өлшемді және үшөлшемді объектілер арасындағы негізгі айырмашылықтыр - бұл тереңдік. Екі өлшемді бейнелер тек биіктігі мен ені ғана сипатталып, оларда тереңдік болмайды. Дегенмен, екі өлшемді объектілерді үш өлшемді болып көрінетіндей етіп жасауға да болады. Бұл жағдайда, егер жұмыстың мақсаты өзгерсе немесе объектіні көру бұрышын өзгерту қажет болса, объектіні қайта салуға (сызуға) тура келеді [71].

Үш өлшемді объектілер тереңдікке ие болғандықтан (ең болмағанда компьютер экранында) оларды бір рет қана “салу” жеткілікті, осыдан кейін объектінің суретін қайта салмай, оны кез-келген бұрыштан және кез-келген жақтарын қарастыруға болады. Үш өлшемді модельдеу программаларында сахнаға түсетін сәйкес түс және көлеңке туралы мәлімет автоматты түрде анықталады. Бұл мәліметтер объектіні орнату тәсілімен жарық (жарықтандыру) көздеріне тікелей байланысты.

Үш өлшемді модельдеу программаларында жасалынған объект кез-келген бұрыштан қайта салынып қана қоймай, оның бейнесін қолданушы модельді жасау кезінде тандап алынған текстура және жарық беруді есепке ала отырып жасайды. Осы мүмкіндіктер мен және үш өлшемді кеңістікпен танысқан суретшілердің дәстүрлі өнер түріне оралуы таң қаларлық (жағдай) емес.

Autodesk Maya қызметі және мүмкіндіктері:

Autodesk Maya бағдарламасы Autodesk компаниясының жеке меншігі болып табылады және сол компанияның компьютерлік графика және анимацияға арналған программаларды құруға мамандандырылған бөлімінде, яғни Discreet фирмасында жасалған [70].

Autodesk Maya бағдарламасы үш өлшемді компьютерлік графика немесе 3D графикаға (3 Dimensional-3 өлшемді) арналған программалардың тобына жатады және шын мәнді өмірдегі немесе ойдан құрастырылған әлемдегі фотографикалық сипат және сапамен көрінетін, сондай-ақ анимация деп аталатын объектілердің қимыл әрекетін көрсететін көріністерді

имитациялайтын бөлек-бөлек кескіндерді синтездеуге арналған. Тез дамуының нәтижесінде Мах салалық стандартқа айналды, оның қолдану аясы үлкен және көп қырлы. Негізінде, бұл үш өлшемді модельдеу және анимация бағдарламасы дүние жүзіндегі үйдегі қолданушылар мен кәсіпқой киноиндустрия мамандарының арасында үлкен сұранысқа ие болды. Autodesk Maya авторларының идеялары, практикада керемет іске асырылады, қазіргі кезде бұл ең күшті ғана емес, сонымен қатар үш өлшемді әлемдегі ең сатылымды пакеті. Сәулетшілдік ішкі көріністерді және фасадтарды модельдеу, кейіпкерді анимациялау, Internet-ке арналған шындыққа негізделген фотолық 3D сахналар, физикалық процесстерді визуализациялау-бұлар бағдарлама мүмкіндіктерінің бірі ғана. Сонымен қатар, сіздің пәтеріңізде жиһазды қалай үйлесімді етіп орналастырып қоюды көрсетуге, құттықтауға арналған роликтер құруға, курстық немесе дипломдық проекттер жасауға, бүкіл интернет-сервердің коммерциялық орындауларын немесе ірі компанияның жарнамалық видеобейнесін жасауға болады. Масштабталуы және пакеттің модульдік құрылымына байланысты, 3D-ді өздігінен үйренуші бірнеше сағаттық жұмыстан кейін жақсы нәтижеге жетуіне болады. Кәсіпқой қолданушыға творчестволық ізденуге арналған шексіз құралдар және толық жетілдірулер пайдалануға берілген [72].

Үш өлшемді сахналарды Моделдеу, Жанбітірім (Анимация) және Визуализация. Бағдарламаның жұмыс істеуі нәтижесінде статикалық сахналар құрылады, олар үшөлшемді геометриялық объектілердің жиынтығынан құралған (жалпақ және көлемді), яғни үш координаталармен сипатталады.

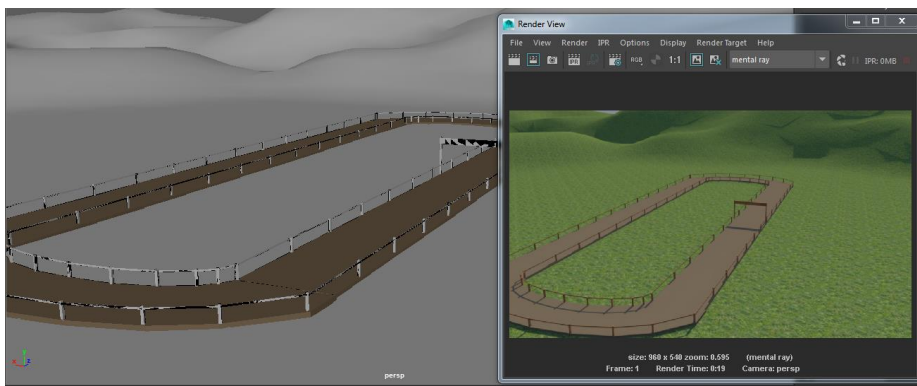
Қарапайым бұл координаталарды ұзындығы, ені және биіктігі деп атауға болады. Төртінші өлшеуіш - уақыт, Анимацияны (жан бітіруді) қолданатын сахналарда немесе динамикалық сахналарда қатысады. Статикалық сахнаны сипаттаудың негізгі үлгісі - объект сәулетінің үшөлшемді моделі, автомобиль двигателінің динамикалық жұмысын демонстрациялау және жарнамалық роликтерді ұйымдасқтыру [73]. Кез-келген сахна стандартты алгоритмнен қалыптасады және ол келесі бейнеде сипатталуы мүмкін:

- геометрия құру,
- жарық көздерін, түсіру камераларын және материалдарды жөндеу,
- жанбітірімді баптау,
- визуализациялау.

Статикалық үш өлшемді сахнаның жұмысын аяқтайтын ақырғы нәтиже «сурет»- бейнелеу графикалық файлы болып табылады. Сахна объектілерінің әрбір кадрының өзгерістерін көрсететін динамикалық сахна « суреттердің » жиынтығын немесе анимациялық жүйелілікті береді. Визуализация нәтижелері қағазға, пленкаға, матаға аударылуы немесе бейнелентаға CD-

дискке және т.б. жазылуы мүмкін. Үш өлшемді сахнаны визуализациялауға және жөндеуге, жұмыс алгоритмінің негізгі пункттарына қысқаша тоқталып өтсек.

Геометрия құру немесе Моделдеу. Autodesk Maya ортасының инструменттері мен негізгі командаларын білу және маңызды дағдыларды білумен сипатталатын талаптар - бұлар жұмыстың негізгі сатысы болып табылады. Және де олардың физикалық қасиеттеріне немесе әрекеттестіктеріне емес, тек денелердің геометриясына негізделеді. Сахнаны модельдеу жұмыстарын меңгере келе алғашқы сабақтарды кез-келген үйренуші тез қабылдайды, және ақырғы нәтижеге оңай қол жеткізуге болады.



3.38 -сурет – Autodesk Maya үш өлшемді сахнасының мысалдары.
Жарық көздері, түсіру камералары, материалдар

Келесі саты, сахнаның визуалды сипаттамаларын жөндеу және баптау. Жарық, негізгі және қосалқы жарықтандыру тоны, рефлекстік жарық көздері, көлеңкенің тереңдігі мен ашықтығы және де көптеген басқа да параметрлер арнайы қызметтік объектілер көмегімен - жарық көздерімен бапталады. Ал кадрдың ірілігін, преспективаны, көру бұрышы мен бұрылу бұрышын түсіру камералары басқарады. Сондай-ақ, бақылаушының өзі сол әлемнің ішінде жүргендей сезініп көңілі көтерілуі мүмкін. Алынған «суреттің шындыққа жанасуы негізінен қолданылатын материалдар мен текстуралық карталар - ағаштың, тастың, су бетінің фактурасын бейнелейтін суреттерге байланысты. Материалдар редакторының көптеген параметрлері суреттің нақты табиғилық түрге жақындауын қамтамасыз ететін фотореалистік сахнаның жөндеулері мен баптауларын жасауға шексіз мүмкіндік береді.

Анимация. Жеке объекттерді, бүтін топтарды, динамикалық сахнаны модельдеу кезінде қозғалысты басқаратын күшті механизмдер нақты

нәтижеге жетуге мүмкіндік береді. Бейнекамерамен түсірілген бейнелерге өте ұқсас етіп нақты кадрлар жасауға болады. Баяулату мен тездету, циклдер мен қайталаулар, уақыт аралықтарын масштабтау және басқа да параметрлер жанбітірімді басқарады және қолданушыға қолайлы инструмент береді.

Визуализация. Соңғы саты, параметрлерді баптау, алынған «суреттің» сапасын дұрыстау, генерацияланатын кадрлардың форматы мен типі, арнайы эффекттерді үстемелеу (нұр шашу, бейненің түсуі мен камера линзасындағы дақтар, ашықтықты өзгерту, тез болатын қимылдардың жақсы шығуы, тұман және т.с.с.). Әрбір кадрдың тез оқылуы сахнаның күрделілігіне, қолданылған материалдарға және жұмыс істеп отырған компьютерге тікелей байланысты.

Autodesk Maya программасының бөлек кескіндермен анимацияларды құрудағы тек бірнеше ғана мүмкіндіктері берілген:

- Кез-келген үш өлшемді объект, геометриялық форма оның ішінде қарапайым цилиндр, сфера, тіктөртбұрышты параллелипедтен бастап аңның денесі, тал, судың бетінің толқыны сияқты қиындықтағы объектерді геометриялық формасын модельдеу.

- Объект материялының физикалық қасиеттерін имитациялау, мысалығы шаш, жылтыр, жарық сәулелерінің таралуы, көпқырлы айнаның шағылысып көрінуі, атмосфералық пайда болу, қар, тұман, от, түтін сияқты табиғи құбылыстар мен оқиғалар.

- Үш өлшемді сценаны кез-келген бағытта немесе мақсатта жарықтандыруға имитациялау, мысалы: терең космос кеңістігі, күннің шығу жарықтығы, шынай өмірдегі суреттердегі түскен жарықтың колеңкесімен көрсету, оны жұмыс бетіне қоюға қолдану.

- Объектінің барлық параметрлерін анимациялау, формасын, өлшемдерін, орналасуын, түсі және материалдарының қасиеттері (характеристика) т.с.с.

- Кез-келген типтегі қимыл іс әрекетті имитациялауға мүмкіндік беретін анимация процесінде, объектінің қасиеттерін өзгерту немесе объекті орналастыруды басқарудың әр түрлі жолдарын анимациямен амалға асыру.

- Байланысқан объектердің иерархиялық тізбегін құру және сол тізбектерді тіке немесе кері кинематикалық әдісімен анимациялау. Мұнда бір объектінің қозғалысы тізбектің қалған объектерінің бірге қозғалуына алып келеді.

- Әр түрлі объектердің бірте-бірте біріншісінің екіншісіне айналуы модельдеу, формасына және ішкі көрінісіне қарай өзгеруі. (морфинг).

- Қозғалыстағы объектердің тартылыс күшін, желді, серпімділігін есепке ала отырып, динамикалық қасиеттерін модельдеу.

- Суреттерді синтездеуге әр түрлі фильтрлерді қолдану, сондай-ақ суреттердің немесе камераның қасиеттерін имитациялау арқылы тереңдігін

және линзаның өзгеруін көрсету.

Autodesk Maya қолданатын негізгі салалар:

- архитекторлық жобалау және интерьерлерді конструкциялау;
- телевидения үшін жарнамалық және ғылыми танымал роликтерді

дайындау;

- компьютерлік мультипликация және ойындарды түсіру;
- компьютерлік ойындарды өңдеу;
- кітап, журналдарды безендіруге дайындау;
- көркем компьютерлік графика, Web – дизайн;
- кеңістіктік көзқарасты дамыту;
- сот-медициналық сараптама, арнайы эффектілер.

Үш өлшемді графикамен байланысты мамандар.

3D modeler - кез-келген қиын моделдердің үлгісі жасай алатын маман, яғни жиһаздан бастап сәулетшілік өнерге дейін мінездемелі персонаждармен аяқтайтын маман.

Текстурашы (текстурщик) - текстурамен жұмыс істейтін суретші (сурет бедерлімен өрнектерге). Текстурашының мақсаты шындыққа негізделген материалдар жасау және объектіге олардың дұрыс қолдану [74].

Визуализатор - сапалы бейнемен жанды суреттеуші маман. Визуализатор жарық қою, материалдар және қорытынды сурет рендерге тағайындау арқылы үш өлшемді бетті ақырына дейін дайындайды, бізге жеткізеді. Бұл облыста қазіргі кәсіпқой мамандарға аз және бағалы жұмыста жоғарпы тұрады.

Өрлендірушінің деңгейі - маман, ойын деңгейлерін жоспарлайды және жасайды, сонымен қатар компьютерлік ойындардың әлемінде текстуралар жасайды.

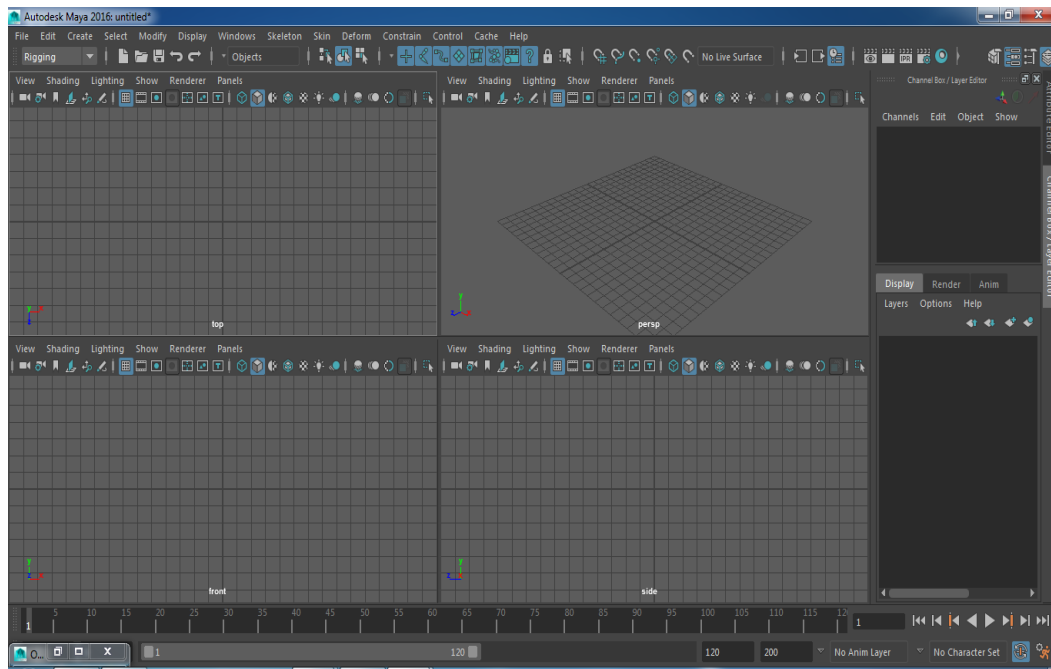
Аниматор - үш өлшемді кеңістікте моделді персонажды жандандырушы адам - сахналары істің ебін білген. Анимация - бұл қимыл әрекет, ал қимыл әрекет. Тамаша және өте қызықты мамандық ! 3 - Artist - барлық аталған мамандықтардың иесі. Бұлар қазіргі уақытта өте қажетті және ақшалы мамандықтыр.

Autodesk Maya - терең дамыған өте қызықты бағдарлама. Ол талпынысты, терең білімді қажетсінеді [75].

3.6.1 Autodesk Maya пакетінің жұмыс жасау ерекшеліктері, басқару элементтері

Interface (Қолданушы ортасы). Autodesk Maya сияқты кез-келген күрделі құрылымды бағдарлама өзінің басқару әдістерімен, қолданушы ортасы интерфейсмен танысып өтуге біраз уақытты талап етеді. Мах

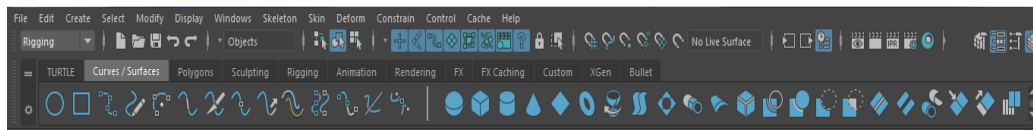
интерфейсіндегі элементтердің негізгі типтерін талдап өтсек. Бағдарламаны іске қосқаннан кейін Autodesk Maya жарнамалық бет басы және интерфейсін негізгі элементтері орналасқан Бастапқы терезесі ашылады.



3.39-сурет – Autodesk Maya бастапқы терезесі

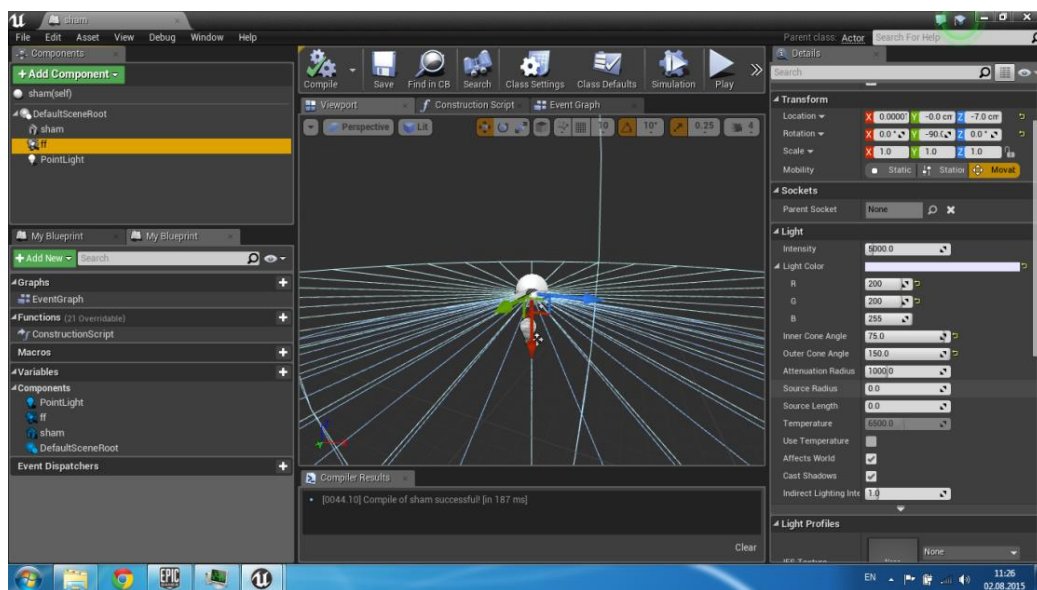
Бұл терезе Windows операциялық жүйесінің стандартты терезесі болғандықтан толық экран бетіне жайылады, оралады немесе жабылады. Сондай-ақ тышқанның көмегімен терезенің шетінен ұстап тұрып терезені қалаған өлшемге өзгертеміз. Дегенмен, меню командалары, панельдер мен басқару түймелерінің көптігі соншалықты Windows-тің Жұмыс Үстелі өлшемінде, яғни 1152x864 өлшемді толық экранда жұмыс істеу керек[4]. Интерфейстің негізгі элементтерін талдаудан бұрын оны құрайтын

Құрал Саймандар панеліндегі түймелерді қолдану жаңадан үйренушіге қиындық туғызады, дегенмен жақынырақ таныса келе оңай бола бастайды. Сонымен қатар, көрсеткішті кез-келген түймеге апарғанда қандай әрекет істейтіндігі туралы қалқып шығушы сыбыр сөз шығады.

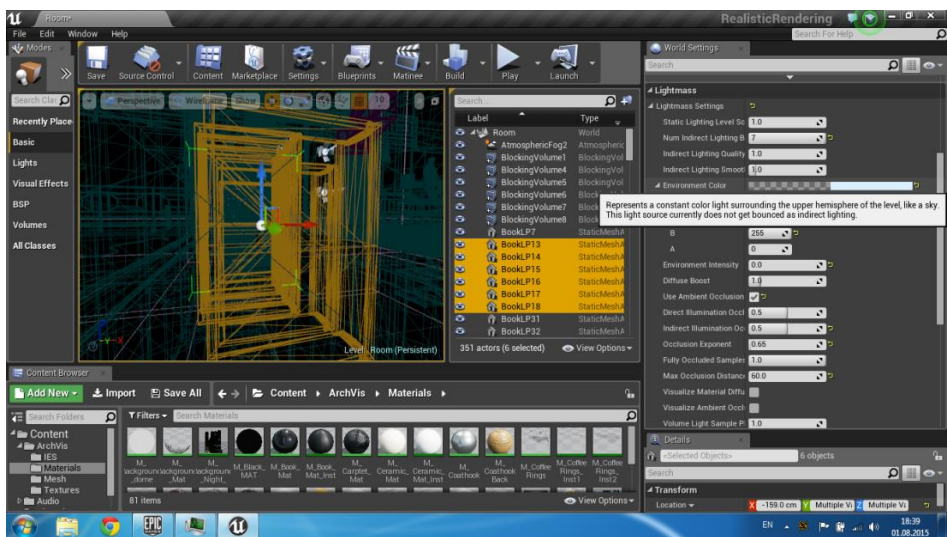


3.40-сурет – Құрал Саймандар

Командалар панелі - объектілерді құру және редакторлау инструментінің жиынтығынан, Мах ортасының қызметтік құралдары мен анимация параметрін баптаулардан тұрады. Әрекет түрлеріне байланысты бұл панель қосымшалар түрінде берілген.



3.41-сурет – Командалар Панелі



3.42-сурет – Модельге арналған құрал саймандар

Көріністі терезелер - бағдарламаның негізгі жұмыс аймағы. Мұнда сахна объектілерінің геометриясы, материалдар, текстуралық карталар, қызметтік мәліметтер көрінеді. Көріністі терезелер бақылаушы өзінің көру нүктесін бірнеше нұсқалар ішінен таңдай алады және ол нұсқалар активті немесе пассивті күйде болады [85]. Активті Көріністі Терезенің периметр бойынша сары рамкасы болады және оған өзгерістер енгізуге болады, ал пассивті терезелер болса ағымдық өзгерістерді көрсетіп тұрады. Терезенің атауы сол жақ жоғарғы бұрышында көрініп тұрады және оған баптаулар жүргізу үшін тышқан көрсеткішін апарып оң батырмасын басу керек. Осы кезде тағы бір басқару элементі - Контекстік Меню пайда болады.

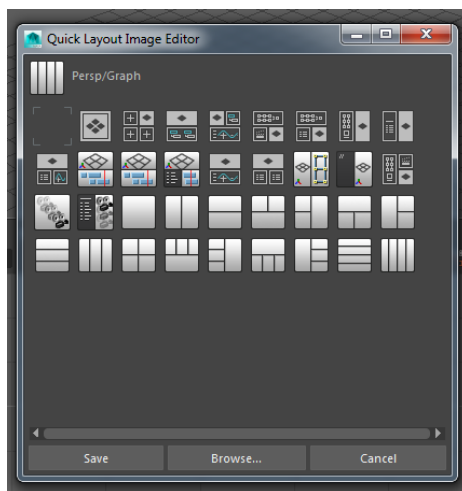
3.6.2 Интерфейсті баптау және жұмыс істеу тәсілдері

Интерфейстің баптауларын жүргізу бірінші рет бағдарламамен танысқанда, ал қалғандарын тек керек кезде, яғни басқаша жұмыстар жүргізгенде, жүйені қалпына келтіргенде, жаңа версияларға ауыстырғанда және т.б. кездерде керек болады. Дегенмен бұл маңызды аспекті болғандықтан тереңірек талдаймыз [76]. Бәрінен бұрын Көріністі Терезелердің (Видовых Окон) конфигурациясының баптауларын жүргізу керек:

- Top (Үстіңгі Жағынан Көрініс);
- Front (Алдыңғы Жағынан Көрініс);
- Left (Сол Жағынан Көрініс);

- Right (Оң Жағынан Көрініс);
- Bottom (Төменгі Жағынан Көрініс);
- Back (Артқы Жағынан Көрініс);
- Perspective (Перспектива);
- CameraXX (Камерадан Көрініс).
- LightXX (Жарық Көзінен Көрініс; Вид из Источника Света)

Керекті көріністі таңдау үшін Көріністі Терезенің атауының үстіне көрсеткішті апарып, тышқанның оң батырмасын басу керек және шыққан контекстік менюден керектісін таңдаймыз. Көріністі Терезелердің конфигурациясын баптау үшін Configure (Баптау) пунктін шақыру керек. Нәтижесінде Viewport Configuration (Экрандардың конфигурациясы, Конфигурация экранов) диалогтық терезесі пайда болады, мұнда Layout (Құрастыру, Компоновка) закладкасын таңдау керек. Көріністі Экрандардың стандартты раскладкалар терімінен(набор) жұмысқа ыңғайлы біреуін таңдау керек. Таңдау жасағанда соңғысын, яғни Көріністі Терезенің бірдей өлшемдерден тұратын төрт терезені таңдау қолайлы. Дегенмен ерекше проекттер жасағанда (мысалы, қоғамдық ғимараттардың жарнамасының алдынан бойлай көретін сахнасы) екі горизонталь бойымен орналасқан Көріністі Терезелердің раскладкасы керек болады [77]. Таңдалған раскладкада әрбір терезенің көрінісін көрсету үшін терезенің схемалар өрісіне тышқанның сол жақ батырмасын басамыз және контекстік менюден керектісін таңдаймыз.



3.43-сурет – Көріністі терезелердің конфигурациясын баптау

Көріністі Терезелерді басқарудың командалары Maya Бастапқы Терезесінің оң жақ төменгі бөлігінде орналасқан және келесі

инструменттерден тұрады:

- Zoom (көрініс масштабы) - Сахнадан интерактивті жақындату алыстату режимі. Осы команданы таңдаған соң көріністің масштабын өзгерту үшін активті Көріністі Терезеде тышқанның сол жақ батырмасын басулы күйде ұстап тұрып жылжыту керек.

- Zoom All (барлық терезелердің көрініс масштабы) - Барлық көріністі терезелерге әсер етеді, алдыңғы режимге ұқсас.

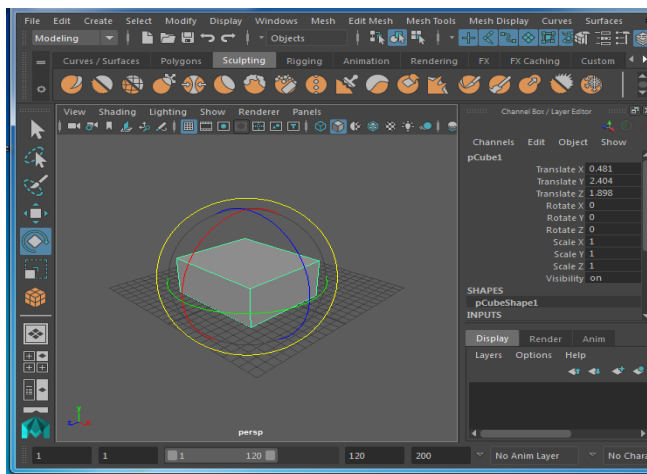
- Zoom Extents / Extents Selected (барлық сахна / барлық ерекшеленген Объект) - барлық сахнаның көрсетілуін активті көріністі терезедегі барлық ерекшеленген объектілердің (немесе топтың) көрсетілуін орындайды.

- Zoom Extents All / Extents All Selected (барлық сахна барлық терезелерде барлық ерекшеленген объект барлық терезелерде) - алдыңғыға ұқсас режим, барлық көріністі терезелерге әсер етеді.

- Region Zoom (көрініс фрагменті) - активті көріністі терезеде рамка арқылы көрсетілетін көрсету фрагментін таңдау.

- Pan - активті көріністі терезеде көру өрісін жылжыту.

- Arc Rotate / Rotate Selected / Rotate Sub-Object (көру нүктесін бұру) - жаңа көрініс нүктесін таңдау, активті терезе User (қолданушы) режиміне өтеді. Осы команданы таңдаған соң жасыл түсті маркерлі шеңбер пайда болады, бұл арқылы бақылаушының көру нүктесін өзгертуге болады. Төрт маркердің кез-келгеніне көрсеткішті апарып көру нүктесінің бұрылу жазықтығын таңдаймыз, сосын сол жақ батырманы басып керекті бұрышқа жеткенше айналдырамыз.



3.44-сурет – Жылжымалы командалар панелі

Min Max Toggle (бүкіл экранға үлкейту / артқа қайту) - активті Көріністі Терезені бүкіл экранға үлкейту және стандартты көрініске келтіру режимдерін ауыстырып қосу.

Өлшем бірліктер, координаттар торы, байламдар. Мауа келесі маңызды интерфейс баптаулары Өлшем бірліктерді таңдау, байламдар режимдерін орнату және координаталар торының параметрлерін баптау. Өлшем бірліктерді таңдау үшін Customize (баптау) құлама менюден Units Setup (өлшем бірліктерді баптау) пунктін шақырамыз. Нәтижесінде диалогтық терезе пайда болады, мұнда ауыстырып қосқыштар терімінен керекті жүйені таңдаймыз: Metric (метрлік), US Standard (Американдық), Custom (қолданбалы) және үнсіз келісім бойынша қолданылатындар Generic Units (жалпылар).

Нақты үш өлшемді сахнамен жұмыс істегенде ең алдымен өлшем бірліктерді таңдап алуымыз керек, дегенмен дайын болған үш өлшемді сахна бірліктерінің өзі басқа бірлікке ауыса алады. Мұндай процедура әр түрлі Өлшем бірліктерде құрылған үш өлшемді дайын сахналарды біріктіргенде автоматты түрде шығарылады.

Көріністі терезелердің жұмыс алаңы бақылаудың ыңғайлылығы, құруда және редакторлағанда өлшемдердің дұрыс берілуі үшін бір-біріне перпендикуляр қызметтік сызықтардан - координаталар торынан құрылуы мүмкін. Тор горизонтальді және вертикальді түзулерден тұрады.

Тор - сызықтары негізгі және көмекші болып бөлінеді. Сызықтар ара қашықтығын таңдау үшін Customize (баптау) құлама менюінен Grid and Snap Setting (байламдар мен тордың баптаулары) диалогтық терезесін шақырамыз, Home Grid закладкасынан Grid Spacing (Тор қадамдары) өзгертеміз.

Моделдеу принциптер. Модель құру кезінде кедергілері аз жолды таңдаған жөн. KISS (keep it simple, stupid)- оңай жол таңдау принципі үш өлшемді модельдеу және жарнама саласында жұмыс істеуге өте ыңғайлы, өйткені күрделі моделдер операциялар жүйені шамадан тыс жүктеп, біз күтпеген ақаулар тудыруы мүмкін. Қосымша деталь объектілерінің қаңқалы моделіне бар блок эффектісін құру үшін шашырату және сығып шығару карталарында растрлі суреттермен нормальдардың монипульдігі қолданады. Сол себептен текстураларды орналастыру көптеген детальденген қаңқалы моделелер орнын ауыстыру мүмкін бұл әсіресе көзден тыс немесе сценадан ұзақтан тұрған объектілерге тиімді. Ойлап көріңізші текстураны қарапайымырақ объектіге қолданудың маңызды бар ма, егер бұл жеткілікті дәрежеде ойдағыдай нәтиже алуға мүмкіндік берсе.

Одан басқа моделді экранда анимациялайтын экранда әдісті көз алдыңыздағы келтіріңізші. Егер объектің алыс жағы сонда да көрінбесе, мүмкін өзінді қинап оны модельдеудің қажеті жоқ шығар.

Егер таңдалған моделдеу әдісінің жұмыс істейтініне нақты сенімді болмасаңыз, объектіге тестілеу жүргізіңіз. Осыған ұқсас эксперименттер сіз тіпті сезбеген балама нұсқаларын табуға көмектеседі.

Жобаны дайындау. Модел құрудан алдын сақталған файлдарды реттейтін каталогтар (папкалар) құруға аздаған уақытыңызды бөліңіз. Модел құру жұмысы басталғаннан кейін үш өлшемді объектердің файлдарын жұмыстарыңызды жоба не модел атымен топтастырып сақтаған жөн. Берілген жағдайда керекті каталогтар құруға болады, оның ішінде қаңқалар (каркасы) (Mesh) және карталар (Maps) папкаларын құрыңыз. Модель құру жұмысын бастағаннан кейін, үш өлшемді объектердің файлдарын жобалар, қаңқалар каталогында, ал текстура карталарын карталар каталогында сақтауға болады. Нәтижеде жобаға тиісті барлық файлдар қажет каталогта тұратын болады. Файлдардың реттеліп сақталуы жобалардың резервті копиясын құру процесін жеңілдетеді.

Модельдерді құру. Ұйымдастыру шараларын өткізгеннен кейін, бағдарламалық қаматамассыздандыруға өтеміз. Жоғарыда айтып өткеніміздей, модлельдеу – бұл үш өлшемді графика жұмысы үшін арналған бағдарламаның көмегімен объектер құру процесі болып табылады.

Моделдеу жүйелері. Моделдеудің негізгі төрт жүйесі бар: Полигондық, Сплainдық, Үзінділеп(тілімдеп) және Параметрлік. Көпшілік бағдарламалар олардың төртеуін де қолданады, себебі олардың әр қайсысының өзіндік артықшылығы және кемшілігі бар. Полигондық моделдеу – моделдеудің негізгі типі болып, мұнда үш өлшемді объектер көпбұрыштардың тобы ретінде қаралады. Үзінділеп моделдеу объектерді құруға өте ыңғайлы, ал параметрлік - моделдеу процесінде объектің параметрлерін тез және оңай өзгертуге мүмкіндік береді. Әйткенмен әр бір бөлек бағдарламада әр түрлі қолданылады, көп жағдайда екі не оданда көп системалар қолданылады, бұл бағдарламаны тағыда көп функционалды ете түседі [76].

Үш өлшемді графика (немесе жай 3D графикасы) Autodesk Maya алғашқы версиясынан әжептеуір ілгері пайда болды. 3D графикасы элементтері CAD-қосымшаларында күрделі инженерлік есептеулер үшін қолданылатын еді. Қазір де 3D-графикасы көркемдік визуализациясы үшін (анимация және қозғалмайтын бейнелер үшін), сондай-ақ инженерлік есептерді, мысалы AutoCAD -қа немесе Solid Worksta, иллюстрациялау үшін қолданылады.

Компьютерлік анимация құрудың бірінші тышқаншаны шертуінен бастап дайын роликке дейінгі процесімен танысу үшін оны бес негізгі (шартты түрде) кезеңге бөліп аламыз. Қазір де 3D-графикасы көркемдік визуализациясы үшін (анимация және қозғалмайтын бейнелер үшін), сондай-ақ инженерлік есептерді, мысалы AutoCAD -қа немесе Solid Worksta, иллюстрациялау үшін қолданылады.



3.45-сурет – 3D графикасының типтік қолданылуына мысал

Модельдеу – бұл кейбір нақты объекті немесе қиялдағы әлемді қандай да бір үш өлшемді модельдеу бағдарламасында бейнелеу болып табылады.



3.46-сурет – Эвакуациялаудың негізгі объектісі ғимарат моделі

Программаның келесі бетінде адамның моделі жасалған.



3.47-сурет – Эвакуациялау кезіндегі адамның моделі

Процедуралық картаға мысал – текстура градиенттері немесе шуылдату текстуралары бола алады.



3.48-сурет – Материалдардың міндеттерін орындағанға дейінгі және одан кейінгі көрінісін салыстырыңыз

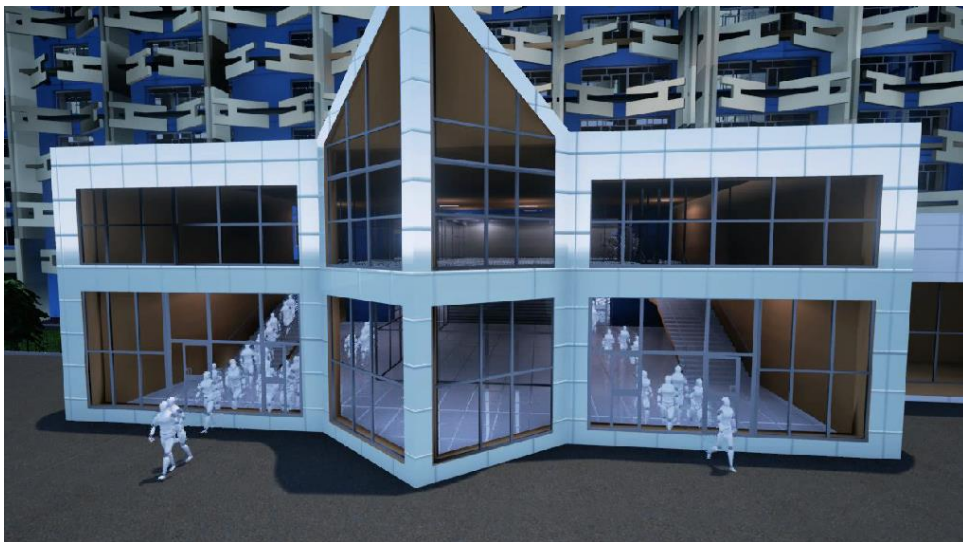
Фотореалистік (немесе жай реалистік) сахналарды құруда суретке алынған немесе сканерленген растрлі текстуралар қолданылады. Сканерлеп болған соң оларды 2D-графиктер бағдарламасында өңдеп алу қажет. Фотографияларды өңдеу үшін қосымша ретінде Adobe Photoshop бағдарламасын қолдануға болады. Ол бұл саладағы танылған стандарт есептелінеді.



3.49-сурет – Ғимарат алаңы



3.50-сурет – Шығыс есіктері



3.51-сурет – ШЫҒЫС есіктері



3.52-сурет – ШЫҒЫС есіктері



3.53-сурет – Шығыс жолдары

Модельдеу – бұл кейбір нақты объекті немесе қиялдағы әлемді қандай да бір үш өлшемді модельдеу бағдарламасында бейнелеу болып табылады.

Autodesk Maya қарастырылатын барлық модельдер торлы есептелінеді, яғни көп санды бір-бірімен байланысқан, бөлек көпбұрыштардан тұрады. 3D графикте бұл көпбұрыштар полигондар деп аталады.

Торлы моделдеу әдістері көп те емес. Олардың барлығы қалай да болса полигондарды сығып езу, оларды ыдырату, бөліп тастау, бұру, жылжыту және өте маңыздысы тегістеу операцияларына негізделген.

Торлы объектілерді тағы да сплайндар-жазықтық немесе үш өлшемді қисықтарды пайдаланып құруға болады. Торлы объектіні алу үшін сплайн айналдырылуы немесе сығылуы мүмкін. Бұдан басқа да бірнеше модельдеу әдістері бар. NURBS – модельдеу (осыған ұқсас модельдеу Surface Tools модулін қолданып алынады), патчтық (бөлектеп) модельдеу [87].

NURBS – модельдеулердің негізі (Non Uniform Rational B-Splines – біртекті емес рационал B-сплайндар) – үш өлшемді кеңістікке объектілерінің контурын қайталайтын қисықтарды сызады, онан соң оларға сырт қабатын «кигізеді».

Атап айту керек, Maya NURBS та модельдеу эксперттерді таң қалдырған жайы жоқ. Тек Power компаниясы тарапынан Power NURBS плагинінің шығарылуы бұл мәселені жеңілдетті. Егер NURBS-пен іскер түрде шұғылданду үшін, ең жақсысы арнайы пакеттерді қолданған жөн.

Мысалы, McNell Rhinoceros, Alios Studiotools-пен. NURBS-пен көбінесе эрганомдық объектілер, сондай-ақ аэродинамикалық сипатқа ие болған объектілер: автомобильдер, ұшақтар, кемелер модельденеді.

Патчті модельдеу барысында үш өлшемді объектінің сырт беті кішкене төртбұрыштар – патчтер негізінде құрылады.

Патчтың қабырғалары екі ұшты сплайндар болып, олар үшін (басқа да кез келген сплайндар үшін) бағытты және жанама шамаларын баптауды орындауға болады. Патчтер көмегінде көбінесе кейіпкерлерді немесе күрделілігі және модельдеу процесі ұқсас объектілерді модельдейді.

Жаңа жұмыс бастаушылар 3D графикті құрастырудың негізгі кезеңі модельдеу деп есептейді, бірақ ол олай емес. Тіпті өте жақсы істелінген модельді төмен сапалы текстура, жақсы жарытылмау немесе суретке алу нүктесінің дұрыс еместігі бұзып қоюы мүмкін [88].

Бұл кезеңді материалдарды дайындаудан атаса болады. 3D модельді құрып болған соң күңгірт бір тонды пішін келіп шығады, оны қажет түске бояу қажет болады. Тор, модель формасын анықтайды. Екі өлшемді бейнеде – оның контурларын анықтайды. Объектінің сырт бетіндегі кез келген нүктенің түсін материал анықтайды. Материал сырт беттің, оның рельефин, формасын және блик өлшемін, мөлдірлігін, шағылу эффектерін, сыну және жарықталынап өту, жалпы алғанда, сырт беттің барлық қасиеттерін береді. Мауа көптеген түрдегі материалдар ескерілген. Ең қарапайымынан көп қабатты және көп компоненттілерге дейін. Материал көбінесе бірнеше текстуралық карталарды өз іштерінде алады. Текстуралық карта – бұл материалдардың түрліше қасиеттерін суреттейтін жазық бейне. Текстуралық карта ретінде растрлы бейнені әдеттегі JPG ,BMP немесе TIF форматтарындағы және тағы да Мауа математикалық алгоритмдері негізінде алынатын карта қолданылуы мүмкін. Мұндай текстуралық карта процедуралық деп аталады. Процедуралық картаға мысал – текстура градиенттері немесе шуылдату текстуралары бола алады.

Мауа көптеген түрдегі материалдар ескерілген. Ең қарапайымынан көп қабатты және көп компоненттілерге дейін. Материал көбінесе бірнеше текстуралық карталарды өз ішінде алады. Текстуралық карта – бұл материалдың түрліше қасиеттерін суреттейтін жазық бейне. Текстуралық карта ретінде растрлы бейнені әдеттегі JPG ,BMP немесе TIF форматтарындағы және тағы да Мауа математикалық алгоритмдері негізінде алынатын карта қолданылуы мүмкін. Мұндай текстуралық карта процедуралық деп аталады. Процедуралық картаға мысал – текстура градиенттері немесе шуылдату текстуралары бола алады.

Фотореалистік (немесе жай реалистік) сахналарды құруда суретке алынған немесе сканерленген растрлі текстуралар қолданылады. Сканерлеп

болған соң оларды 2D-графиктер бағдарламасында өңдеп алу қажет. Фотографияларды өңдеу үшін қосымша ретінде Adobe Photoshop бағдарламасын қолдануға болады. Ол бұл саладағы танылған стандарт есептелінеді.

Текстурамен жұмыс істеу кезінде оларды объектіге орнату проблемасы туады (mapping). Оның туындау негізі бұл жерде текстураның тіктөртбұрышты бейне болып, ал орнатылатын объекті көбіне күрделі форма болып келеді. Бұл проблеманың шешімі проекциялық координаталарды дұрыс таңдау және пайдаланудан тұрады. Оларды пайдаланудың мағынасын түсіну өте оңай: тіктөртбұрышты текстура параллелепипед, цилиндр немесе сфераға проекцияланады. Одан соң бұл аралық объектілердің параметрлері бапталады, тек сонан соң текстура объектіге проекцияланады.

Күрделірек жағдайлар үшін текстуралық карталарды ашып тастау қолданылады (unwrapping). Объектінің сырт бетін ашып тастай отырып 3D суретші оны текстура координаталарын анықтау мақсатында жетілдіреді.

Сапалы текстура құрау көбінесе жаңадан бастаушы 3D суретші үшін проблема болып есептелінеді. Кітап соңында тегін жүктелетін жоғары сапалы текстуралар сайттарынан тізімі келтірілген.

Жарықтандыруды құрау. Моделді жасап және оған қажетті материалдарды дайындап болған соң сахнаға жарықтандыру көздерін орнатып шығу қажет. Бұл кезеңнің мақсаты жарықтандыруды сахнаны модельдеу әрекеттеріне енгізуге болады. Жарықтандыруды орната отырып, нақты сахнадан және суреттерден көбірек пайдалануға әрекет жасаңыз. Нақты әлемдегі жарық көздері ешқашан ақ болмайды. Олардың түсі ашық-көгілдірден ашық-қызылға дейін болады. Бұл жалпы сахна түс күйін анықтайды. Үш өлшемді сахна ашық жарықталынбауы немесе тым көмескі болмауы қажет.

Жарықтандыруды құрастыру кезінде сахнаның кез-келген мағынаға ие болған объектісі басқаларға қарағанда анық көрінетін болуы керек. Егер тікелей болмаған жарықтандырудың күрделі алгоритмдерін пайдаланбайтын болса, кейде әрбір объектіні қосымша жарықтандыру үшін үшеуге дейін жарық көзі талап етіледі.

Егер сіздің сахнаңызда жарық көздері көп болса, берілген жарық көзі үшін қажет болмаған объектілерді тізімнен өшіріп тастау қажет. Бұл тікелей емес (немесе шашыраңқы) жарықтандыру алгоритмдерін жүзеге асыру арқылы жетуге болады.

Ілгері бұлардан бірі Radiosity тек негізінен сәулеттік визуализация үшін арналған, Lightscapе бағдарламасы арқылы жетуге болатын. Қазіргі уақытта бұл алгоритмдер интерьерлер дизайнін істеп шығу үшін көбірек маңызды болады [79].

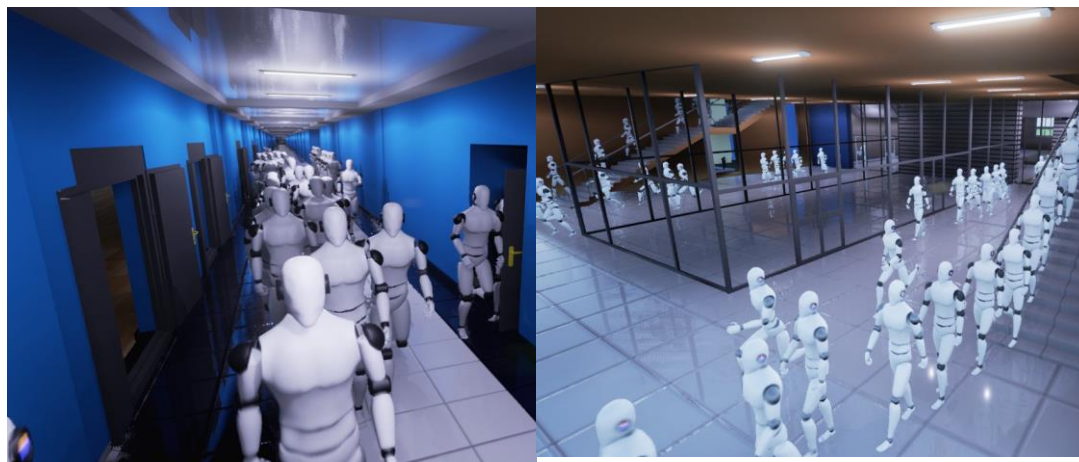
Тікелей емес жарықтандыруды имитациялау кезінде жарық сәулелері сахна бойымен жылжи отырып, сынып және жағылып барады, бұл нақты коррект жарықтандыру көрінісін құрастырады.

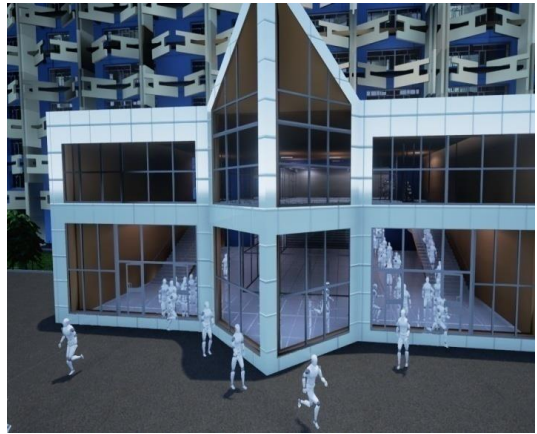
Қосымша жарықтандыруды жарық көзінен тікелей көрінбейтін сахна учаскелері алады. Әрине, мұндай өлшеулер орындауға стандарт жарықтандыруды пайдалануға қарағанда көбірек уақыт кетеді.

Анимация. Модельдеу әдістері анимациялау әдістері сияқты өте көп. Жалпы жағдайда анимацияны сызықты және сызықсыз болып бөлінеді.

Сызықты анимация деп қозғалыс қандай да бір интервал ішінде қарастырылатын анимацияға айтылады. Мұнда интервалдың, оның басқа да әрекеттердің бірнеше интервалдарымен бірге жылжуы болмайды.

Мұндай анимация (мұнда да шартты түрде) объектінің қозғалысы және оның деформациясы анимациясына бөлуге болады. Қозғалыс анимациясы жеткілікті дәрежеде оңай орындалады, бұрылу және масштабтауды трансформациялау арқылы орындалады. Объектіні деформациялау Flex (иілгіштік) модификатор қолдану арқылы немесе сүйектерді (bones) қолдану арқылы орындалады [83].





Сүйектер – бұл қаңқа иерархиялы элементтері – визуалданбайтын объект болып, деформацияланатын дененің ішіне орнатылады.

Сүйектерді жылжыту кезінде тордың оған жақын тұрған элементтері ілесе бастайды және объекті бет қабатының басқарылуы сүйектер арқылы орындалып жатқан эффектісі пайда болады.

Сүйектер Character Studio-да құрастырылады және бапталады немесе скалеттік анимацияның көптеген плагиндерінің бірінде, мысалы, Digimation компаниясының Bones Pro-сында орындалады.

Қозғалыс анимациясы да, сондай-ақ қаңқа анимациясы да көбінесе алдымен кілттік кадрлар арқылы беріледі. Олар объектінің орны мен пішінін нақты уақыт мезетінде анықтайды. Онан соң кілттік кадрлар бапталады және арнайы құрал-саймандар арқылы жылжытылады.

Кілттік кадрлардан тыс екі аяқты кейіпкерлер анимациясы үшін Motion Capture (қозғалысты ұстап алу) технологиясы қолданылуы мүмкін. Оның мағынасы мынадан тұрады, актерге арнайы датчиктер кигізіледі, ал ол кейіпкерге тиісті қозғалыстарды орындайды.

Бұл мәліметтер жазып алынады және арнайы форматқа түрлендіріледі, оны Character Studio танып алады, ал онан соң қозғалысты компьютер кейіпкері қаңқасына ұзатады.

Визуалдау – бұл ағындағы сахналар немесе анимациялардың екі өлшемді бейнелерін алу процесі. Қозғалмас бейне кейіннен растрлік форматтардан біріне (TGA, TIF, JPG және басқаларына) жазып алынуы мүмкін, ал анимация – анимациялық форматқа (AVI, MOV, FLIC және т.б.) немесе растрлік бейнелерге (file 0001.tif, file 0002.tif,..., file 0100.tif – тізбектелген 100 кадр үшін) жазылуы мүмкін [82].

Визуалдау уақыты жиі болады. Ол көбінесе сахна геометриясымен (яғни полигондар саны), пайдаланылатын текстуралық карталар, жарық көздері санына және жарықталыну алгоритміне байланысты. Сондықтан барлық визуалдаулар алдын-ала және финалдық (соңғы) болып бөлінеді.

Сахна визуалданған: 1 алдын ала баптаудағы; 2 соңғы баптаулардан кейінгі. Алдын - ала визуалдау кезінде қатар ықшамдаулар орындалады:

- шығару бейнесінің кіші өлшемі беріледі;
 - көлеңкелер, текстура өшіріліп қойылуы мүмкін, жарық көзін өңдеу ықшамдалынады;
 - тікелей емес жарықталыну алгоритмдері ықшамдалынады;
 - сәулелердің шағылу және сыну саны сәулелерді трассалауда кемітіледі;
 - анимациялауда әрқайсысы жұп емес, тек n-ші кадр визуалданады.
- Визуалдаудың ең жылдам, қарапайым және ең кем сапалы әдісі болып алдын-ала көріп шығу (preview) болып есептелінеді.

Тіпті кіші болған анимациялық фрагменттің финалдық визуалдануы бірнеше күнді немесе тіпті апталарды бір компьютерде орындалу уақытын алады. Сондықтан Мауа желілік визуалдау ескерілген, сол бір жобаны есептеуде бірнеше компьютерлер пайдаланылады [81].

Үшінші бөлім бойынша тұжырым

Табиғи апат адамзат қоғамына айтарлықтай зардап алып келуі мүмкін, адамның өмірін алуы мүмкіндігі оның ішіндегі ең маңыздысы болып табылады.

Күтілмеген жағдайлар орын алған кездері ғимаратта отырған бір адам болса да, отырған орнын жылдам, қамалып қалмай тастап кетуіне тура келеді. Құрылған алгоритм ғимарат тез тастап кетуге ғана көмек беріп қоймай, сонымен бірге адамның үрейленген жағдайында сасқалақтамауына септігін тигізеді.

Бұл бөлімде эвакуациялау ақпараттық жүйесін жобалау процесін және ақпараттық модельдердің жеке модельденуі, кейбір эвакуациялық сценарилердің іске асырылуы қарастырылады.

Ақпараттық жүйенің программалық өңделуіне негіз болатын UML тілінде, Rational Rose құралында орындалған кластар диаграммасының көрінісі берілген. Басқа алгоритмдік және программалық шешімдердің іске асырылуы Java тілінде орындалып, программалық фрагменттер келтірілген.

Негізгісі, оңтайлы эвакуациялау жоспарының оқу ғимараты үшін (Бас оқу корпусы) сағат сайынғы нақты жоспары әрқабат үшін орындалатын көрсетіліп, оқу ғимаратының 1-2 қабаты үшін нақты оңтайлы жоспар сызбасы келтірілген. Бұл жоспарда деректер оқу процесі үшін құрылған сабақ кестесі дерек қорынан алынған. Деректердің программаға қосылуы сағат сайын

өзгеруіне байланысты эвакуациялау жоспарының сағат сайын өзгеруі келтірілген.

Төтенше жағдайлар кезінде сасу, абыржу, үдей сияқты сезімдер орын алатыны анық. Құрылған 3D модельдеу визуальды программа төтенше жағдайлар кезінде ұйымдастырылған эвакуациялауды орындауға негіз болады.

4 СЕНСОРЛЫ СЫМСЫЗ ЖЕЛІЛЕРДІҢ НЕГІЗІНДЕ ЭВАКУАЦИЯЛАУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖЕЛІСІН МОДЕЛЬДЕУ

4.1 Сымсыз желінің ақпараттық-коммуникациялық ресурстарын анықтау

Сенсорлы сымсыз желі (ССЖ) – дербес қуат көзі бар өте кіші көлемдегі есептеу құрылғыларының желілерінде кейбір элементтердің істен шығуына тұрақты, өзіндік ұйымдаса алатын, әрі үлестірілген сымсыз желі. Мұндай жүйенің түйіндері кіші қуатты таратқыш арқылы ауданның біраз бөлігін желімен толтыруды қамтамасыз етіп хабарламаларды бірінен біріне таратады

Желінің түйіндерінің арасындағы алмасу ZigBee хаттамасы бойынша байланыстың сымсыз арналары арқылы жүзеге асады. Бұл хаттама бақылау және/немесе басқару қызметін жасайтын көптеген қосымшалар үшін төмен энергия тұтынушы сымсыз желінің жүзеге асуына мүмкіндік береді

ZigBee хаттамасы – мәліметтерді пакеттік сымсыз өткізу үшін ZigBee Alliance бірлестігі бақылайтын IEEE802.15.4 стандартының негізінде жасалған ашық халықаралық стандарт. Ол иілгіш, кеңейгіш желілік топологияларды қамтамасыз етеді, желілерді ұйымдастыру мен жіберілетін мәліметтерді бағдарлау үшін кіріктірілген қызметтен тұрады, қарапайым орнату мен бұзылуларға жоғары тұрақтылықты, қауіпсіздік бойынша толыққанды шараларды қамтамасыз етеді, Ол қуаты төмен сымсыз желілік шешімдердің, шектеулі орын толтыру мен шағын қашықтық сияқты, сонымен бірге, радиосызықтар мен түйіндердегі бұзылуларға әлсіздік сияқты дәстүрлі шектеулерін жеңілдетеді.

ССЖ технологиялары үшін объекттер, процесстер мен жүйелер мониторингілеу (мысалы, қорғау мониторингі), сырттай қадағалаушы бақылау мен басқару (өндірістік автоматика мен басқару жүйесінің климат – бақылауы), объекттерді оқшаулау (трекинг) мен қашықтықтан анықтау сияқты есептер ең танымал қолданбалы салалар болып табылады.

Қазіргі кезде «сымсыз сенсорлы желі» деген термин өте кіші көлемдегі электронды құрылғылардың желілерінде кейбір элементтердің істен шығуына тұрақты, өздік ұйымдаса алатын, әрі үлестірілген дегенді білдіреді.

Желі элементтері (түйіндері) арасындағы ақпаратпен алмасу сымсыз байланыс арқылы жүзеге асады.

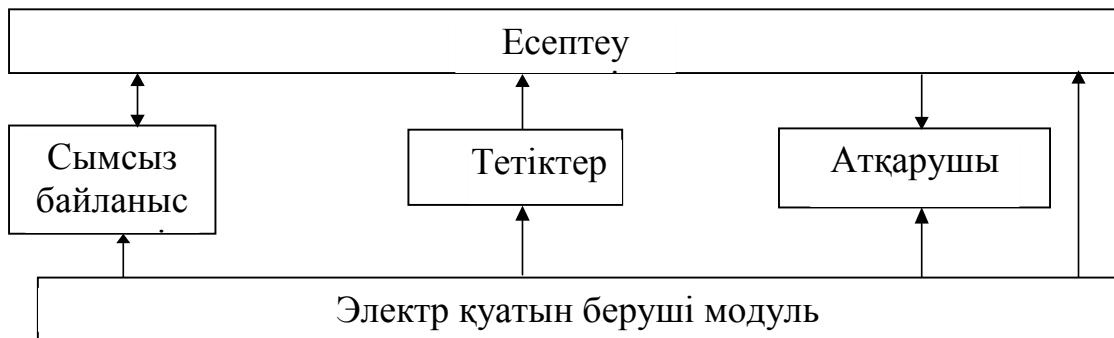
Сенсорлы сымсыз желілерді (ССЖ) қолдану мүмкіндігі адам қызметтерінің айтарлықтай барлық саласына тараған:

- Қауіпсіздік жүйелері мен әскери қосымша;
- Өндірістік мониторинг;
- «Саналы үй» жүйесінің құрылымын автоматтандыру;
- Логистика;

- Экология мен төтенше жағдайлар;
 - Денсаулық сақтау.
- ССЖ негізгі ерекшеліктері:
- Желі түйіндерінің шектеулі энергетикалық, есептеу, коммуникациялық ресурстары;
 - Түйіндердің салмағы мен кіші өлшемділігі;
 - Түйіндерді дербес энергиямен жабдықтау;
 - Желінің жекелеген түйіндер бағасының төмендігі;
 - Желі мен оның түйіндеріне арнайы қызмет көрсетудің қажетсіздігі;
 - Желінің үлкен масштабы (жүз мыңдаған түйіндерге дейін) мен масштабталулығы;
 - Желілердің бұзылуға тұрақтылығы мен жоғары сенімділігі;
 - Топологиялардың өзгеруі мен радиотолқындардың таралу шарттылығының өзгеруіне желілердің тұрақтылығы.

Сенсорлы сымсыз желімен сырттан жұмыс жасау бір бүтінмен жұмыс жасаған сияқты болады. Сенсорлы сымсыз желілер WPAN (Wireless Personal Access Network – дербес сымсыз есептеу желілері, [85] желілерге қатысты болып, түйіндер арасындағы байланыс қашықтығы 100 м аспайтын желі болып табылады.

4.1-ші суретте сенсорлы желілер түйіндерінің жалпыланған құрылымы.



Сурет 4.1 – Сенсорлы желінің түйіні

4.2 Сымсыз желіні моделдеу

Берілген жұмыста, RFID бірегей электронды идентификаторын қолдана отырып, бөлмедегі бар болған адам санын тіркеу моделі қарастырылады.

Ұсынылған жұмыс тіркелетін мәліметтердің сенімділігі мен жылдамдығын жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Сенсорлы сымсыз желінің екі деңгейлі иерархиялық топологиясын оқу кезеңінің үрдісінде студенттердің сабаққа қатысуын бақылау жүйесін жасау үшін қолдану ұсынылған еді, бұл өз кезегінде оқытушылардың қатысу журналын өздері жүргізуі мен студенттерді қайта санау процедурасынан толық түрде босатуға мүмкіндік береді [84].

Жұмыс техникалық сипатқа ие мәселелерді көтерді – тиімділеу сипатына ие физикалық құрылғылармен жабдықтау – ЖОО-на оқытуды электронды жүргізу жүйесіне аппараттық-программалық кешенін біріктірудің жүйелік сипаты мен ғимарат құрылысының инженерлік ерекшеліктеріне байланысты қуаттау көзінің элементтерін, сенсор сипаттамаларын конфигурациялау.

Мот типіндегі сымсыз желі элементімен біріктірілген, әрі әрбір оқу аудиторияларындағы есік орындарына құрастырылған есептеуіш құрылғылардың қолданылуы қарастырылған еді. Берілген құрылғыны құрастыру сымды инфроқұрылымды құру қажеттілігінен құтылуға мүмкіндік береді. Бар болған ақпараттық жүйелермен бірігу мен қосымша модульдердің қосылу мүмкіндігі бар программалық камтамасыздандыруды құрудың сервистік-бағдарлы сәулеті ұсынылды.

Нәтижеде аналитикалық есептерді автоматты түрде алуға болатын болды, мысалы:

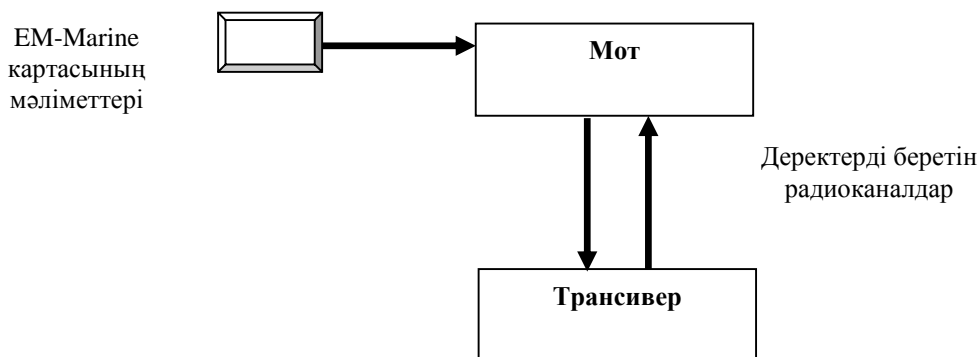
- бейінді оқыту бойынша пәндерге қатысушыларды жалпы пайызы;
- барлық пән бойынша және әрқайсысы бойынша бөлек пәнге студенттердің қатыспағандықтарының жалпы саны;
- пәнге қатысу динамикасы.

Бірінші деңгейінде, Моттар, сенсорлар, ал екінші деңгейінде, Трансиверлер, қабылдаушы-ретрансляторлар өткізілген желінің екі деңгейлі топологиясы ұсынылды. EM-Marine типіндегі карталарды оқитыннан ақпараттарды алу мен жарық дабылымен мәліметтерді өткізу туралы индикация сенсор міндеттеріне кіреді. Мәліметтерді өткізу пакетті трансивер арқылы алуды растау тәртібінде өтеді. Мәліметтер пакеті карталардың идентификациялық номерлерінен және құрылғының жағдайынан (жұмыс жасау қабілеттігінен, қалған қуаттан) тұрады. Белгілену қолайлы болып, аудиторияға сырттан кірмей тұрып, біреуге белгілету мүмкін болмау үшін сенсорлардың қолайлы орны – есік орнындағы бөлменің ішкі бөлігі. Мұндай сенсорлардың қуаттау көзінің элементтері құрылғының ұзақ уақыт – жалпы оқу кезең – 2 семестр (9 ай және одан да көп астам уақыт) жұмыс жасауына мүмкіндік беру түрінде есептелген. Қуаттау көзі элементтерінің ауысуы қажет болған немесе техникалық қызмет көрсетілуі қажет болған сенсорды жылдам

анықтау үшін барлық сенсорлар өзінің құрал-сайман (инвентарь) нөміріне ие, әрі құрылыстың кеңістік моделінде тіркелген

Міне, осылай, мәселе тек сымсыз желі топологиясының жобалау проблемаларын ғана көтеріп қоймай, сонымен бірге бизнес процесінің барлық мәселелерді орындауы бойынша мамандандырылған программалық қамтамасыздандыру проблемаларын да көтерді.

Сенсор құрылғысының топологиясы 4.2-суретте берілген.



Сурет 4.2 – Құрылғының топологиясы.

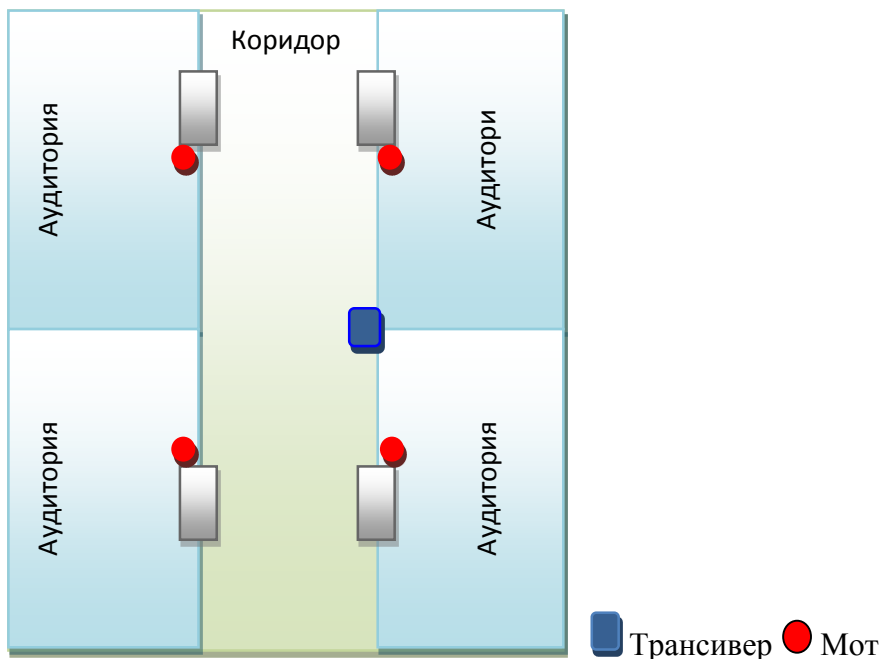
Суретте мәліметтер бағыты мен құрылғы жұмысының сұлбасы берілген. 4.3-суретте құрылғы сұлбасының мазмұны берілген.



Сурет 4.3 – Құрылғы мазмұны.

Көрініп тұрғандай Мот мазмұны өз ішіне барлық компоненттерді қамтиды, ал олардың арасындағы байланыс кепілге алынған модель топологиясын жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Желі тұжырымдамасын трансиверлер мен Моттарды қолдану деп түсінеміз. Сондықтан тапсырмада желінің әрбір элементінің технологиялық тұрғыдан орналасуын, әсіресе, Моттар арасындағы арақашықтықты, трансиверлер арасындағы арақашықтықты, құрылыс типі, қалқа (перегородка) құрамы т.б. сияқты өз шектеулерін қоятын ғимарат құрылысын модельдеу қажет. 4.4-суретте бөлмелерде орналастырылған трансиверлер мен моттардың өзара болжамды орналасқан сұлбасы берілген.



Сурет 4.4 – Желі тұжырымдамасы.

Суретте көрініп тұрғандай, барлық Моттар радиоарна бойынша Трансивер үшін қол жетімді болуы қажет. Берілген жағдайда Моттардың біраз бөлігін бір трансивер арқылы қамтуға мүмкіндік беретін аудиториялардың орналасуының қарапайым моделі суретте көрсетілген. Бірақ сурет ғимараттың сәулеттік ерекшелігіне байланысты үлкен өзгеріске ұшырауы мүмкін. Бұл бөлігінде берілген ішкі жағдайларға байланысты сымсыз желі топологиясының және оңтайластырылған орналасу есебінің аспаптық құралдарын қолдану мен өңдеу қажеттігі көрініп тұр.

Орын толтыру топологиясын таңдау кезінде бағытталған трансиверлі желілерді жөндеу мен бағытталмаған трансиверлі желілердің салыстырмалы қарапайымдылығын және ғимарат бөліктерінің есепке алу қажет. Бірақ,

бағытталған трансиверлердің қуатты айтарлықтай үнемдейтіндігі бақыланады, себебі дабылды беру үшін айтарлықтай кіші көлемдегі қуат қажет болады.

Желілерді жобалау кезінде оқу орындарында дәліз түрінде жиірек кездесетін тартылған жер телімдерінің орнын толтыра алатын Моттың бағытталмаған желілері мен Трансивердің бағытталған желілерін модельдеу ең ұтымды болып табылады.

Құрылым (архитектура).

Шешімнің құрылымы программалық қамтамасыздандыруды жобалау кезінде икемді тік және көлденең масштабтандыруды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін сервистік-бағытталған амалдың қолданылуын ұсынады.

Модельді жүзеге асыру үшін төмендегі программалық кешенді ұсынамыз:

- Моттардың программалық қамтамасыздандырулары;
- Трансиверлердің программалық қамтамасыздандырулары;
- Трансиверлерден алынатын мәліметтерді өңдеу мен сақтау серверінің программалық қамтамасыздандырулары.

Мұндағы 3-і деңгейде ақпараттық жүйелермен бірге берілген интеграцияның қарапайым интерфейсін беруші бағытталған құрылым (архитектура) сервисі жүзеге асырылған еді.

Жүйенің жұмыс істеу механизмі:

- Оқу кешенін (мысалы, Университет) EM-Marine типіндегі карталарды оқитын сымсыз сенсорлы желімен жабдықтау. Әрбір оқу сыныбы есік маңдайшасына құрастырылған осындай құрылғымен жабдықталған болуы керек;
- Барлық студенттерге EM-Marine типіндегі карталарды беру;
- Сабақ кестесін құрастыру кезінде – әрбір өтілетін сабақтың уақыты мен оқу сыныбын бекіту.

Әрбір студент сабаққа қатысу кезінде картаны оқитынның (дабыл беру жүйесі іске қосылуы тиіс – немесе жарық индикаторының, немесе дауыстың) үстінен өз картасын жүргізуі керек. Трансиверлі мәліметтер автоматты түрде сенсорлы сымсыз желілердің инфрақұрылымы арқылы мәліметтерді өңдеу мен сақтаудың орталық серверіне өтеді, мұнда мәліметтер қатысуды есептеу жүйесімен біріктіріліп, шоғырландырылады.

Мәліметтерді өңдеу мен сақтау серверін жүзеге асыру үшін ашық кодты жүйелер қолданылды. Берілген жағдайда мәліметтерді сақтау қоймасы ретінде ДҚБЖ MySQL – Community Edition мен Java, Spring Framework тілдерін қолдану анықталды.

Жүйе болмысы:

Карта – карта типі, картаның идентификациялық номері сияқты сапалық қасиеттерімен анықталған атаулы болмыс. Әрбір карта айтарлықтай ұзақ уақытқа жарамды, сондықтан бір студенттен екіншісіне беруге болады. Сондықтан оқу жылы барысында карталардың жоғалуын есепке алғанда да картаның өз бағасы айтарлықтай төмен болады, бұл картаны қолданудың жағымды жағы. Жүйеде студенттің болмысын енгізудің қажеттігі шамалы, себебі карта мен студент арасындағы байланыс бар болған ақпараттық жүйелердің біріктіру кезеңінде жүзеге асырылады.

Мот – мот типі, пайдалануға енгізу күні, ғимараттағы жағдай, тіркеуші номер, қуаттау көзінің элементін келесі ауыстыру күні, қуат қалдығы сияқты сапалық қасиеттерімен анықталған атаулы болмыс.

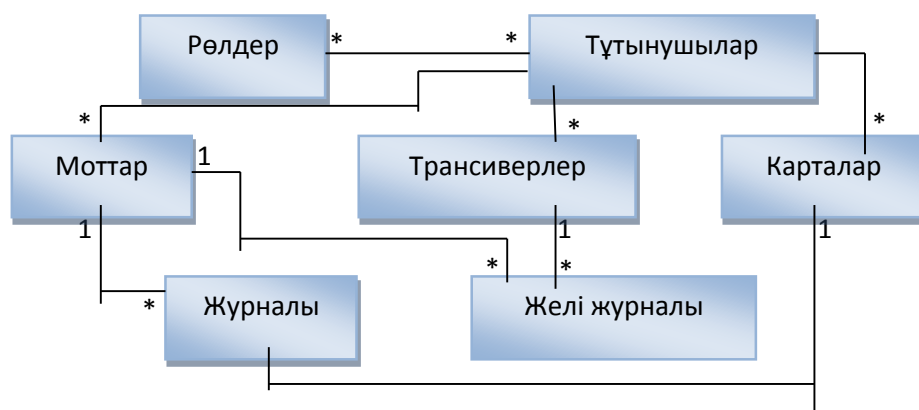
Трансивер – трансивер типі, пайдалануға енгізу күні, ғимараттағы жағдай, трансивер жағдайы туралы мәліметтер сияқты сапалық қасиеттерімен анықталған атаулы болмыс.

Журнал – өз ішіне Моттар хабарлайтын оқиғалар туралы ақпаратты қамтитын атаулы болмыс. Әсіресе, оқиға күні мен уақытын, карта номерін қамтиды.

Жүйелі журнал – өз ішіне әрбір Мот пен әрбір трансивер жағдайы туралы хабарлайтын ақпаратты қамтитын атаулы болмыс. Журналға Моттан алынушы мәліметтердің әрбір пакетінде орналасқан ілеспе ақпарат жазылады

Тұтынушы – жүйеге қол жеткізе алатын тұтынушыларды анықтауға арнаған атаулы болмыс, логин, құпиясөз сияқты қызметтік ақпараттармен сипатталады. Рөлдер – жүйенің әрбір тұтынушысының (берілген құқығына байланысты) ролін анықтауға арналған атаулы болмыс.

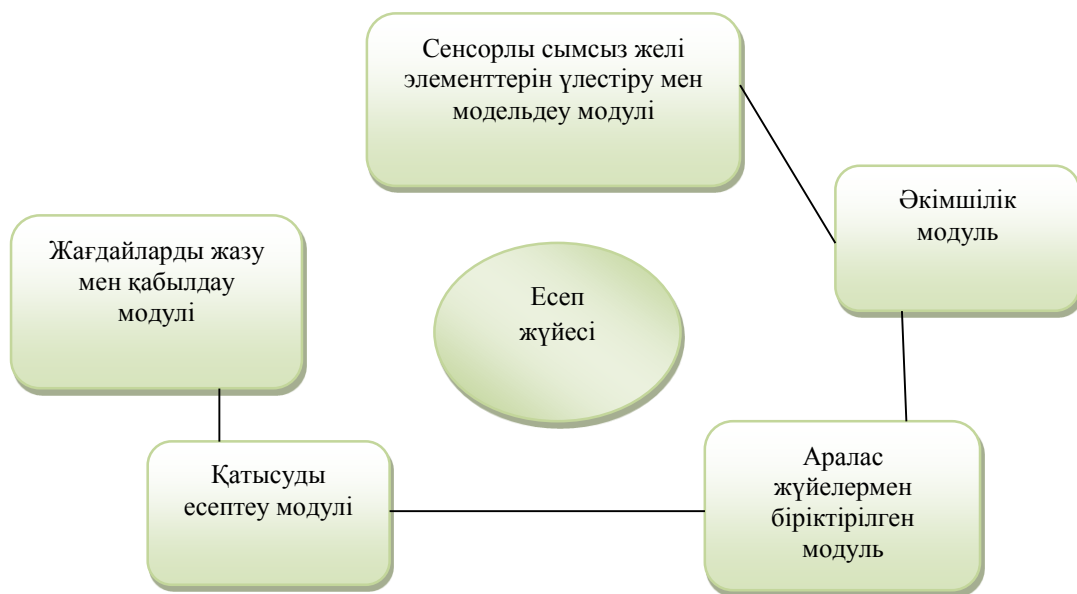
Мәліметтердің реляциялық моделі 4.5-суретте берілген.



Сурет 4.5 – Мәліметтердің реляциялық моделі.

Бизнес процесін жүзеге асыру үшін 4.6–суретте берілген, төмендегі модульдердің өзара әсер етуі жүзеге асырылған:

- Жағдайларды жазу мен қабылдау модулі;
- Сенсорлы сымсыз желі элементтерін үлестіру мен модельдеу модулі;
- Қатысуды есептеу модулі;
- Аралас жүйелермен біріктірілген модуль;
- Әкімшілік модуль.



Сурет 4.6 – Жүйе модульдерінің өзара әсер етуі

Ұсынылған шешім сымды желілер негізіндегі инфрқұрылымдық классикалық шешімдерге қарағанда бірқатар артықшылығы бар. Мұндай шешім кез келген инфрақұрылымда жылдам болып өтеді, кабель тартуды талап етпейді, ал монтаждау кіші көлемдегі шығындармен жүзеге асырылады. Бірақ, шешім трансляцияға қажетті ақпарат көлемі мен қуаттау көзінің элементтерінің сыйымдылығымен келісілген әрбір сенсордың шектеулі қызмет көрсетуі сияқты кемшіліктерге де ие. Сонымен бірге, сенсорға қоюы қажет болған өз идентификациялық картасын жоғалтқан немесе ұмытқан студенттерді есепке алу кезінде сол баяғы қиындықтар туындайды. Сенсорлы сымсыз желілерді қолдана отырып белгілі бір зонаны айтарлықтай үлкен көлемде яғни трансиверден 50 метрге дейінгі аралықта кесіп өтуді, кіріс-шығысты бақылау сұрақтарын шешуге болатын шешімдері белгілі. Мәліметтерді сымсыз жіберу стандарттары мен хаттамаларының

жиынтығына жауап беретін DSRC (DedicatedShortRangeCommunication) сипаттамасы негізінде шешілетін шешім мен оның негізінде жолақыны автоматты төлеу бойынша немесе автокөлікті қоятын орын жүйесі бойынша шешім үлгі түрінде қызмет атқара алады.

ZigBee сипаттамасы 10 жылдан астам уақыттан бері бар. Ол төменгі деңгейі IEEE 802.15.4 стандартын қолданушы хаттамалардың жиналуын регламенттейді. Осы күнге дейін көптеген техникалық шешімдер жасалған, олардың ішінде – қуатты/сумен жабдықтауды техникалық есепке алу жүйесі, орталық жылу басқару жүйесі, кәсіпорынның қорғау жүйесі, өндірісте еңбекті қорғау жүйесі, сапаны бақылау мен диспетчерлендіру жүйесі, роботтандырылған қойманы басқару жүйесі, өрт қауіпсіздігінің жүйесі мен тағы басқа көптеген жүйелер.

Бұл технологияның енуінің –өрісі кең. Оның мәселелері үлкен көлемдегі сенсорлы сымсыз желілерді қолдануы арқылы шешілуі мүмкін.

Берілген жұмыста келтірілген шешім оқу орындарындағы бизнес процестердің автоматтандырылуының жаңа сатысына көшуге мүмкіндік береді және Саналы Оқу Кешенінің (Smart Campus) құрылысы бойынша қойылған міндеттердің біріне кіреді.

Жұмыс аясында шешілетін мәселелер ішінен үш ішкі мәселе бөліп алынды:

– Техникалық шешімді жүзеге келтіру – «Мот» типіндегі трансивер мен оқитынның біріктірілген төлемдері;

– Оңтайландырылған мәселенің шешімі – объект инфрақұрылымының инженерлік ерекшеліктерінен шыға отырып, құрылғылардың оңтайландырылған сипаттамасын есептеу мен модельдеу;

– Студенттердің сабаққа қатысуын есепке алу бойынша сервистік-бағыттандырылған (SOA) программалық кешенді құру.

Бұл мәселелерді шешу қатысымдық журналдарды қалыптастырудың бизнес процесінен адам ресурсын толықтай алып тастап, студент үлгерімінің адекваттық есептеу рейтингісін көтеруге мүмкіндік береді. Сонымен бірге студенттердің қызығушылығы мен даму динамикасының, бағыттар мен профильдердің, бірсыпыра пәндердің, оқу орындарының бизнес процесстерін талдау бойынша жаңа мүмкіндіктер береді [85].

Сенсорлы сымсыздарды қолдана отырып, біз негізгі мәселені шешеміз – өндірістік мәселелерді шешуге арналған қосымша ЛВС құру бойынша объектінің инфрақұрылымдық өзгеру шығындарын қысқарту, сонымен бірге қауіпсіз еңбекті қазіргі кезде бар болған технологиялық сұлба негізінде сенсордың қосымша түрлерін қолдана отырып қамтамасыздандыру бойынша ілесіп келетін мәселелерді шешу үшін іргетасын қалаймыз.

Бұл технологияны ең маңызды қолданысы университеттердегі төтенше жағдай кезінде, адамдарды есепке алу, олардың орналасқан жерлерін дәл анықтап және қозғалыс бағытын анықтау сияқты эвакуациялау есебіне қажет ақпаратты дәл алуға мүмкіндік береді.

4.3 Сенсорлы сымсыз желінің негізінде адамдарды эвакуациялау процесінің динамикалық моделін тиімділеу

Мотсыз сенсорлы сымсыз желіні қолдана отырып бөлме ішіндегі адамдар тығыздығын есептеу ең бастысы есептердің қатарына кіреді.

Жұмыста сымсыз сенсорлар мен орны толтырылған аудандардағы адамдардың (жылжымалы объектілердің) санын есептеу моделі қарастырылады, мұндағы сенсорлар цифрлық бейнекамералар түрінде көрінеді. Ұсынылған модель адамдарды жабық бөлмелерден эвакуациялаудың оңтайластырылған процесін жоспарлау мәселесін жабық ауданның анау немесе мынау жер телімінде олардың тығыздығы жайлы түсетін мәліметтер негізінде шешуге мүмкіндік береді.

Төтенше жағдайлар кезінде адамдарды аудиториялардан эвакуациялауды оңтайластыру проблемасы көтерілген. Жұмыста компьютерлік көруді жүзеге асыру әдістері мен алгоритмдері қолданылды [89].

Қазіргі жағдайда адамдардың бұқаралық келіп кетуіне арналған қонақүй, гипермаркет, университет, емхана т.б. сияқты ғимараттарды құру кезінде міндетті түрде тіршілік қауіпсіздігі мен қажеті болған кезде адамдарды эвакуациялау бойынша қабылданған стандарттарға сәйкестігінің қажеттігі алдын ала қарастырылады. Сонымен бірге, ғимаратты жедел, әрі тиімді тастап кету үшін ғимарат басты және балама кірістер мен шығыстардың айтарлықтай санына ие болуы керек. Сонымен бірге, бұл талаптар ғимараттың маңызды деп табылған бөлмелерінің ішінде эвакуациялау жоспарының схемалы сурет түрінде тұруын қадағалайды. Барлығымыздың мұндай суреттерді көргеніміз айқын. Мұндай жоспарда қол жетімді болған барлық шығу орындарының бейнесі мен бағыттаушы элементтермен (әдетте, нұсқаушы көрсеткіштермен) берілген эвакуациялау маршрутын қамтуы қажет. Әрбір жер телімі үшін ғимараттан шығудың ең жақынына сәйкестендіріліп жеке маршрут жоспары сызылады. Эвакуациялау жоспарының тұрақтылығы мен өзгермеуі осындай жоспарлардың мәселелері болып табылады, себебі олар болып жатқан суретті яғни әрбір жер телімдегі адамдар ағынының тығыздығы емес, ал ғимарат түзілісінің ерекшелігіне қарай жоспарланған моделін бейнелейді

Міне, осы кемшіліктерді жою мақсатында эвакуациялау процесін оңтайластыру моделі ұсынылған болатын, мұндағы мақсат адамдарды қиын-қыстау жағдайларда адамдар ағынының тығыздылығы туралы өзекті ақпаратты алу арқылы эвакуациялаудың тиімділігін арттыру. Ғимараттың сұлбасы күрделі, әрі ондағы адамдардың таралуы әркелкі болса, мәселе зерттеудің алдыңғы бөлімдерінде қарастырылған граф теориясын қолдану арқылы шешілетін максималды ағын проблемасына алып келеді.

Жұмыс шеңберінде жарық сигнал түрінде бөлмеде орналасқан адамдарды жылдам хабарландыру, эвакуациялау жоспарын өзектендіру туралы шешімді қабылдау үшін интерпретациялау мен ақпараттың талдауы, сенсорлы сымсыз желілерді қолдана отырып жер теліміндегі ағын тығыздығы туралы ақпарат алу ұсынылды.

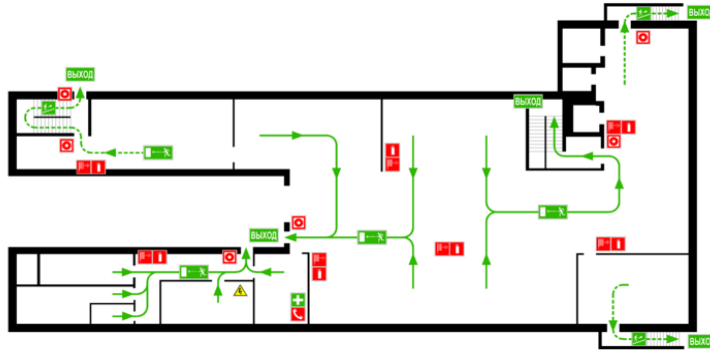
Сонымен бірге, проблема ресурстарды минималды пайдалану мен аймақты сенсорлармен максималды жабуды есепке ала отырып сенсорлы сымсыз желіні тиімді жоспарлау сияқты сұрақтарды да көтереді.

Эвакуациялау жұмысы университеттерде өтілетін сабақтарға студенттердің қатысуын бақылау процесін тиімділеу бойынша жүргізілетін зерттеудің логикалық жалғасы болып табылады. Дегенмен, берілген жұмыста ақпаратты жинау әдістерінің мүлдем басқа әдістері ұсынылған. Міне, осылай, берілген жұмыста компьютерлік көруден шығатын мәселе және бейнебақылау – сымсыз сенсор түріндегі бақылау объектісімен интерактивті байланысын жүзеге асырудың қажеттісіз ақпаратты алу моделі қарастырылады.

Эвакуациялау процесінің динамикалық моделін тиімділеу мәселесінің шешімі өзара байланысты алгоритмдік кешеннен тұрады:

- Ағын тығыздығының сандық көрсеткішін есептеу моделі;
- Оңтайландырылған көмкеруді есепке ала отырып жабық кеңістікте сенсорларды орналастыру моделі;

– Максималды ағын туралы есепті шешуге арналған программалар кешеннің жұмысын 4.7-суретте бір қабатты ғимарат туралы ақпараттың негізінде адамдарды аудиториядан эвакуациялаудың үлгілік жобасы көрсетілген.



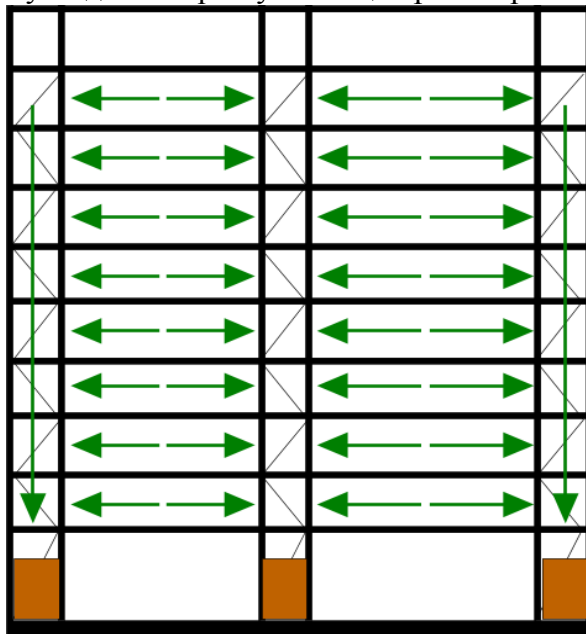
Сурет 4.7 – Типтік эвакуациялау жобасы

Суретте жасыл нұсқар түрінде ғимараттан сәулеттік ерекшеліктері мен адамдар ағынның мөлшері негізінде эвакуациялау маршруты берілген. Бұл жерде біз көрсеткіштер бағыт алған ғимараттың 4 шығысы бар екенін көріп отырмыз. Бұл модель берілген ғимарат құрылған кезде қаланып, әрі есептелген болатын. Сонымен бірге, көптеген жағдайларда – осыдан кейін ешқашан жаңартылмаған. Өзгерістердің ағымдағы жағдайын есепке алмауы, әсіресе, осы ғимарат жер телімінің біреуінде немесе өзге біреуінде орналасқан адамдар тығыздылығы мұндай жоспардың проблемасы (кемшілігі) болып табылады. Енді ғимаратта орналасқан адамдардың тығыздығы әркелкі таралған деп шамалап көрейік. Тығыздықты D (Density) түрінде белгілейік, мұндағы ғимарат ішіндегі адамдар саны l тең болады. Мысал ретінде тығыздықтың 3 мәнін белгілейміз: 0.2 - көк, 0.5 - қызыл, 0.3 - жасыл. 4.8-суретте ғимараттағы адамдардың таралу тығыздығы берілген.



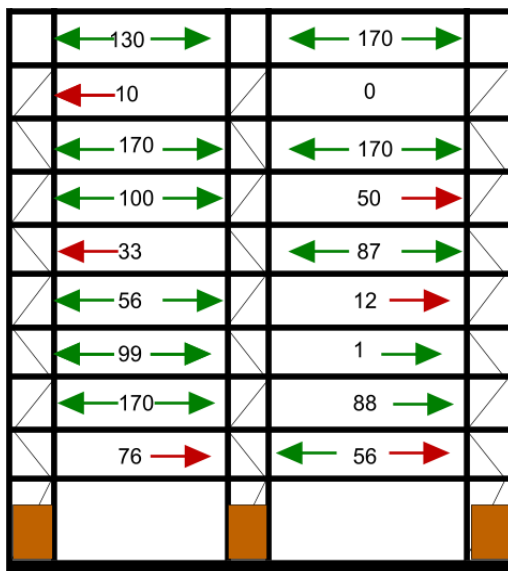
Сурет 4.8 – Ғимараттағы адамдардың таралу тығыздығы

Әрбір шығудың бірдей өткізгіш қабілеті бар болса, ғимаратты құру кезінде қаланған ғимараттан эвакуациялаудың жаңа оңтайландырылған нұсқасымен сәйкес келмейтіні суретте көрсетілген. 4.9-суретте көпқабатты үйден эвакуациялау моделін көрсетуші басқа сұлба берілген.



Сурет 4.9 – Көпқабатты үйден эвакуациялау моделі.

Суреттен көрініп тұрғанындай маршруттар өткізгіштер саны мен құрылыс ерекшеліктерін ескере отырып жоспарланған. Сонымен бірге, берілген эвакуациялау жобасы өзекті болмайтын модельді көрсету қиын да емес. 4.10-суретте қабаттардың әр бірінде адамдар тығыздығының таралу моделі сандық мәніне байланысты эвакуациялау моделін көрсетілген.



Сурет 4.10 –Әрбір қабаттағы адамдар тығыздығы туралы ақпарат негізінде эвакуациялаудың динамикалық моделі

Суретте әрбір қабаттағы адамдар саны мен баспалдақтар аралығын жүктеу негізінде эвакуациялау жоспарының өзгеруі қызыл сызықтармен берілген. Көрініп тұрғандай – шынайы мәліметтер негізінде эвакуациялаудың динамикалық жобасы шұғыл жағдайларда ғимаратты тастап кетудің тиімділігі пен жылдамдығын жоғарылатады. Сонымен бірге, 4.10-суретте берілген модель қабаттарда орналасқан адамдар санының көрсеткіші бойынша ғана шамаланған уақытта тұрақты болып табылады да, төтенше жағдайларда ғимаратты үрейленіп тастап кету кезінде болуы мүмкін болған бөгелу сияқты жағдайларды есепке алмайды. Осындай жағдайларды болдырмау үшін әрбір жеке бөлменің жер теліміне оңтайландырылған әрекет жоспарын беретін жарықдиодты көрсеткіш түріндегі қозғалыс бағытының кері байланысын қолдану ұсынылған.

Модель.

Бүкіл модельдің жұмысын қамтамасыз ететін міндеттер:

– Бекітулі контурды сенсорлы сымсыз желімен тиімді көмкеру моделінің есебі, мұндағы сенсор – жоғары ажыратымдылығы бар бейнебақылау камерасы;

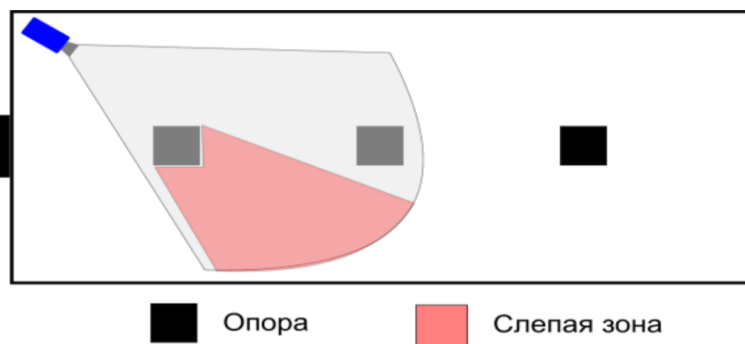
– Бейнекамерадан түсетін мәліметтер негізінде адамдарда бақылайтын жер телімдердің толу тығыздығын есептеу моделі;

– Бейнекамераның біріктірілген мәліметтері негізінде максималды ағынға байланысты есепті шешу;

– Эвакуациялау процесін басқару мен жоспарлау процесін автоматтандыруға арналған программалық-аппараттық модель.

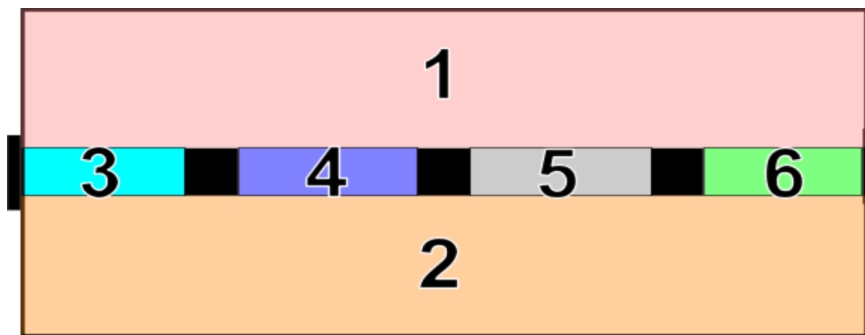
Оңтайластырылған сенсорлармен көмкеру орнын толтыру моделінің есебі.

Бекітулі контурды сенсорлы сымсыз желімен тиімді көмкеру моделінің проблемасы тек эвакуациялау мәселелерінде ғана өзекті болып қоймай, сонымен бірге бейнебақылауды штаттық жүйеде монтаждау кезіндегі қауіпсіздікті ұйымдастыру мәселелерінде де өзекті болып табылады. Сонымен бірге, 4.11-суреттегідей, бейнебақылау камераларының көру шегін шектейтін тіреу мұнаралары, арқалық, бағана сияқты орын бөгеттеріне ие болуы мүмкін болған бөлме құрылымының жүйесіздігі өте жиі кездесетін проблема. Сонымен қатар, бейне бақылау жүйесі қаншалықты гетерогенді болса, онда ол кескіндемеде, монтаждауда, және келешектегі қызмет көрсетулерде соншалықты арзан болатынын түсіну қажет.



Сурет 4.11–Бейнебақылауды монтаждау кезінде бөлмеде тосқауылдардың болу үлгісі.

Сонымен бірге, берілген ауданды ешбір тосқауылсыз жүйелі жер телімдерге бөлуге болатындығы айқын, мысалы, 4.12-суреттегідей бөлуге болады. Осындай болған кезде ғана мәселе бекіту контурының тиімді жабылуы туралы қарапайым шешімге ие болады.



Сурет 4.12 – Жер телімін жүйелі құрылымды зонаға бөлу

Тәжірибеде мұндай мәселені классикалық түрде шешу ақылға қонымсыз, себебі бұл бөлменің барлық ауданында сенсорларды орнықтыру сұлбасын қиындатады, әрі ресурстарды қолданудың тиімсіздігіне алып келеді. Міне, осылай, берілген жұмыста шектеуші жағдайлар қойылады. – 1– камераның техникалық сипаттамасының нұсқалары. Тосқауыл жүзеге асыратын жабулы бүтін аймақтың 20% соқыр аймақтың мүмкін болған ауданы.

Адамдар бақылауындағы жер телімдердің толу тығыздығын есептеу мәселесін шешу үшін компьютерлік көру алгоритмі қолданылады. Әсіресе – адамға тән контурларды ажыратып алу мен бейнеленуді саралау міндеті қойылады. 4.13-суретте жазып алған бейнебақылауда ғимарат аймағында орналасқан адамдар көрінісі көрсетілген, онда адамға тән контур ажыралып берілген.



Сурет 4.13– Ғимарат ішіндегі адамдар келбетінің көрінісі

Бейнеленуді саралау нәтижесінде ажыратылып алынған бекітулі үзінділер суретте сары контурмен белгіленген. Суреттегі үзінділерді санау арқылы шындыққа жақын келетін зерттеп жатқан телімдердегі адамдар тығыздығының сипаттамасын беруге болады.

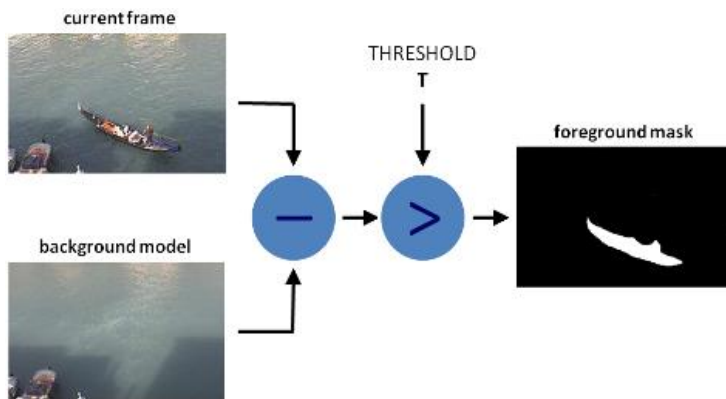
Алгоритм жұмысы.

Жер теліміндегі адамдар санын есептеу үшін 2 алгоритм қолданылған болатын.

1. Суреттер айырмашылығы (ChangeDetection) – мұнда жердің бастапқы t_0 бейнеленуінен $t+1$ мерзіміндегі жер алынуы жүзеге асады.

2. Шек аралардың ажыратып алынуы (BlobDetection) – мұнда алынған азайту матрицасының нәтижесінде объектілер үздіксіз контурларға бейнеленудегі осындай объектілерден сандық мәліметтер алу үшін жиналады

Кескіндердің айырмасы көріністің динамикалық объектілерін аңду үшін бұрыннан қолданылып жүрген. 4.14-суретте кескіндердің бірінен бірін алыну моделі келтірілген.



Сурет 4.14 – Кескіндерді бір-бірімен алынуы.

Мұндай алудың нәтижесінде бинарлық кескінді алуға болады, мұнда өзгеріске ұшырамаған бейнеленудегі жер телімдері бос мәнмен ажыратылып көрсетіледі, ал өзгеріске ұшыраған белгіленген шектен асып кеткен бейнеленулер – бірлік мәнінде беріледі. Осыдан кейін бинарлық кескінді өңдеудің екінші кезеңіне өткізіледі – тұйықталған контурлар шекараларын ажыратып берілуі іске асырылады. 4.15-суретте объект контурының ажыратылып берілу моделі.

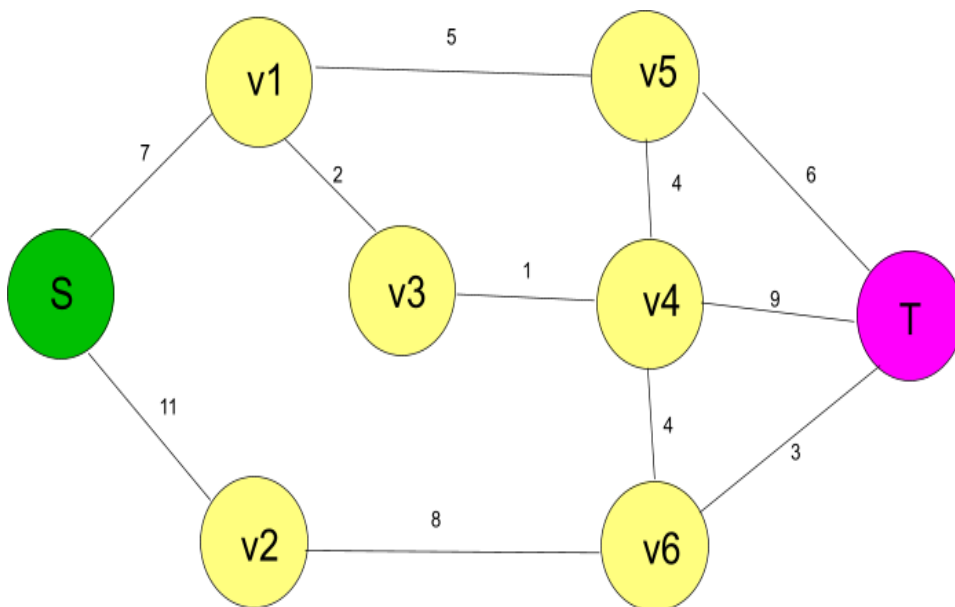


Сурет 4.15–Объект шегінің ажыратылып берілуі.

Осылай, объектінің барлық тұйықталған контурларын ажыратып болған соң біз олардың ішінен өлшемі жағынан адамның отырып - тұру сипатына сәкес келетінін таңдап ала аламыз да, осы өлшемнен кем болған контур түріндегі шуды алып тастаймыз. Соның ішінде, модель үшін үлкен объекттер түрінде сараланған контурлар көп санды адамдардың бір жерге жиналуы түрінде қабылданады. Мұндай жердің мөлшерін білу үшін бір адамды тұрған қалпында сипаттайтын контурдың орташа өлшеміне бөлу қолданылады.

Максималды ағынға байланысты есепті шешу.

Ғимарат аймағының көпшілік бөлігін қамтитын барлық бейнебақылаулардан мәліметтерді алу кезінде кейбір жер телімінде орналасқан адамдар санын есептеуді жүзеге асыруға болады. Адамдарды есептеу сандық мәнде көрініп, бағытталған байланыс графы құрылады да, мұндағы бөлме жер телімдерін бейнелеуші графтардың төбешіктерінде адам сандарын бейнелеуші толық мәндер тұрады, ал граф қабырғаларында әрбір адамның граф төбесінен екінші төбеге ауысып отыра жылжуының бағасы бейнеленеді. Ауысып отыра жылжу бағасы жер телімінің өткізу қабілеттілігі мен оның ұзындығының негізінде есептеледі. 4.16-суреттегі граф түрінде берілген – S – бұл граф бастамасы түрінде қарастырылатын жер телімі, ал T – бұл графтың соңы түріндегі ғимараттан шығу жер телімі (участок).



Сурет 4.16 – Ғимараттың жер телімдерін төбелер түрінде және олардың арасынан өтуді қабырғалар түрінде бейнелейтін граф.

Суретте біз әрбір қабырғаның өткізу қабілеттігі түріндегі бағасы бар екенін көреміз. Ауысып жылжу бағасына есептің классикалық көрінісі де, сонымен бірге ауысу жоспарланған бағыт бойынша төбешікте орналасқан адамдар саны да әсер етеді. Міне, осылай, біздің мақсатымыз ағын максималды көлемде орналасуы болып табылады. Бұл есептің шешімін табу үшін Форда-Фалкерсона алгоритмі қолданылады.

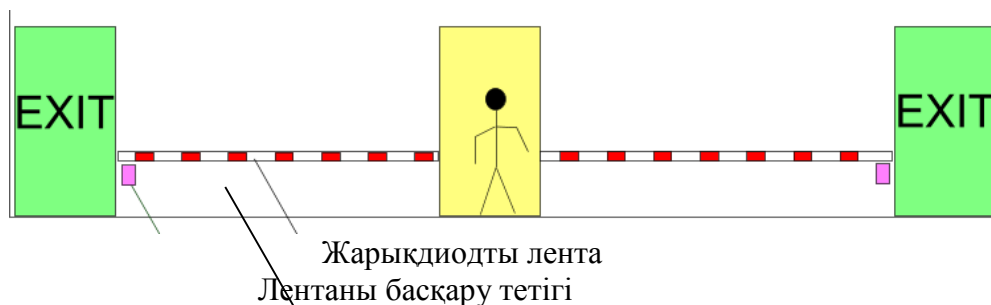
Кері байланыс жүйесі.

Жетекші пункттен ақпаратты көбінесе эвакуациялау кезеңінен кейін яғни зардапты жою мен зардап шеккендерді іздеу сұрақтары шешіліп жатқан кездеалу маңызды. Бірақ, төтенше жағдайлар болып жатқан кезде адамдарды хабарландыру мен оларды қажетті бағытта бағыттау одан да маңыздырақ процесс болып табылады. Берілген мәселені шешу үшін есептеу орталық инфрақұрылымына қосылған сандық контроллер басқаратын өткелдер бойына құрылған жарықдиодты ленталар қолданылған болатын. 4.17-суретте мұндай лентаның үлгісі көрсетілген.



Сурет 4.17 – Жарықдиодты лента.

Жарықдиодтар лентаның физикалық параметрлері оны эвакуациялаудың техникалық сұлбасына оңай интеграциялауға мүмкіндік береді, сонымен бірге оны қуат көзін басқару контролеріне лентаның әрбір жарықтық элементін қосу мен өшіру тізбегін көрсету үшін оңай қосуға мүмкіндік береді. 4.18-суретте лентаның тартылған жер телімінің бойымен интеграциялану сұлбасы көрсетілген.



Сурет 4.18 – Корридор бойымен лентаның интеграциялану сұлбасы.

Суретте көрініп тұрғандай, эвакуациялау жағдайында лентадағы лампаларды қосу мен өшіру бағытын басқару арқылы біз адамға қозғалыстың тиімді бағыты жайлы ақпарат бере аламыз. Қозғалыс бағытындағы жарықдиодтық лампалар көмегімен әсер етуді жүзеге асыру үшін лампаларды әрбір 4 сайын қосудың қарапайым сұлбасы қолданылды. Осылай, әр бір контроллер өз ішінде 2 қуат көзін ауыстыру релесінен (жарық көрсеткішінің бағыты А пунктiнен Б пунктiне және Б пунктiнен А пунктiне) және мәліметтерді жіберудің желілік интерфейсінен тұрады.

Жүйе сәулеті шешімнің сервистік-бағытталған ұстанымы бойынша құрылған, сондықтан ол әрі көлденең, әрі тік болған икемді масштабтандыруды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Модельді жүзеге асыру үшін программалық кешеннің келесі құрамдас бөліктері қолданылды:

–Бейне-мәліметтерді өңдеу серверіне арналған программалық қамтамасыздандыру.

–Жарықдиодты лентаның контроллерына арналған программалық қамтамасыздандыру.

–Бейне-мәліметтерді өңдеу серверінен алынатын мәліметтерді, өңдеу мен сақтау серверін программалық қамтамасыздандыру.

Мұндағы 1-ші және 2-ші деңгейде SOA сәулеті жүзеге асырылған, себебі бірінші жуықтаудың өзінде-ақ ақпаратты жеткізуші түрінде де, оны тұтынушы түрінде де шыға алатын бар болған бейнебақылау жүйелермен интеграциялау қажет, сонымен бірге басқа да ақпараттық жүйелермен деинтеграциялау қажет.

Жүйе жұмысының механизмі.

Бақыланып отырған барлық кешенді аймақты біркелкі көмкеруді жүзеге асырушы бейнекамералармен жабдықтау. Әрбір камера үшін адамдар санын есептеу мен талдау аймағы анықталады, себебі бір камера мен өзгесіне көру мүмкіндігі салынған жер телімдері түсуі мүмкін. Себебі, камералар тұрақты (статикалық), ал ондағы көру аймағы полигонды қызықтырған аймақтың қарапайым ажыралып алынуы арқылы анықталады.

Осыдан кейін камераның бастапқы инициализациясы жүзеге асырылуы қажет – 0 жағдайы, кешен аймағында адам болмаған кезде.

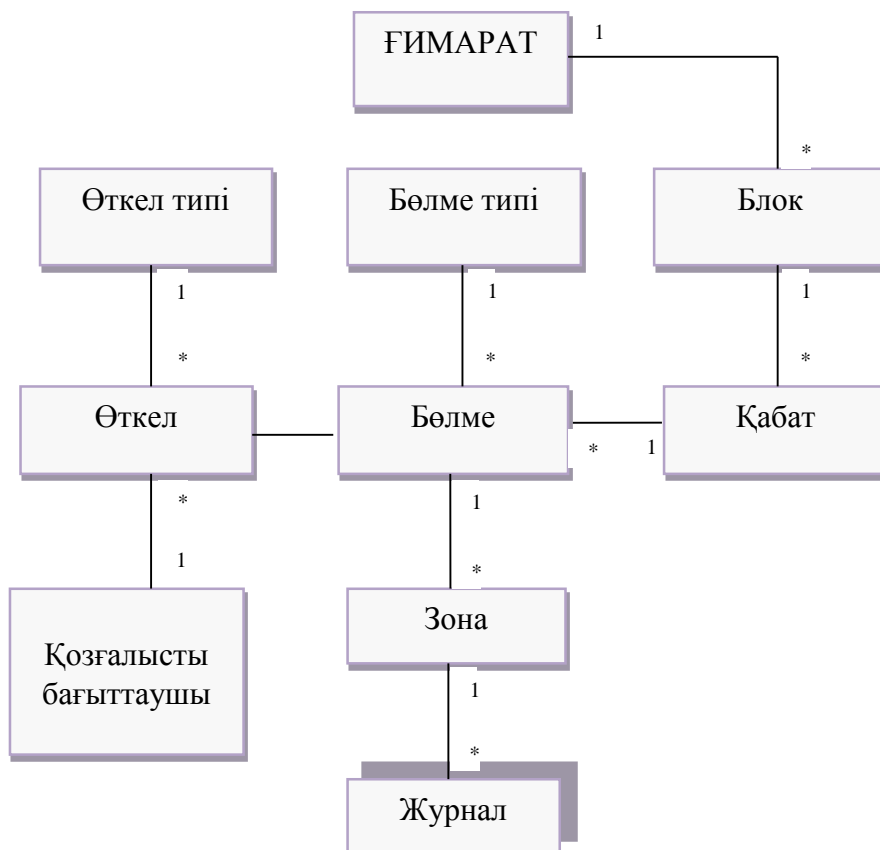
Осыдан кейін жүйе жұмыс істеу қалпына кіреді, мұндағы әрбір камерадағы мәліметтер орталық серверде адамдар санын есептеу мен ғимараттың тұжырымдамалы сұлбасында осы санды беру үшін өңделеді

Уақыттың әрбір сәтінде ғимараттың жер телімдерінде, жағдай журналына жазумен, адамдардың ағынын өзекті мөлшерін тұрақтандыру жүзеге асырылады. Төтенше жағдай туындаған кезде басқару сигналдарын жарықдиодты ленталарға объекті қауіпсіз тастап кету үшін қозғалу бағытыжайлы өткізу арқылы адамдарды эвакуациялаудан хабардар ету модулі қосылады

Программалық қамтамасыздандыру.

Объектке келушілер санын есептеу мен талдау нәтижесінде келіп түскен ақпарат қоймасы түрінде реляциялық модель таңдалған. 4.19-суретте берілген модель болмысының қатынасы бейнеленген. Суретте келесі модель бейнеленген: эвакуациялауды жоспарлаудың негізгі элементі түріндегі ғимарат. Болмыс өз ішіне объект төлқұжатын қамтиды. Әрбір ғимарат

біріккен блок, әрі бірікпеген блок сияқты бірнеше блоктан тұруы мүмкін. Ғимараттың әрбір блогы бірнеше қабаттардан тұруы мүмкін, мұндағы әрбір қабат бөлмелер (дәліздер, бөлмелер, залдар) жиынтығынан құралған болады. Әрбір ғимарат бөлігі 3 типтің біріне ие болуы қажет– тесіп өтетін, тесіп өтпейтін және шығу. Ғимарат бөлігі камерамен жабылған зоналарға бөлінуі мүмкін. Сонымен бірге, ғимарат ішінде өткелдер де бар болып, олар іштей 2 типке бөлінеді – екі бағыттағы және бір бағыттағы өткел. Сонымен қатар, қозғалысты көрсететін контроллерлар туралы мәліметтер қорға енгізіледі. Ғимараттағы адамдар санының барлық аналитикалық есебі журналға камерамен көмкерілген зонаға және адамдар санын талдау уақытын жалғасумен енгізіледі. Әр қозғалыс көрсеткіші тек қана екі өткелмен байланысты болуы керек, ал көрсеткіш логикасы адамдардың жылжу динамикасына байланысты адамдардың бір өткелден екінші өткелге қозғалу бағытын анықтайды



Сурет 4.19 – Эвакуациялау жобасының реляциялық моделі

Талдаудың орталық блогына барлық бейнекамералардан келіп түсетін мәліметтер ағыны ғимараттың өзінің күрделілігі мен бейнекамералардың саны мен сапасына байланысты болады. Сонымен қатар, камераның және бүтін бір желі сегментінің істен шығу жағдайын есепке алу қажет. Бейнесигналдарды жіберу үшін UDP хаттамасы анықталды – себебі, ол үлкен көлемді мәліметтерді бір жақты жіберу жағынан айтарлықтай өндіргіш болып табылады. UDP –хаттамасы мәліметтердің әрбір пакетін алу туралы растауды талап етпейді, бұл оны жіберіліп жатқан мәліметтердегі ақпараттың көлемі мен жіберілу жылдамдығы жағынан өте ұтымды етеді. Бұл хаттама адамдардың қозғалысын бағыттау контроллерларымен байланысты жүзеге асыруда да қолданылады. Бөлменің әрбір зонасына бір камера қызмет көрсетеді. Әрбір қозғалысты көрсететін контроллер мәліметтер моделіне қозғалыс көрсеткіші– оның IP адресі, оның екі өткелмен байланысы яғни бір өткел А пункті түрінде, ал екіншісі Б пункт түрінде белгіленген өткелдер байланысы түрінде енгізіледі. Эвакуациялау жағдайында алынған сигналдар туралы жазба журнал бүтін бір модельден бөлек файлдық қойма түрінде эвакуациялаудан соңғы қолданылған әрекеттің тиімділігін талдау үшін жүргізіледі.

Мәліметтерді өңдеу мен сақтау серверін жүзеге асыру үшін операциялық жүйенің программалық платформасынан тәуелді болмауға мүмкіндік беретін ашық кодты жүйелер қолданылады. Берілген жағдайда контроллерлар үшін программалық кодты жазу мен бейнені өңдеу үшін C++ тілін контроллерлардың басқаруы мен эвакуациялауды жоспарлау бойынша серверлік программалық қамтамасыздандыруды жүзеге асыру үшін C# тілін қолдану анықталған. ДҚБЖ MySQL мәліметтерін сақтау түрінде – Community Edition.

Төтенше жағдайларда адамдардың өмірін құтқару барлық уақыт өзекті болып отырады. Сондықтан жауап қайтару процесін жақсартудың заманауи амалдарын қолдану адамдардың өмірін құтқару ықтималдығын жоғарылатуға мүмкіндік береді. Бүгінгі күні барлық ғимараттарда эвакуациялау жоспары бар, олар бірқатар бар болғанадамдардың тығыздық динамикасының мониторинг технологиялары ішінде толықтыруларды талап етеді. Бұл тек қана адамдардың өмірін сақтап қалуға мүмкіндік беріп қоймайды, сонымен бірге қауіпсіздік бойынша ғимарат рейтингісін көтеруге де мүмкіндік береді, ал мұндай мүмкіндік ғимарат иесінің пайдасына ғана шешіледі [85].

Жұмыста ақпараттық ағындардың қауіпсіздігіне қатысты сұрақтар қарастырылмайды, дегенмен бұл да біздің заманымызда өте маңызды мәселе болып табылады. Дегенмен, жұмыс мақсаты таралымын көбейтуге дайын тұрған эвакуациялау бойынша аяқталған кешенді құру емес, ал адамдарды эвакуациялау проблемаларын шешуде жаңа көзқарастар мен жаңа модельдерді зерттеу болып табылады. Әрине, нәтижеде эвакуациялаудың тиімді моделін ұйымдастыру ғана маңызды емес, сонымен бірге жүйені эвакуациялау кезінде зиянкестік килігулер мен жалған жауап қатулардан қауіпсіздендіру де маңызды. Сонымен бірге, сымсыз каналдар арқылы жарықдиодты бағыттаушы сигналдардың контроллерларына дейін ақпаратты жіберу мүмкіндіктерін және автономды қуат көздерінің элементтерін қолдануды да алдын ала қарастыру қажет, себебі олар ғимараттың физикалық тұрғыдан бұзылу процесіне тұрақтырақ болып табылады.

Сонымен қатар, мәліметтерді талдау мен жинау орталық серверіне жүктемені бөліп беру үшін адамдарды есептеу модульдерін бейнекамераларға біріктіру амалдарын әрі қарай зерттеу қажет.

Бейне мәліметтерді жіберудің қажеттігі жоқ жағында – желіге берілетін жүктемені мүлдем алып тастап, жіберіліп жатқан ақпараттар көлемін 100 есеге дейін қысқартуға болар еді. Максималды ағын жайлы мәселені шешу үшін ең қарапайым алгоритмдердің бірі қолданылған болатын. Осылай бола тұра, бұл алгоритм белгілі бір шектеу қоятын тек бүтін сандармен ғана жұмыс істей алатыны белгілі. Қабырғалар заттық сан түріндегі салмаққа ие болса, алгоритм оңтайлы шешім таба алмауы мүмкін. Сонымен бірге, оның жұмыс істеу жылдамдығы ең тиімсіз деп те айтуға болмайды.

Мәліметтерді зерттеу объектісінен бақылау жолы арқылы немесе контактісіз амал арқылы алуға мүмкіндік беретін сенсорлы сымсыз технологияларды қолдану арқылы адамдарды эвакуациялау үшін Максималды ағын туралы есепті шешудің динамикалық моделін қолдануға болады. Осылай бола тұра, зерттеу объектісі мен эксплуатациялау тәртібіне қойылатын ешқандай шектеулі шарттар жоқ. Сенсорлы сымсыз желілер үлкен коммерциялық болашаққа ие, қазіргі таңда бұл жағын көптеген елдер жүзеге асыруда. Жоғары дәлдік пен сенімділікті талап ететін күрделі индустриалдық мәселелер мен күнделікті мәселелер де шешіліп жатыр.

Берілген жұмыста қолданылып жатқан зоналардың сандық сипаттамасын алу үшін қашықтықтан алдын ала тексеру мәліметтерін өңдеудің математикалық модельдері қолданылған. Сонымен бірге,

максималды ағын туралы есепті шешу үшін сандық әдістер қолданылған еді [86].

4.4 Ғимарат ішіндегі адамдар ағынның мобильді құрылғылармен анықтау және хабарлама жіберу

Осы зерттеуде төтенше жағдайлар кезіндегі адамдарды құтқару үшін Wi-Fi желілері бар ұялы құрылғыларды байланыстыру негізінде мәліметтерді жинаудың заманауи амалдарын қолдана отырып, жабық бөлмелерден эвакуациялау жоспарын құра отырып оңтайландыру процесі қарастырылады. Ұсынылып отырған технология нақты координаталарды көрсететін Wi-Fi желілері арқылы ұялы құрылғылардың орналасқан орнын жібере отырып, адамдар тығыздығы туралы ақпаратты жинауға мүмкіндік береді. Бұл ең негізгі компьютер көмегімен адамдар ағынын онлайн тәртіпте бақылуға мүмкіндік береді. Wi-Fi желілері арқылы көзбен шолып бақылау қосымша технологиялық құрал-жабдықты талап етпейтінді, бұл оның артықшылығы болып табылады, себебі, барлық ғимараттарда Wi-Fi желілері орналастырылғандықтан, сонымен бірге айтарлықтай барлық адамның Wi-Fi сигналдарын ұстайтын ұялы құрылғылары бар. Жобаның мақсаты келесі мәселелерді шешу болып келеді: адамдардың бөлмелердегі орналасу орындары, ғимараттағы адамдардың жиналу тығыздығы, бөлме бойынша навигациялау, адамдардың жүріс-тұрысын сараптау жиынтығы, үрейлену кезінде қысым көрсетудің көпшілік санынан қашуға мүмкіндік беретін шығыстарды құру.

Емхана, университет, қонақүй сияқты адамдар ағыны көп болған ғимараттардың құрылысы барысында адамдар қауіпсіздігін есепке алуы қажет. Кейінгі кездері бөлме ішінде навигациялау, сонымен бірге келушілерге олардың орналасуы (LBS – Location-based service) мен артықшылықтарына негізделген қызмет көрсету мәселесі өзектірек болып жатыр. Қазіргі кезде ғимараттар күн сайын көлемді болып бара жатыр, сонымен бірге айтарлықтай жиі күрделі құрылымға ие болады, мұнда тек осындай ғимараттарда көп жүретін адамдар ғана бейімделе алады, ал мұндай ғимаратты көрмеген адамдар қиналғандығынан бейімделе алмайды. Құрылыс орнын құру барысында кез келген құрылыс төтенше жағдайлар кезінде адамдарды эвакуациялаудың әрекеттегі стандарттарына сәйкес келуі қажет. Көптеген жағдайларда ғимараттың әр бөлімінде эвакуациялау жоспарының

болуы қажет, сонымен қатар жоспар көзге оңай түсетін, әрі ғимараттан шығу үшін бағыттаушы жоспар болатындай ету қажет. Бүгінгі күні адамдар әбден үйренген, әрі көзге түспейтін ғимарат сұлбалары қолданылып жатыр. Шынайы жағдайдағы мән-жай мүлдем басқа, ғимараттың сұлбасы нақты мәліметтерді бере алмайды яғни белгілі бір бөлімдердегі нақты адамдардың саны берілмейді. Бұл өз кезегінде апаттық шығыстың қажетті өткізу қабілетін қамтамасыз ете алмауына алып келуі мүмкін.

Міне осылай, мен адамдар ағынының тығыздығы туралы ақпараттарды қолдана отырып эвакуациялау процесін оңтайластырғым келді. Бұл үшін ұялы абоненттік құрылғының орналасқан орнын анықтайтын Wi-Fi көмегімен адамдар тығыздығы туралы ақпараттарды жинау қажет. Ғимараттағы әр бір адамның орналасқан орнын анықтағаннан кейін мәліметтерді талдауға болады, сонымен бірге секциялар бойынша адамдар ағынын таратуға болады. Бір шығысқа үлкен көлемдегі қысым көрсетуден қашу үшін өткізу қабілеттігін жоғарылату қажет. Тарату алгоритмі Wi-Fi желілері арқылы алатын мәліметтер серверінде орындалады. Міне, осылай, бұл ұялы абоненттік құрылғының орналасқан орнын анықтайтын Wi-Fi тетіктері мен алгоритм көмегімен мәліметтерді жинау моделін ұсынады.

Міндеттерді құру

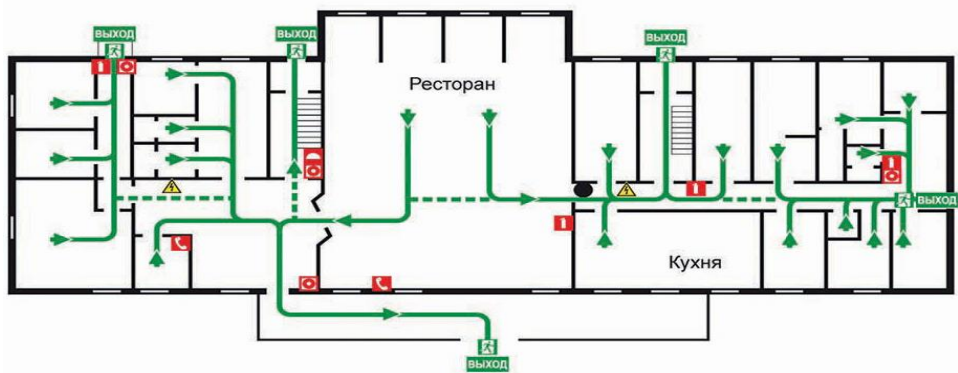
Эвакуациялау жоспарын оңтайландыру төмендегі міндеттерден тұрады:

– Ғимараттағы адамдардың тығыздылығын есептеу моделін конструкциялау.

– Сервердегі мәліметтерді талдау, эвакуациялау жоспарын құру.

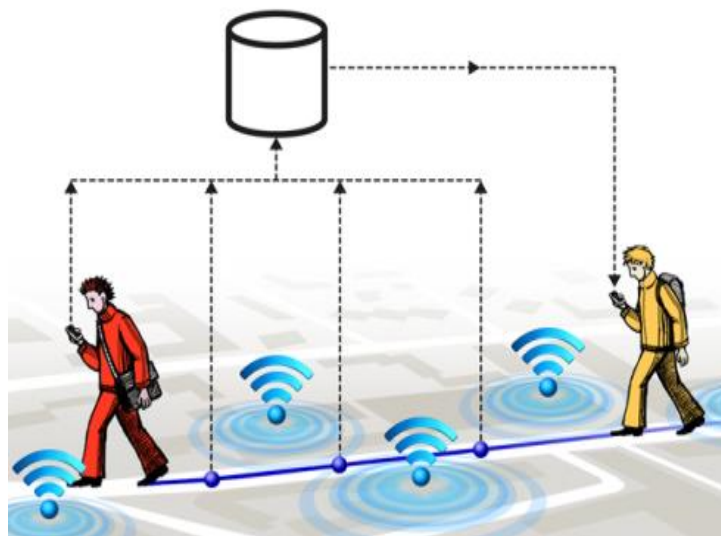
– Секциялар бойынша адамдарды хабарландыру мен тарату.

4.20-суретте бөлмеден әдеттегі эвакуациялау жоспары бейнеленген. Ғимаратты құру кезінде эвакуациялау жоспары мен сұлбасы құрылған еді. Жасыл көрсеткіштер ғимараттан шығу жолын көрсетіп тұр, бұл сұлбалардың басты проблемасы – ол оқылмайды, әрі жаңармайды. Төтенше жағдайларда мұндай типтегі сұлбаларды іске асыру өте қиын. Сұлба бойынша адамдарды тарату дұрыс емес болса, онда бір төтенше шығу жолында үлкен көлемдегі қысымды күтуге болады, ал қалған шығыстар бос, әрі пайдасыз болып қалуы мүмкін.



Сурет 4.20 – Ғимаратты құру кезінде эвакуациялау жоспары мен сұлбасы.

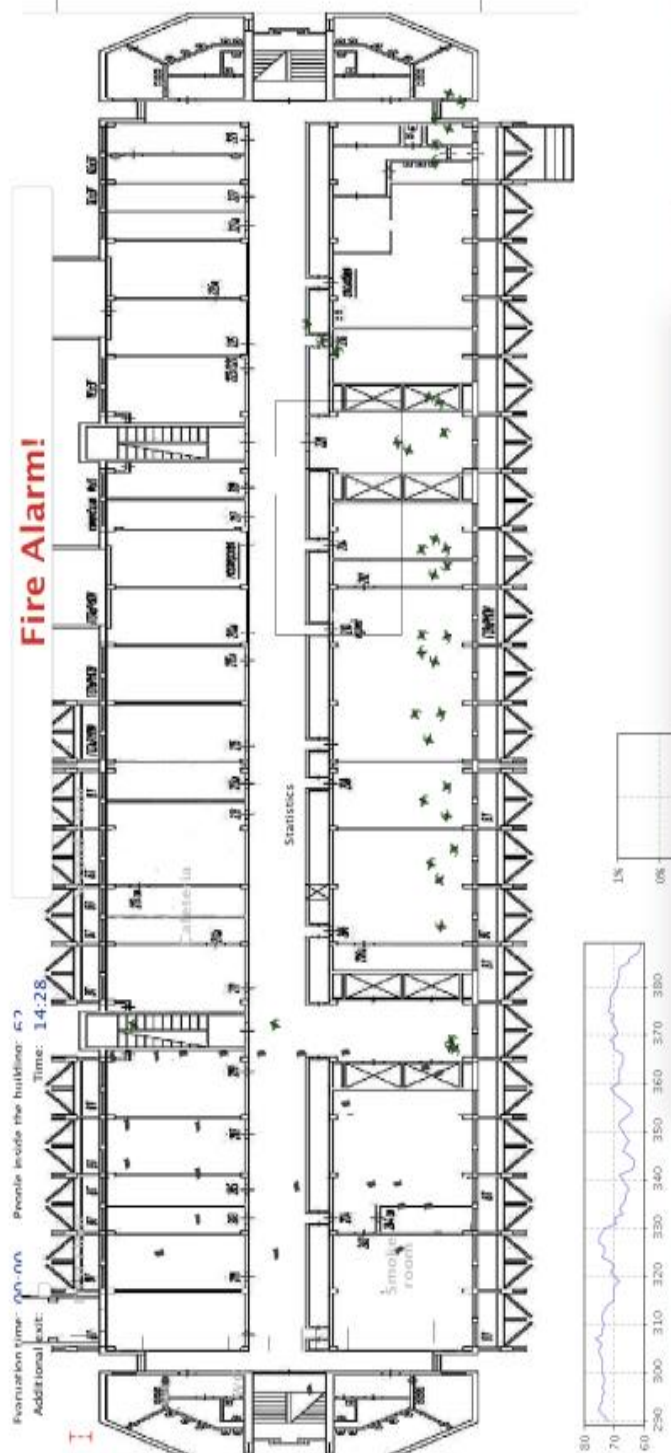
Ұялы абоненттік құрылғы бойынша жобаның мақсаты ғимараттан адамдардың орналасқан орындарын табу болып табылады. Балама жол, әрине бар, бұл – Wi-Fi желілері арқылы, сонымен бірге IP- адресі арқылы да орналасқан орынды анықтауға болады. Анықтаудың нақтылығы тиімді сапа бере алады. Ғимарат ішіннен әрқашан Wi-Fi желісін табуға болады.



Сурет 4.21 – Wi-Fi желісін табу.

Wi-Fi бойынша навигациялау. Байланыс желілерінің бар болған инфрақұрылымы қолданылып жатыр – Wi-Fi сымсыз желілерінің орындары, бұл ең аз шығындандыратын нұсқа болып табылады. Координаттарды анықтау әдісі келесі – тұтынушы құрылғысы қол жетімді Wi-Fi нүктелерін сканерлейді, сонан соң олар туралы ақпараттарды серверге жібереді, мұнда бұл мәліметтер қордағы мәліметтер бойынша осы қол жетім нүктелерінің координаттарымен салыстырылады, міне осылар бойынша тұтынушы координаттары есептелетіні 4.22-суретте көрсетілген.

Барлық мәліметтер серверге жіберіледі де, сонда сақталып қалады. Сервер ғимараттан шығу туралы ақпараттарды өңдейді және жібереді, мұндағы әр біріне мәліметтер өз секциясы бойынша келеді. Сонымен, біз адамдарды эвакуациялау жоспарын оңтайлы тиімді есебі осылай шеше аламыз.



Сурет 4.22 – Wi-Fi нүктелерін сканерлеу арқылы адамдардың координаттарын анықтау әдісі

Ораналасқан орынды анықтау.

Бүгінгі күні ораналасқан орынды анықтау өзекті болып отыр, себебі төтенше жағдайларда адамдардың нақты ораналасқан орындарының координаттарын білу өте маңызды. Бүгін бұл мәселені шешу үшін бір қатар амалдар ең технологиялар бар. Қазіргі кезде әрбір бөлмеден Wi-Fi желісін табуға болады, сонымен бірге кез келген адамның Wi-Fi сигналын қабылдайтын құрылғысы бар, бұл Wi-Fi құрылғыларының координаттарын жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді.

Ораналасқан орынды анықтау үшін бірқатар әдістер бар, олардың ішіндегі ең дәлірек беретін, кіріс сигналдардың бұрышын анықтап беретін әдіс триангуляциялық және ангуляциялық әдістер болып табылады.

Ораналасқан орынды анықтау әдістері.

Клиенттен келген сигналды анықтау үшін Wi-Fi қол жеткізу нүктелерінің және осы нүктелерге қатысты аймақтарды кесіп өтуі мүмкін болған клиенттің ораналасқан орнына құрылғыны жайғастыру. Бұл әдіс айтарлықтай ақпаратандырады. Қол жеткізу нүктелерін дұрыс өлшеу барысы клиент координаттарын жоғары ықтималдықпен анықтауға мүмкіндік береді. Тамаша сценарий – бұл бөлме периметрін бойлап қол жетімді нүктелердің ораналасуы және Wi-Fi қол жеткізудің 3-4 нүктесі арқылы жазықтықта «естілу» үшін бөлме орталығына ораналастыру. Wi-Fi желісінде қол жеткізу нүктесін жайғастырудың дәлдігін жоғарылату үшін олардың арасын жақын ораналастыру керек, себебі сигналдың сәнуі мен қол жеткізу нүктесінің арасындағы арақашықтық экспоненциалдық тәуелділікке ие.

Жайғастыру мүмкіндігі бар Wi-Fi желісі қол жетімді нүкте мен сымсыз желі контроллерынан басқа және бір элементке ие, бұл элемент Mobility Services Engine (MSE) аналитикасы үшін мәліметтерді жинап және координаттарды есептеуді жүзеге асырады.

MSE сыйымдылығы 100 000 даған клиенттік құрылғылардың мәліметтерін 2-8 жыл аралығында (түрленетін мәліметтердің санына байланысты, әдетте бұл MSE сияқты құрылғылардың ауысып отыру жиілігіне сәйкес келеді) жинауға мүмкіндік береді. Дегенмен, Wi-Fi желісінде жайғастырумен байланысты мәселелер ашылатын болғандықтан MSE келесі нұсқаларында миллиондаған құрылғылардан мәліметтерді жинауға

мүмкіндік беретін таралған архитектура түріне ие болады. Сонымен бірге, жиналған ақпарат API бойынша нақты уақытта сыртқы аналитикалық қозғалтқышқа берілуі мүмкін



Сурет 4.23 – Триангуляция әдісі.

Кіру сигналының бұрышын анықтауы бар Ангуляция әдісі. Cisco Aironet модульдік қол жеткізу нүктесіне қосылған, арнайы антеннасы бардәл жайғастырудың сыртқы модулі сигнал келген қосымша бұрышты анықтауға және нұрға дейін Wi-Fi клиентінің мүмкін болған орналасу сегментін тарылтуға мүмкіндік береді. Мұндай 3-4 қол жетімді нүктесінен алынған ақпаратқа триангуляция әдісін қолдана отырып, біз жоғары ықтималдылықпен 1м дейін дәлдік беретін координат аламыз. Физикалық тұрғыдан құрылғы арнайы антеннасы бар және дәл жайғастыру моделі қосылған қол жеткізу нүктесі Cisco Aironet 3600 немесе 3700 түрінде танылады. Антенна 32 антеннадан тұратын массив болып табылады, олардың әр қайсысы көрші сигналдарға қарағанда өзгеше қабылдайды. Алгоритм жиналған мәліметтерден сигнал келген бұрышты есептеуге (5-суретте) мүмкіндік береді.

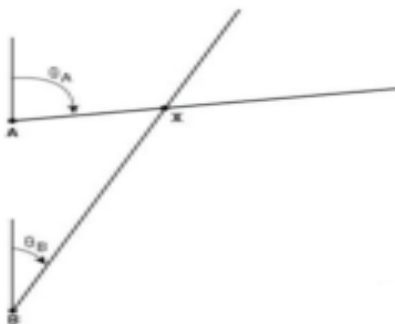
Кіру сигналын қабылдау бұрышы (θ_0A). Берілген әдісте ұялы станция сигналдар қабылдау сенсорына келетін төмен түсу бұрышы түрінде анықталады.

Орналасқан орынды шамамен есептеу үшін екі қабылдау сенсоры қажет, дәлдік үш немесе онан да көп қабылдау сенсорларын қолдану кезінде жоғарылайды (триангуляция).

Жүйенің көпэлементті антеннасы (массивтер) немесе механикалық басқарылатын бағытталған антенналар қажет.

Тура көру жағдайында жақсы жұмыс істейді, бірақ қоршаған объектерден сигналдарды бейнелеу кезінде дәлдік төмендейді.

Қалалық ортада қабылдау бұрышының жоғары тығыздық әдісін қолдану өте қиын, себебі екі немесе онан да көп базалық станциялар жиі тура көру аймағында орналасады [87].



Сурет 4.24 – Сигналдардың бұрыштары.

Өрт тетіктері сияқты сигналды мерзімді жіберіп отыруға қабілеті бар Bluetooth Low Energy (BLE) энерготімді құрылғыларын – қолданушы радио маяктарды қолдану өте танымал.

Радио маяктар өздерінің жанына BLE қосылған құрылғылардың жақындағанын анықтауға және бұл туралы ұялы қосымша серверіне хабарлауға қабілетті, ұялы қосымша бұл ақпаратты координат құрылғысы түрінде қолданады.

Радио маяктар өзінің төмен бағасымен қызықтырады, дегенмен мұндай шешімді пайдалану бағасы айтарлықтай елеулі болады, себебі нақты орналасқан орынды және маяктардың батареяларының қуатын қадағалау қажет, сонымен бірге, бұл істі объекте маманның физикалық тұрғыдан болуы арқылы жасау керек.

Бірақ екі амалды біріктіру кезінде өте қызықты шешім пайда болуы мүмкін.

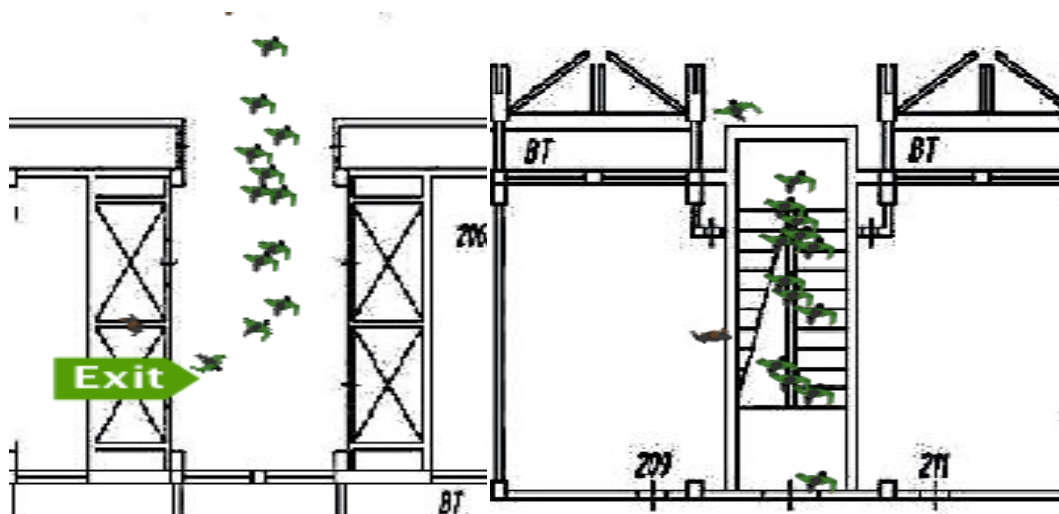
Wi-Fi инфра құрылымы жалпы жайғастыруды қамтамасыз етеді, ал 1де құрылғының немесе 3де мұражай экспонатының, кассасының, шығыстың орналасуы қағида түрінде маңызды болған белгілі бір объекті координаттарды айқындау радиомаяктар арқылы жүзеге асырылады. Wi-Fi және BLE желілерін біріктіру гибридік желіні пайдаланудағы шығындарды төмендетуге қол жеткізуге мүмкіндік береді. MSE интерфейсінде бүгінгі күннің өзінде радиомаяктардың нақты орналасу орнын қадағалауға болады.

Міне осылай, құрылғыны Wi-Fi желісінде жайғастыру мынадай мүмкіндіктер береді:

- Бөлмедегі адамдардың орналасу орны.
- Ғимараттағы адамдардың жиналу тығыздылығы.
- Бөлме бойынша навигациялау.
- Адамдардың жүріс-тұрысын сараптау жиынтығы.

Серверлік бөлік.

Артықшылыққа ие функциялардың бірі бұл бөлмедегі адамдардың тығыздығы мен санын бақылау мүмкіндігіне ие болу, адамдар ағынын төтенше жағдайлар кезінде дұрыс тарату. Мұны жүзеге асыру үшін Wi-Fi желісі арқылы ұялы құрылғылар жіберген мәліметтер қажет болады. Жиналған мәліметтер серверде өңделеді де, сервер пуш хабарламаны құрылғыға жібереді. Сервер мәліметтерді өңдейді және адамдарды секцияларға тарату 4.25-суретте көрсетілген.



Сурет 4.25 – Адамдар ағынын тарату

Төртінші бөлім бойынша тұжырым

Эвакуациялау мәселесінде Wi-Fi технологиясын адамдардың орналасқан орнын табу мақсатында қолдану өзекті болып отыр. Әрбір абоненттік құрал-жабдық өзінің желілік құрал-жабдық идентификаторы жағынан қосылу нүктесіне бекітілген, бұл бөлмедегі адамдарды эвакуациялау мәселесін шешуде үлкен мүмкіндік береді. Wi-Fi желілері арқылы орналасқан орынды анықтау үлкен коммерциялық потенциалға ие, тіпті Apple компаниясы GPS-ті қолданбай отырып, бөлме ішіндегі орналасу орнын нақтырақ беруге мүмкіндік беретін технологияны патенттеген. Технология орналасқан орындардың мәліметтер қорында Wi-Fi қол жеткізу нүктелеріндегі мәліметтер мен өзге мәліметтерді қолданады. Бұл шешімнің нақтылығын және минимум шығындарды көрсетеді.

Сонымен, бұл бөлімде сызсыз сенсорлық желінің эвакуациялау есебінде қолданыстары қарастырылды. Аудиториядағы адамдар санын дәл анықтау оңтайлы эвакуациялау жоспарын дәлірек құруға мүмкіндік береді.

Эвакуациялау процесіне айтарлықтай әсер етуші тағы бір жаңашыл қосымша мобильдік құрылғыларға негізделген. Мобильді телефондарды пайдалану эвакуациялау ақпараттық жүйесінің мүмкіндігін арттыратыны туралы негізделген ақпараттар осы бөлімде қарастырылды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Өртүрлі төтенше жағдайлар кезінде, соның ішінде өрт кезінде, жер сілкінісі т.б. адамдарды құтқару әдісі түрінде эвакуациялау мақсаты сипатталды. Эвакуациялаудың компьютерлік модельдері қарастырылып, жетістіктері мен кемшіліктері сараланды, олардың жіктелуі келтірілді. Эвакуациялаудың заманауи компьютерлік модельдеріне салыстырмалы талдау жасау арқылы эвакуациялаудың заманауи еліктемелік модельдеріне қойылатын негізгі талаптар анықталды: эвакуациялау маршрутын таңдау; адамдардың мінез-құлықтарын модельдеу; адам сипаттамасын (жасы, жынысы, оқу дәрежесі, ғимарат жобасымен таныстық дәрежесі) модельдеу кезіндегі эвакуациялау есебінің ерекшеліктері қарастырылды.

Барлық эвакуациялау жүйелері мен әдебиеттерді талдау жасау нәтижесінде ағын модельдері, желілік модельдер, клеткалы автоматтарға негізделген эвакуациялау модельдерінің ең көп таралғаны анықталды.

Зерттеу нысаны болып отырған ғимараттың барлық аудиториялары, дәліздері мен есік қуыстарын, өткізу жолдарын граф түрінде, арнайы ағаш құру түрінде модельдей отырып транспорт есептеріндегі математикалық модельдердің зерттеліп отырған ғимарат графына қолданысы қарастырылады.

Эвакуациялау есебінің математикалық қойылымында ағындарды оңтайлы үлестіру және қайта үлестіру кезінде Нэш тепе-теңдігі негізінде ойындар теориясының аппараты қолданылады. Ағындарды есепке аларда Кирхгофтың бірінші және екінші ережесінің сақталуы ескеріледі. Ағынды қалыптастыру кезінде қарастырылған контурларға өзгертулерді бір уақытты енгізу әдісінің белгілі Лобачев-Кросс әдісінен артықшылығы қарастырылады. Есеп шешу барысында желіде максималды ағын қалыптастыру сипатталады да оны шешу (тарату) алгоритмі қарастырылады.

Құрылған алгоритм ғимарат тез тастап кетуге ғана көмек беріп қоймай, сонымен бірге адамның үрейленген жағдайында сасқалақтамауына зерттеу барысында құрылған тренинг бағдарламасын маңызды екені көрсетілді.

Үшінші бөлімде эвакуациялау ақпараттық жүйесін жобалау процесін және ақпараттық модельдердің жеке модельденуі, кейбір эвакуациялық сценарилердің іске асырылуы қарастырылады.

Ақпараттық жүйенің программалық өңделуіне негіз болатын UML тілінде, Rational Rose құралында орындалған кластар диаграммасының

көрінісі берілген. Басқа алгоритмдік және программалық шешімдердің іске асырылуы Java тілінде орындалып, программалық фрагменттер келтірілген.

Негізгісі, оңтайлы эвакуациялау жоспарының оқу ғимараты үшін (Бас оқу корпусы) сағат сайынғы нақты жоспары әрқабат үшін орындалатын көрсетіліп, оқу ғимаратының 1-2 қабаты үшін нақты оңтайлы жоспар сызбасы келтірілген. Бұл жоспарда деректер оқу процесі үшін құрылған сабақ кестесі дерек қорынан алынған. Деректердің программаға қосылуы сағат сайын өзгеруіне байланысты эвакуациялау жоспарының сағат сайын өзгеруі келтірілген.

Төтенше жағдайлар кезінде сасу, абыржу, үдей сияқты сезімдер орын алатыны анық. Құрылған 3D модельдеу визуальды программа төтенше жағдайлар кезінде ұйымдастырылған эвакуациялауды орындауға негіз болады.

Нақты уақытта мейлінше дәл эвакуациялау жоспарын құру үшін зерттеу барысында жаңа техникалық құрылғылардың қолданысы сипатталады, атап айтқанда мобильдік құрылғылар (телефондар) RFID құрылғылары, видеокамералар және сенсорлық технологиялардың қолданыстарының маңызды екені көрсетілді.

Эвакуациялау мәселесінде Wi-Fi технологиясын адамдардың орналасқан орнын табу мақсатында қолдану өзекті болып отыр. Әрбір абоненттік құрал-жабдық өзінің желілік құрал-жабдық идентификаторы жағынан қосылу нүктесіне бекітілген, бұл бөлмедегі адамдарды эвакуациялау мәселесін шешуде үлкен мүмкіндік береді. Wi-Fi желілері арқылы орналасқан орынды анықтау үлкен коммерциялық потенциалға ие. Ғимарат ішінде белсенді Wi-Fi қолдану эвакуациялау жоспарын дәлдігін және мүмкіндігін арттыратыны қарастырылды. Сонымен, қатар сызсыз сенсорлық желінің эвакуациялау есебінде қолданыстары қарастырылды, олар аудиториядағы адамдар санын дәл анықтау оңтайлы эвакуациялау жоспарын дәлірек құруға мүмкіндік береді.

Эвакуациялау процесіне айтарлықтай әсер етуші тағы бір жаңашыл қосымша мобильдік құрылғыларға негізделген. Мобильді телефондарды пайдалану эвакуациялау ақпараттық жүйесінің мүмкіндігін арттыратыны туралы негізделген ақпараттар осы бөлімде қарастырылды.

Сонымен, монографиядағы зерттелген және алынған нәтижелерді қысқаша төмендегідей тұжырымдауға болады.

Оқу орындарында және мекемелерде төтенше жағдайлардағы тұрақсыздықта ғимарат ішіндегі адамдарды эвакуациялау есептері үшін желілерде ағынды үлестірудің математикалық және ақпараттық моделін зерттеу және құру, сонымен қатар әрбір уақыт мезетінде оңтайлы тиімді эвакуациялық жоспарының ақпараттық жүйесі құрылды.

-Адамдардың қозғалыс жолдарының сипаттамалары мен ағынын қалыптастыруын талдауға байланысты ағындарды тиімді үлестірудің гриншилдік желі бойынша математикалық моделі құрылды;

-Нақты уақыт режимінде сабақ кестелері мен аудиториялық қордың негізінде желілерде ағынды үлестірудің ақпараттық моделі құрылды;

-Эвакуациялаудың ақпараттық жүйесін жобалау мен ақпараттық моделі құрылды;

-Нақты уақыт режимінде эвакуациялау есептерін шешу үшін сымсыз сенсорлық желі технологиясы ұсынып отырмыз. Сенсорлы сымсыз технологияларды қолдану белгілі проблемаларды шешу бойынша жаңа көзқарасты ұсынады, бірақ оларды қолданғанда ақталу сияқты оны баламалы энергетикада қолданғанда бірқатар шарттарға ие.

-Нақты уақыт режимінде эвакуациялаудың нақты жедел жоспарын құруда әртекті құрылғылардың үйлесімділігін қамтамасыз ететін жүйелі шешім қабылдау әдістемесі құрылды.

Зерттеу нәтижесі бойынша оқыту-машықтану есептеріне арнайы құрылған программалық қамтама үшін авторлық куәлік алынды («Software application of evacuation in 3D Autodesk Maya» ҚР ӘМ, №0531, 28.03.2016ж.).

Ұсынылған эвакуациялау әдістемесі және нәтижелер Алматы қаласы әкімшілігінің жанындағы Төтенше жағдайларды ескерту және жою жөніндегі комиссиясына өндірістік талқылауға ұсынылды (08.02.2016 ж. №1 хаттаманың 3-тармағы бойынша «О проведении тактико-специального учения со студентами вузов»).

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Смирнова А.Т. Основы безопасности жизнедеятельности // - М.: Под ред. - АСТ Лтд. – 1999. – С.104-107.

2 Амиргалиев Е.Н., Калижанова А.У., Козбакова А.Х. Төтенше жағдайларда эвакуациялау тапсырмаларын құру және жүзеге асыру // Хабаршы Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ. – Алматы. – 2015. – № 6 (112). - Б. 231-235.

3 Хван Т.А., Хван П.А. Безопасность жизнедеятельности // -М.: Издательство «Феникс». – 2010. – С. 414.

4 Лобачев А.И. Безопасность жизнедеятельности // –М.: изд.-во «Юрайт». – 2009. – С.367.

5 Беляев С.В. Эвакуация зданий массового назначения // –М.: изд.-во «Всесоюзной Академии Архитектуры». – 1938. – С.257.

6 Амиргалиев Е.Н., Калижанова А.У., Козбакова А.Х. Төтенше жағдайларда эвакуациялау есептің математикалық әдістері мен модельдері // Хабаршы Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ. №3(109). – С. 58-63.

7 Муқанов А.К. Разработка логистики чрезвычайных ситуаций // Алматы. –2007. <http://portal.kazntu.kz/?q=science/d>.

8 Бахарева Л.Т., Нурмагамбетов А. <http://emer.gov.kz/>

9 Гриценко Ю.Б. Использование сетей Петри для оценки времени эвакуации людей в зданиях и сооружениях при возникновении пожара // Доклады ТУСУРа. – 2010. – № 1 (21), ч. 2. – С. 213–218.

10 Гриценко Ю.Б. Анализ процесса эвакуации людей нечеткими временными сетями Петри // Доклады ТУСУРа. – 2011. – № 2 (24), ч. 2. – С. 276–281.

11 Холщевников В.В. Эвакуация и поведение людей при пожарах: уч. пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, –2009. – С.212.

12 Самошин Д.А. Программные комплексы для расчета эвакуации людей // Матер. междунар.конф. «Производство. Технология. Экология». – Ижевск, 2010. – С. 50–52.

13 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов

функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс]: Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382 (ред. от 12.12.2011). – Доступ из справ.правовой системы «КонсультантПлюс».

14 Эвакуация при пожаре [Электронный ресурс]. –URL: <http://www.fireevacuation.ru/>

15 Станкевич Т.С. Определение оптимального пути спасения людей из горящего здания // Технологии техносферной безопасности. – 2013. – № 5 (51). – С. 3-12.

16 Холщевников В.В., Самошин Д.А., Исаевич И.И. Натурные наблюдения людских потоков: учеб.пособие// М.: Академия ГПС МЧС России –2009. – С. 191.

17 Fahy R. Available Data and Input Into Models / R. Fahy // NIST Special Publication. 2005. Vol. 1032. P. 60-65.

18 Kuligowski E. Review of 28 Egress Models / E. Kuligowski // NIST Special Publication. 2005. Vol. 1032. P. 66-88.

19 Meacham B. Investigation of uncertainty in egress models and data / B. Meacham // 3rd International Symposium on *Human Behaviour in Fire*. September. 2004. P.419-430.

20 Самошин Д.А. Интернет и пожарная безопасность. Пожаровзрывобезопасность №6, 2006. С.86-87.

21 Cappuccio J. A Computer-Based Timed Egress Simulation. / J. Cappuccio // SFPE Journal of Fire Protection Engineering. 2000. № 8. –P. 11-12..

22 Fahy R. EXIT89: High-Rise Evacuation Model - Recent Enhancements and Example Applications / R. Fahy // International Interflam Conference «Interflam '96», Cambridge, England, March 26-28, 1996. –P. 1001-1005.

23 Weinroth J. An Adaptable Microcomputer Model for Evacuation Management // Fire Technology. –1989. Vol. 15, № 4. –P. 291 - 307.

24 Technical Note 1471 A Review of Building Evacuation Models Erica D. Kuli-gowski Richard D. Peacock

25 Приложение к Приказу МЧС России от 30.06.2009 N 382

26 [электронный ресурс] www.sitis.ru (дата обращения: 10.10.2016)

27 [электронный ресурс] www.fseg.gre.ac.uk/index.html (дата обращения: 10.10.2016)

28 [электронный ресурс] www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet/ (дата обращения: 10.10.2017)

29 [электронный ресурс] www.traffgo-ht.com/en/pedestrians/products/ (дата обращения: 10.10.2017)

30 [электронный ресурс] www.iesve.com/Software/VE-Pro/Simulex (дата обращения: 10.10.2010)

31 Olenick, S. M. & Carpenter, D. J. (2003). Updated International Survey of Computer Models for Fire and Smoke. *Journal of Fire Protection Engineering*, 13, 87-110.

32 Gwynne, S., Galea, E. R., Lawrence, P. J., Owen, M., & Filippidis, L. (1999). A Review of the Methodologies used in the Computer Simulation of Evacuation from the Built Environment. *Building and Environment*, 34, 741-749.

33 [электронный ресурс] www.ies4d.com/content/default.asp?page=s1_2_1 (дата обращения: 2016г.).

34 Fahy R. Enhancement of EXIT89 and Analysis of World Trade Center Data // NIST GCR. –1996. Vol. 684. –P.45

35 Степанцов М.Е. Модель направленного движения толпы с элементами анализа ситуации. / М.Е. Степанцов / Электронный журнал «Исследовано в России», 89, С. 991 - 995 <<http://zhurnal.ape.relam.ru/articles/2003/089.pdf>>.

36 Kuligowski E. Elevators for Occupant Evacuation and Fire Department Access // CIB Publication. –2003. № 290. –P. 193-200.

37 Stephen M. An Updated International Survey of Computer Models for Fire and Smoke / Stephen M. Olenick, J. Carpenter Douglas // SFPE *Journal of Fire Protection Engineering*. 2003. №13 (2). P. 87-110.

38 Результаты моделирования распространения опасных факторов пожара в здании // <http://www.fireevacuation.ru/reports/fm_of-ficel.pdf>

39 Lindell Michael K. Estimating Evacuation Time Components: Lessons from Nuclear Power Plants, Hurricanes, and the First World Trade Center Bombing // NIST Special Publication. –2005. Vol. 1032. –P. 89-93.

40 Холщевников В. В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, Москва, МИСИ 1983.

41 Айбуев З.С. Формирование людских потоков на предзаводских территориях крупных промышленных узлов машиностроительного профиля. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МИСИ. –1989. –С. 243.

42 Егоров А.А. Разновидности сетей при моделировании процесса эвакуации в зданиях учебных заведений // Актуальные задачи управления социально-экономическими и техническими системами: материалы Всерос. науч. конф./ Саратов.гос.техн. ун-т.- Саратов: Научная книга, –2008. –С.22-25.

43 Малинецкий Г.Г. Моделирование движения толпы при помощи клеточных автоматов // Известия ВУЗов. Сер. Прикладная нелинейная динамика. –1997. Т. 5. –С.75-79.

44 Малинецкий Г.Г. Клеточные автоматы для расчета некоторых газодинамических процессов/ Г.Г. Малинецкий, М.Е. Степанцов // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1996. Т. 36, № 5. С. 137145.

45 Малинецкий Г.Г. Применение моделей класса решеточных газов для решения задач газодинамики / Г.Г. Малинецкий, М.Е. Степанцов // Изв. вузов. Прикладная нелинейная динамика. 1996. Т. 4, № 4,5. С. 59.

46 Малышкин В.Э. Основы параллельных вычислений. Методическое пособие. Новосибирск: НГТУ, 1998. 55 с.

47 Мациевский С. В. Нечеткие множества: Учебное пособие.- Калининград: КГУ, 2004. 176 с.

48 Мелихов А.Н., Л.С. Берштейн, С .Я. Коровин Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. // М.: Наука, –1990. –С.272.

49 Михаль О.Ф. Организация эволюционных нечетких экспертных систем на локально-параллельных алгоритмах. Международная конференция по индуктивному моделированию "International Conference on Inductive Modelling (ICIM - 2002) " –2002. –С.79 - 84.

50 Михаль О.Ф. Принципы организации эволюционных нечетких систем распознавания образов на локально-параллельных алгоритмах. 8-я Международная конференция "Теория и техника передачи, приема и обработки информации". Сб. научных трудов. Харьков: ХНУРЭ –2002. –С. 558-560.

51 ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования// ИПК Издательство стандартов, 1996.

52 Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения // –М.: Радио и связь. –1986. –С.408.

53 Коваленко А.Г. Теоретико-игровой подход и теория гидравлических сетей в проблеме моделирования движения городских транспортных потоков // Вестник Самарского государственного университета. –2013. № 1 (102). –С. 177-185.

54 Amirgaliyev Ye., Kovalenko A., Kalizhanova A.U., Kozbakova A.Kh Modeling of Networks Flows of Grinshilds Types, Совместный выпуск по материалам Международной научной конференции "Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании" Вычислительные технологии: Вестник КазНУ им. Аль-фараби, –2015. - Том XX, Ч. II, № 3(86). - P. 184-190.

55 Коваленко А.Г., Власова И.А., Борисова С.П. Теория игр и исследование операций. Самара: Издательство «Самарский университет», 2006. - 147с.

56 Коваленко А.Г., Хачатуров В.Р., Раимжанов Ж.Д. Методология разработки технико-экономического обоснования формирования систем инженерного обеспечения урбанизированных территорий // В трудах 3 международной научно-практической конференции «Экологическая безопасность урбанизированных территорий в условиях устойчивого развития». –Астана. –2008.

57 Васин А.А., Морозов В.В. Теория игр и модели математической экономики. Москва: МАКС Пресс, 2005. – 237с.

58 Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика. - 2003. - №11.

59 Amirgaliyev Y, Kovalenko A, Kalizhanova A, Kozbakova A.Kh., Amirgaliyeva Zh.Ye. Efficient Algorithm for Evacuation Problem Solving 2015 15th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2015), 2015. - P. 1587-1592

60 Кормен, Томас Х., Лейзерсон, Чарльз И., Ривест, Рональд Л., Штайн Клиффорд Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. Пер. с англ. — М.:Издательский дом "Вильямс", 2010. — 1296 с

61 Смирнов Н.Н., Киселев А.Б., Никитин В. Ф., Юмашев М.В. Математическое моделирование автотранспортных потоков // Мех-мат МГУ, 1999.

62 Васин А.А., Морозов В.В. Теория игр и модели математической экономики (учебное пособие). – М.: МАКС Пресс, 2005 г. – 272 с.

63 Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей .- М., Наука. –1985. –С.278.

64 Amirgaliyev Y. Amanzholova S., Kalizhanova A., Kozbakova A. «Research of processes of identification, authentication and authorization», Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 2015. - Vol. 82. - № 3. - P. 378-384.

65 <http://www.ido.rudn.ru/nfpk/inf/inf9.html>.

66 <http://citforum.ru/programming/case/gnatush/case/>.

67 http://www.xsieit.ru/download/design_of_information_systems/lectures .

68 Ворогушина М .А, Калижанова А.У. Защита информации в базах данных // Вестник КазНИТУ имени К.И. Сатпаева. –Алматы. –2014. - № 2(102). - С.56-60.

69 Толепбергенова С.К., Калижанова А.У. Козбакова А.Х. Проектирование программного приложения для решения задачи эвакуации людей из учебного заведения в чрезвычайной ситуации // Труды II Международной научно-практической конференции «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика». –2015. - Т. II. – С. 491-496.

70 Христочевский А.Р. Математические основы компьютерной графики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 160 с.

71 Электронды нұсқасы <http://www.computerra.ru/> сайтында.

72 Электронды нұсқасы <http://www.comput.kz/> сайтында.

73 Электрондық нұсқасы <http://www.render.ru/> сайтында.

74 Бондаренко М.Ю., Бондаренко С.В. Введение в трехмерную графику. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 560 с.

75 Слободецкий И.И. Основы трехмерной графики и анимации. – М.: «Компьютерная литература», 2009. – 450 с.

76 Агеев В.Н. Электронная книга: Новое средство соц. коммуникации.

М.: 1997.

77 Дистанционное обучение: Учебное пособие / Под ред. Е.С.Полат.— М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1998.— 192 с.

78 С.А. Христочевский. Электронные мультимедийные учебники и энци-клопедии. Информатика и образование, 2000.

79 Электронды нұсқасы <http://www.3dmir.ru/> сайтында.

80 Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Орманов Т.А. Основные методы моделирования 3D объектов, Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана: Международных Сатпаевских чтений, 2015. - Т. IV. - С. 326-331.

81 Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Орманов Т.А. Пакет инструментов для создания 3D моделирования. Труды II Международной научно-практической конференции «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика». –2015. - Том II. - С. 475-478.

82 Amirgaliyev E.N., Kalizhanova A.U, Kozbakova A. Kh., Aitkulov Zh.S., Kashaganova G.B. Software application design and 3D modeling for evacuation of people from educational institution // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. –2016. - Vol. 84. - № 1. - P. 133-139.

83 Калижанова А.У. Козбакова А.Х., Software application of evacuation in 3D Autodesk Maya, №0531, 28.03.2016., МЮ РК Авторское свидетельство на права интеллектуальной собственности.

84 IEEE 802.15 Working Group for WPAN, <http://www.ieee802.org/15/>.

85 Amirgaliyev Y.N, Yunussov R Attendance control system on the basis of wireless sensor network // International Journal Of Engineering Sciences & Research technology, ISSN:2277-9655, — 2016, —Volume 5, —Issue 3,—P.177-183.

86 Yedilkhan Amirgaliyev, Rassul Yunussov, Orken Mamyrbayev, Optimization of people evacuation plans on the basis of wireless sensor networks // Open Engineering. Volume 6, Issue 1, ISSN (Online) 2391-5439, DOI: 10.1515/eng-2016-0026, September 2016.

87 http://www.cisco.com/assets/global/RU/events/ciscoconnect/presentation/amfi/17/14_10_15_10.pdf

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз.....	3
КІРІСПЕ.....	6
1 ҚАЗІРГІ УАҚЫТТА ЭВАКУАЦИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ ӨЗЕКТІЛІГІ МЕН ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ ТАЛДАУ	10
1.1 Төтенше жағдайлар салдарын азайту және қорғау әдістері ...	10
1.2 Тұрғындарды оқытудың маңыздылығы мен адамдардың мінез-кұлқын талдау.....	20
1.3 Эвакуациялау тапсырмаларында адамдардың ағын қозғалысын математикалық модельдеу.....	255
1.4 Эвакуациялау кезінде адамдар ағынын ғимараттан және бөлмелерден шығару моделі	288
1.5 Эвакуациялау тапсырмаларының компьютерлік модельдері.	31
Бірінші бөлім бойынша тұжырым	52
2 ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДА АДАМДАРДЫ ЭВАКУАЦИЯЛАУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІ МЕН МОДЕЛЬДЕРІ.....	53
2.1 Адамдар ағынының негізгі параметрлерінің жалпы сипаттамасы	53
2.2 Ғимарат ішінде адамдар қозғалысын модельдеудің негізгі амалдары.....	566
2.3 Эвакуациялау мәселелеріндегі желіде бір қабатты және көп қабатты ағындар	599
2.4 Эвакуациялау есептерінің математикалық қойылымы	61
2.5 Желідегі максималды ағын туралы есеп.....	655
2.6 Эвакуациялау тапсырмаларын шешу алгоритмдері	72
Екінші бөлім бойынша тұжырым	888
3 ЭВАКУАЦИЯЛАУ ЕСЕПТЕРІНІҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН МОДЕЛЬДЕУ МЕН ЖОБАЛАУ	899
3.1 Эвакуациялау мәселелерінің ақпараттық жүйелерін модельдеу мен ақпараттық ресурстарды сипаттау	94

3.2 Ақпараттық жүйенің талаптарды талдау және тұжырымдамалық сұлбасы (концептуалды схемасы) (прецеденттер диаграммасы)	97
3.3 Ақпараттық жүйені динамикалық модельдеу (тізбектер диаграммасы)	1099
3.4 Ақпараттық жүйені статикалық модельдеу (кластар диаграммасы)	112
3.5 Оңтайлы эвакуациялауда адамдар ағынын үлестірудың програмалық қамтамасын құру	11414
3.6 Оңтайлы эвакуациялау жүйесін 3D Autodesk программасында визуализациялау	13434
4 СЕНСОРЛЫ СЫМСЫЗ ЖЕЛІЛЕРДІҢ НЕГІЗІНДЕ ЭВАКУАЦИЯЛАУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖЕЛІСІН МОДЕЛЬДЕУ	15959
4.1 Сымсыз желінің ақпараттық-коммуникациялық ресурстарын анықтау	15959
4.2 Сымсыз желіні моделдеу	16060
4.3 Сенсорлы сымсыз желінің негізінде адамдарды эвакуациялау процесінің динамикалық моделін тиімділеу	168
4.4 Ғимарат ішіндегі адамдар ағынынның мобильді құрылғылармен анықтау және хабарлама жіберу	18383
Төртінші бөлім бойынша тұжырым	19292
ҚОРЫТЫНДЫ	19393
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	19697

А.У. Калижанова, А.Х. Козбакова

**ЭВАКУАЦИЯЛАУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ КОМПЬЮТЕРЛІК
МОДЕЛЬДЕРІ**

Монография

Подписано в печать 15.09.2017г. Формат А5
Печать ризография. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 4,42.
Тираж 500 экз. Заказ № 01178.
Отпечатано в типографии НЦ НТИ.
Алматы, ул. Бөгенбай батыра, 221