

А.М. Ахметова¹, А.С. Шаяхметова¹, Д.Т. Касымова², Е.Ү. Әбдіхалық¹
²әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
²Логистика және транспорт академиясы, Алматы қ., Қазақстан
E-mail: asemshayakhmetova@mail.ru

ОРМАНДА ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙ КЕЗІНДЕГІ ӨРТТІҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫН АНЫҚТАУ ЖӘНЕ АДАМДАРДЫ ЭВАКУАЦИЯЛАУ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа. Бұл мақалада орманды алқаптардағы орман өртінің жылдамдығын анықтау және жылдамдықты есептеу арқылы жақын маңда орналасқан елді мекендердегі тұрғындарды эвакуациялау функциялары сипатталған. Қазіргі уақытта орман өртінің адамдар мен жануаларға тигізетін кері әсерлері өзекті болып табылып, алдын – алу шараларының шешімдері қарастырылып келе жатыр. Осыған сәйкес дамыған мемлекеттерде орман өртінің алдын – алу шаралары бойынша түрлі әдіс – тәсілдер ұсынылып қолданысқа енгізілген. Дегенмен де адамдарды құтқару немесе эвакуация жасау тиімділігін арттыруға болады. Уақытты тиімдірек пайдалану, оңтайландыру, адамдарды құтқару, эвакуация жасау, төтенше жағдай кезінде адамдарға келетін зақымдар мен кері әсерлерді азайту – ең басты мақсатымыз. Төтенше жағдай ұғымдары, пайда болуы әсерлері, өрттің жылдамдығын есептеу модельдері мақалада нақтырақ атап көрсетілген. Мақалада орман өртінің пайда болған нүктесінен, датчикке келген сигналдан бастап адамдарға жақын орналасқан датчикке дейінгі ара қашықтық пен жету уақыты және жылдамдығын есептеудің заманауи тәсілдері терең қарастылып көрсетілген. Сонымен қатар жүйенің схемасы, архитектурасы, мақсаттары мен міндеттері, оларды шешу жолдары көрсетілген. Датчиктердің орналасу аймағы, бір – бірімен сымсыз байланысу, сигнал тарату, күн жүйесінен тоқ алу, температура өлшемдерін зерттеу, топологиялық байланыс, микроконтроллер, орталық серверге келетін ақпараттар жайында толықтай көрсетілген.

Түйінді сөздер. Датчик, жүйе, эвакуация, орман өрті, микроконтроллер.

Кіріспе.

Біздің жүйе орман өрті кезінде өрттің жылдамдығын анықтау арқылы эвакуациялау уақытын есептеуге арналған.

Біздің шешіміміз – орман өрті кезінде, орманда орналасқан бір – бірімен сымсыз топологиялық байланысқан датчиктердегі ақпараттарға программалық талдау жасап, өрттің жылдамдығын есептеу және адамдарға жақын орналасқан датчикке дейінгі аралықты есепке ала отырып оған жету уақытын шығару.

Орман өрті, осыған байланысты адамдары эвакуациялау және ормандардағы өрт қауіпсіздігі мәселелері өте өзекті болып табылады. Ормандағы өрттің пайда болуы мемлекетке аса үлкен шығын келтіргенімен қоса адам шығыны болу тиімділігі өте жоғары [1]. Орман өртінің пайда болуы найзағайдың ағашқа түсуі, қуаңшылық судың болмауы, жанартаулардың атқылауы, адамдардың қауіпсіздік шараларын сақтамауы, әдейі өрт қою факторлары әсерінен пайда болады. Осы айтылған факторлар орманның өртеуімен қатар адамдар мен жануалардың өліміне әкеліп соғады [2]. Сондықтан орман өртінің алдын –

алу немесе орман өртінің жылдамдығын есептеп эвакуация жасау тиімділігін арттыру адам өмірін сақтайтын бірден – бір жүйе [3].

Төтенше жағдай - азаматтардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету және Қазақстан Республикасының конституциялық құрылысын қорғау мүдделерінде ғана қолданылатын және азаматтардың, шетелдіктердің және азаматтығы жоқ адамдардың құқықтары мен бостандықтарына, сондай-ақ заңды тұлғалардың құқықтарына жекелеген шектеулер белгілеуге жол беретін және оларға қосымша міндеттер жүктейтін, мемлекеттік органдар, ұйымдар қызметінің ерекше құқықтық режимі болып табылатын уақытша шара. Қазақстан Республикасы 03.07.2013 №121 – V Конституциялық заңнамасына сәйкес төтенше жағдай және оның алдын алу шаралары туралы ақпараттар көрсетілген. [4] Сонымен қоса алғанда, орман өрті жер бітін орманды толықтай қамтыған кезде бұтақтар, жапырақтар, көк шөптер, ағаштың жас өркендері барлығы дерлік жанып кетеді, өрттің қызуы орташа есеппен алғанда 400 – 900 °С-ға жетеді, өрттің жалыны 0,5 – 1 м-ге дейін көтеріледі, орман өрті сағатына 0,25 – 5 км/сағ орташа жылдамдықпен таралады. Орман өрті қамту көлеміне қарай шарпыма, қаулама болып бөлінеді. Шарпыма өрт көлемі кішкене, яғни диамоний фосфат, аммоний сульфаты немесе су шашып, жысыл бұтақтармен ұрып өртті өшіруге болады. Қаулама өрт үлкен көлемді, яғни өрттің алдын алып сөндіру қынға соғады. Қаулама өртті ұшақтар мен тікұшақтар арқылы жоғарыдан су шашу, химиялық заттарды себу арқылы сөндіру қажет. Өрт желдің әсерінен сағатына 5-25 км/сағ дейін жетуі мүмкін.[5]

Себептері: Әлем проблемасына айналған орман өрті, қазіргі таңда үлкен дау тудырып отыр, себебі тек адам тарапынан ғана емес табиғи құбылыстардың әсерінен де орман өрті пайда болады. Осы себеп – салдардың алдын алу басты мақсат. 2020 жылдың басында өткен Аустралиядағы орман өрті [6], 2008 жылдан бері жауын – шашын азайып құрғақшылық пен қуаңшылықтың әсерінен пайда болды делінген. Соның әсерінен орман өрті көп аумақты қамтыған. Тілсіз жау кезінде 30 кісінің өмірін қиып, 18,6 млн гектар аумақты шарпып қамтыған, сонымен қатар 1 млрд-қа жуық жан – жануарларға зиянын тигізді. Орман өрті тек Аустралияға ғана емес өрттің түтіні Тынық мұхитынан өтіп Оңтүстік Америкаға дейін жетіп ауа сапасына өз әсерін тигізген [7]. Әлем мәселелерінен бөлек орман өрті жайы Қазақстандада мәз емес. Мәселен 2019 жылы орман өрті 200-ден аса орын алса, 2020 жылы 499 орман өрті болған. 2020 жылы Шығыс Қазақстан облысында үлкен көлемді орман өрті болған, ол мемлекетке 1,8 млрд теңге шығын алып келген. 2021 жылы жаз айларында болған Солтүстік Қазақстандағы орман өртіде ауыз толтырып айтарлықтай. Бұл тек санауға келетін шығын, ал адамдар мен жануарлаға және ауаға тигізетін әсері өте көп. БҰҰ ақпараты бойынша әлемде болып жатқан орман өрті адамдардың денсаулығына кері әсерін тигізіп отыр, себебі ауаға таралған имилық газдар мқлшері шамадан тыс көбейген. Адамдардың орман талаптарын орындамауы және тастанды қоқыстар, шылым қалдықтары, жағылған оттың дұрыс өшірілмеуі барлығы дерлік орман өртінің басталу себептері [8]. Осыған орай жоғарыда айта кеткендей бұл жәй қарайтын мәселе емес. Себебі жылдан жылға адамдар мен табиғаттың әсерінен орман өрті өршіп бара жатыр. Ал ол дегеніміз, адамдар мен жануарлаға тигізетін кері әсерлер ушығып тұрғаны бәрімізге мәлім. Айтылған мәселелер жұмыстың өзектілігін айқындай түседі.

Зерттеудің мақсаты қазіргі заманғы орман өрті алдын – алу және жылдамдығын есептеу жүйелерін қарастыру, қолданыстағы жүйелердің артықшылықтары және кемшіліктерін егжей – тегжейлі қарастыру, сол кемшіліктерді жою және жаңа жүйе орнықтыру.

Осыған орай бірнеше міндеттер қарастырылады:

- 1) Орман өрті алдын – алу жүйелерін қарастыру.
- 2) Жүйенің артық және кем тұстарын қарастыру.

- 3) Эвакуация кезіндегі ақпараттың таралуын талдау.
- 4) Эвакуация жүйесін оңтайландыру және алгоритімін енгізу.
- 5) Ескерту жүйелерімен ықтимал интеграцияларын зерттеу.
- 6) Қолданылатын датчиктердің бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу.

Талаптарды жүзеге асыру үшін алдымен салыстыру жүргізілді. Салыстыру нәтижесінде сымсыз орман өрті дабылы жүйелерін пайдалану ең тиімді шешім болып табылды. Ол бірнеше шешімдер бойынша тиімді:

1) Кабельдік желілер таратылмаған орманмандарда монтаждау, яғни датчиктерді орналастыру, жұмыстарының уақытын қысқартуға уақытты тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

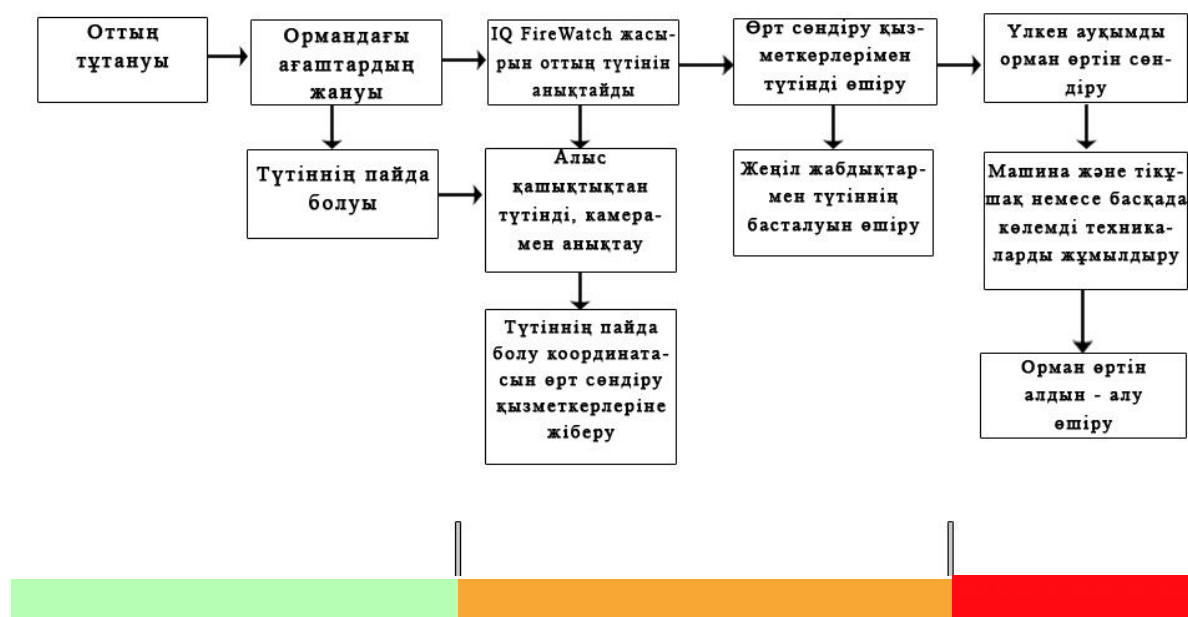
2) Өрт кезінде датчиктерге сигнал жетпей тұрып кабельдер жанып кетуі және сымның үзүлуі мүмкін.

Жабдықтың негізгі құрамына мыналар кіреді: орталық панель, сенсорлар, қосымша орталық басқару құрылғылары, жақындық карталары, дабыл дыбысы, күн көзінен қуат алғыш батарея, кез келген құрылғыларды басқаруға арналған атқарушы немесе басқарушы модульдер, CO₂ сенсоры, температура IoT сенсорлары. Орталық қауіпсіздік дабылы құрылғысы дабыл және қызмет көрсету сигналдарын қабылдайды: сенсорлар, басқару панелі, атқарушы блоктар және т.б. Басқару панелі электр желісіне қосылған. Қабылдау құрылғылары жабдықтың күйін автоматты түрде бақылайды, бар мүмкіндіктерді кеңейту үшін қосымша бағдарламаларды орнатуға мүмкіндік береді. Жүйенің жеке түйіндерінің ақаулары анықталған жағдайда құрылғылар диспетчерлік консольге хабарлама жібереді, бұл сізге тұрақты жұмыс істеуге мүмкіндік береді [9].

Ұқсас жұмыстарға шолу.

Қазіргі ғалам мәселесіне айналған орман өртінің жылдамдығын есептеу немесе орман өрті жылдамдағы арқылы эвакуация уақытын есептеу, адам өмірін арашалау болып отыр.

Заман талабына сай автоматтандыру жүйесі бойынша бірінші орман өртінің пайда болуын анықтаудың жаңа үлгісі 2021 жылдың соңында Ресей елінде жасалып құрастырылды. IQ FireWatch деп аталатын 60 км қашықтыққа дейін арақашықтықта өрттің пайда болуын камералық жүйеде табатын құрылғы қазірде 350 жүйесі Германия, Испания, Португалия, АҚШ және 8 ірі державалық елдерде қолданысқа ие. Жалпы алғанда 6 миллион гектар жерді автоматты түрде басқарып, орман өртін алдын – алуда [10-12].



1 сурет – IQ FireWatch камера құрылғысының жұмыс істеу принципі, сызбасы

1 – суретте көрсетілген IQ FireWatch орман өртін алыстан іздеп табу жүйесінің сызбасы көрсетілген. Сызбасы 3 түстік бөлімдерге бөлінеді, нақтырақ айтсақ, жасыл, сары, қызыл. Жасыл түс – бейратап уақыт және оттың пайда болуы, сары түс – оттың пайда болып түтіннің көтерілуі және координата нүктелерін өрт сөндіру қызметкерлерге жіберу, қызыл түс – оттың орманды шабуы және жұмыс күшін жұмылдыру немесе төтенше дабыл жүйесі.

Жоғарыда айтылғандай әлем елдерінде қолданыста жүрген орман өртінің алдын – алу және орман өртінің жылдамдығын есептеу архитектураларын қарастыра отыра, сенімді және тиімді, онтайлы жүйе жасалды.

Материалдар мен әдістер.

Жұмыста келтірілген жүйеге толығырақ тоқталсақ. Жүйенің негізгі функциялары:

1) Орман өртінің жылдамдығын автоматты түрде есептеп, эвакуациялау уақытын табу және берілген ақпарат бойынша адамдарды эвакуациялау.

Алгоритм:

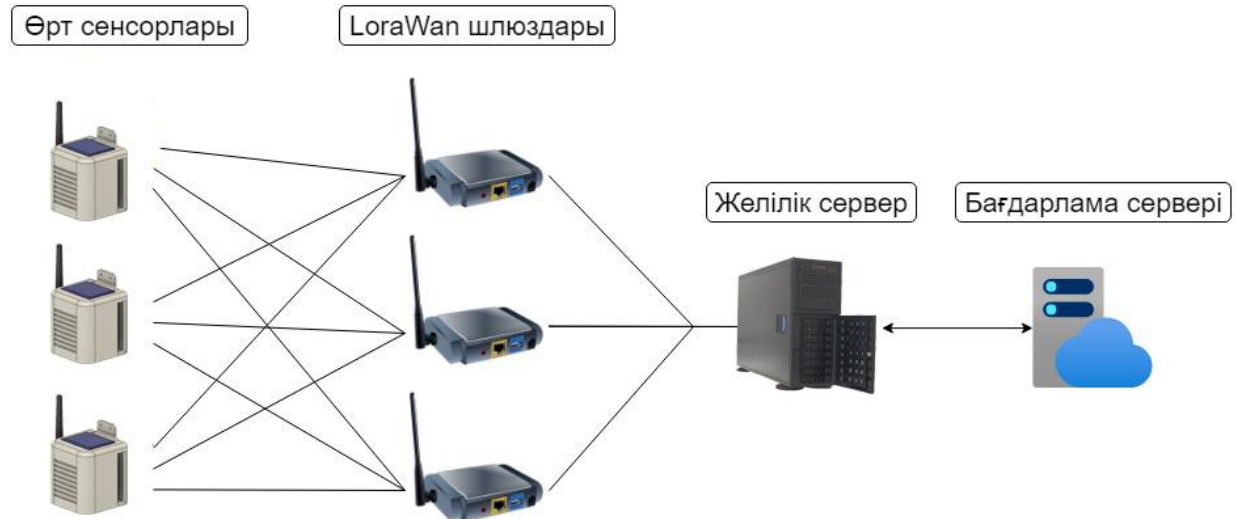
– орманда орналасқан сымсыз датчиктер арқылы, орман өртінің ошағын анықтау;

– екінші жақын орналасқан датчик аралығындағы өрттің жылдамдығын анықтау;

– эвакуациялау уақытын есептеу.

Жүйе өнімділігінің сызбасы:

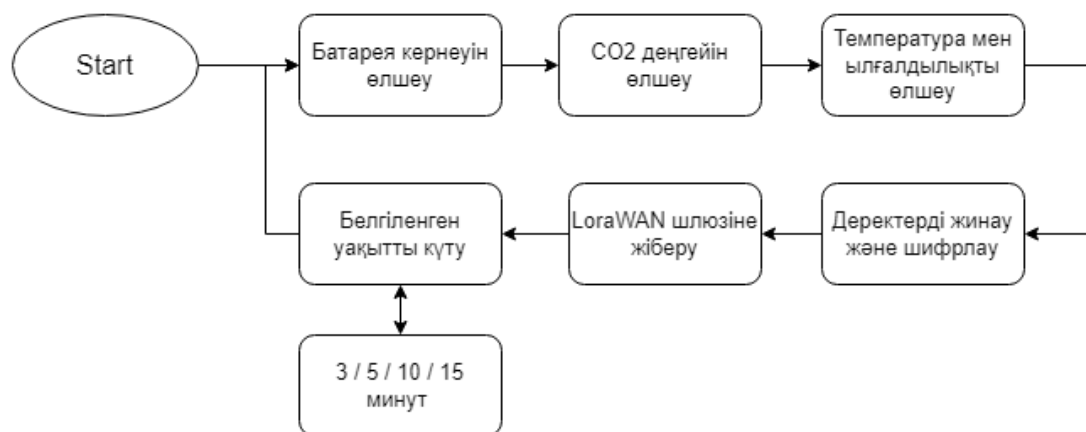
2-суретте жобаның ақпараттық таралу бөлігінің орындалу жұмысы көрсетілген, яғни мәліметтерді тасымалдау блок-схемасы. Жүйеде ақпараттарды басқаратын бағдарламалық сервер мен желілік сервер бар, өрт ошағын анықтайтын өрт сенсорлары мен LoraWan шлюздері көрсетілген.



2 сурет – Мәліметтерді тасмалдау блок-схемасы

Мұндағы өрт сенсоры – орман өрті ошағын анықтауға мүмкіндік беретін сенсор. LoRaWan шлюздары - шлюз датчиктер желісіне төмен қуатты сымсыз қол жеткізуді қамтамасыз ете отырып, LoRaWAN қамтуын 15 км немесе одан да көп көшеде қамтамасыз етеді. Желілік сервер – орталық басқару жүйесіне ақпарат тарататын сымсыз жүйе. Бағдарлама сервері – Орталық басқару жүйесі.

Ары қарай 3 - суретте орман өртінің өрт сенсорларының архитектурасы көрсетілген. Жүйеде батарея кенеуін өлшеу, CO2 деңгейін өлшеу, Температура мен ылғалдылықты өлшеу, Деректерді жинау және шифрлау, LoRaWAN шлюзіне жіберу, жылдамдықты уақыт бойынша есептеу көрсетілген.



3 сурет – Өрт сенсорларының архитектурасы

Мұндағы Start – Іске қосу жүйесі. Батарея кернеуін өлшеу – Сенсор қосылғаннан бастап бірінші батарея жүйесін зарядын тексереді, себебі сымсыз байланыс барысында батарея үлкен рөл атқарады, егер заряды бітсе орталық басқару жүйесінен ауыстыруды қажет ететіндігі шығып тұрады. CO2 деңгейін өлшеу – көмірқышқыл газдың деңгейін есептейді, орман өрті кезінде оттың әсерінен ауадағы көмірқышқыл газдың деңгейі күрт

көбейеді. Температура мен ылғалдылықты өлшеу – температура мен ылғалдылықтың ауытқуын есептейді. Деректерді жинау және шифрлау – датчиктерден келетін ақпараттардың барлығын біріктіріп жинау. LoRaWAN шлюз – блок протокол, алыс қашықтыққа арналған орталық серверге ақпарат жіберу көзі. Белгіленген уақытты күту – берілген 5 немесе 10, 15 минут сайын датчиктерден ақпарат келіп отырады.

Жүйенің жұмыс істеу алгоритмі.

1-ші қадам. Сенсор датчиктерінің жұмыс жасау формасына қосылуы.

2-ші қадам. Бірінші қуат көздерінің деңгейін есептеу, себебі қуат мөлшері басты керекті көз болып табылады.

3-ші қадам. CO₂ деңгейін өлшеу, ормандағы өрттің пайда болуын көмірқышқыл газ деңгейінің ауытқуына байланысты есептейтін датчик.

4-ші қадам. Температура мен ылғалдылық деңгейін есептеу, өрттің пайда болуы және температураның көтерілуі, ауа ылғалдылығының төмендеуіне байланысты есептейтін датчик.

5-ші қадам. Деректерді жинау және шифрлау, ормандағы датчиктердің ақпараттарын жинау және ауытқу деңгей өлшедерін нақтылау.

6-ші қадам. LoRaWAN шлюз – блок протокол, алыс қашықтыққа арналған орталық серверге ақпарат жіберу көзі.

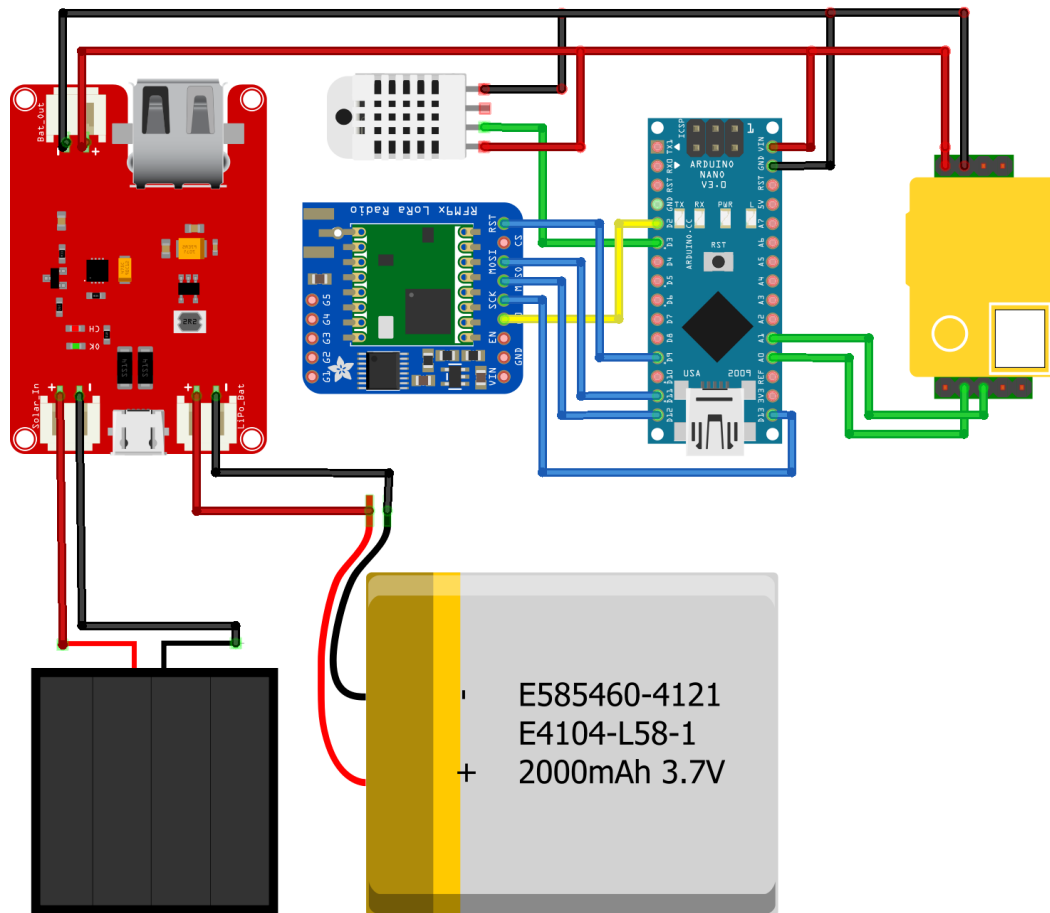
7-ші қадам. Белгіленген уақытты күту – берілген 5 немесе 10, 15 минут сайын датчиктерден ақпарат келіп отырады.

Нәтижелер мен талқылаулар.

Мақала орман өртінің жылдамдығын автоматты түрде анықтап, уақыт бойынша жақын елді – мекендері эвакуация жасау болып табылады. Жұмыс істеу принципі төмендегідей жүзеге асады: белгілі бір көлемдегі ормандарда ара – қашықтықтарын бірдей етіп сымсыз сенсорларды орнату. (Сымсыз сенсорлар жүйесі 4 – суретте көрсетілген)



4 сурет – Сенсордың 3D моделі



5 сурет – Датчиктердің электр тізбегінің сызбасы

5 – суретте көрсетілген сенсор макетінің ішінде 6 – суретте көрсетілгендей байланысқан сызбасы орналасады.

Сымсыз сенсор жүйесінің ішінде (4-сурет) CO₂ деңгей өлшегіш, күн энергиясынан қуат алғыш, қосымша жарамдылығы 1 жылға арналған батарея көздері, температура және ылғалдылық өлшеу датчиктері, LoRaWAN шлюзі орналасқан. Температура немесе CO₂ деңгей өлшегіш параметрлері өзгеруіне байланысты бағдаламалық жүйеде көрсетілген шамадан асып кеткен жағдайда, орталық басқару жүйеге ақпарат береді. Сол арқылы өрттің ошағын анықтайды. Өрт болған ошақтан келесі датчиктерге жеткен ара – қашықтықты автоматты түрде есептеп, кеткен уақытқа байланысты жылдамдығын есептеуді. Сонымен қатар әрбір сигнал берілген датчиктерге өрт жеткенде жылдамдықтың нақты шешімі есептеледі. Себебі ормандағы тез жаңғыш заттар мен желдің және кейбір табиғи факторлардың әсерінен өрт жылдамдығы артуы мүмкін.

CO₂ сенсорларының көмегімен орман өрттерін анықтау.

Орман өрттері жанған кезде олар көп көлемде көмірқышқыл газын (CO₂) шығарады; орман өртін анықтау үшін IoT CO₂ желісін және температура сенсорларын пайдалануға болады. IoT сенсорлары спутниктік және оптикалық анықтау жүйелерімен қатар жұмыс істей алады немесе негізгі стратегиялық активтердің жанында сенсорлардың дербес желісін құра алады.

Спутниктік және оптикалық жүйелер сияқты бар анықтау әдістері үлкен аумақтарды қамтуы мүмкін; спутниктік жүйелер инфрақызыл белгілерді анықтайды, ал оптикалық жүйелер түтін түтіндерін іздейді. Осы жүйелерді пайдаланғанына қарамастан, CO₂ және температура IoT сенсорлары орман өрттерін анықтауға көмектесетін арзан балама ұсына алады. Matlab жүйесінде датчик мәндерін графикалық түрде көруге болады. Нәтиже:



6 сурет – Matlab жүйесінде ауа температурасы көрсеткіштері

Қашықтағы IoT сенсорлық желілері.

CO₂ және температура IoT сенсорлары тіпті шалғай аудандарда қамтуды қамтамасыз ету үшін LoRaWAN және спутниктік байланыс комбинациясын пайдалана отырып, батареямен және күн энергиясымен жұмыс істейді.

LoRaWAN шлюзі ашық ауада 15 км-ге дейін желіні қамтуды қамтамасыз ете алады, ал спутниктік қайта жөндеу трафикті мобильді немесе интернет қамтуды қажет етпестен бақылау жүйеңізге қайтаруға мүмкіндік береді.

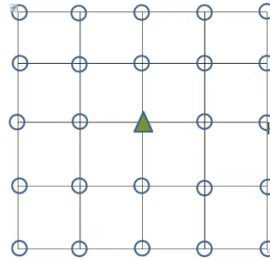


7 сурет – Matlab жүйесінде сигнал жиілігінің диаграммасы

Орналастырудың қарапайымдылығы

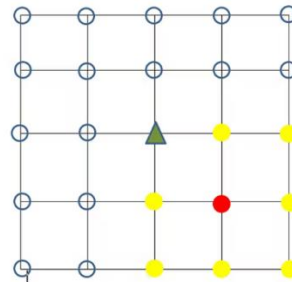
CO₂ анықтау желісімен байланысты сенсорларды орнату оңай, техникалық қызмет көрсету аз. LoRaWAN спутниктік шлюзі жақсырақ жоғары жерде орналастырылған.

Шлюз датчиктер желісіне төмен қуатты сымсыз қол жеткізуді қамтамасыз ете отырып, LoRaWAN қамтуын 15км немесе одан да көп көшеде қамтамасыз етеді. CO₂/температура сенсорлары бүкіл қамту аймағында орналастырылған. CO₂ деңгейлерін температура, батарея күйі, т.б. сияқты әр 15 минут сайын (немесе одан аз) бақылауға болады. Сенсор деректерін қабылдағаннан кейін шлюз деректерді спутник арқылы (оңтайландырылған түрде) бұлттық платформаға немесе бақылау тақтасына жібереді. Триггерлер мен ескертулерді конфигурациялауға болады [13-15].



8 сурет - Триггерлер мен ескертулерді конфигурациялау

Мұнда жасыл үшбұрыш негізгі LoraWAN шлюзы. Көк шеңберлер - температура, ылғалдылық, түтін сенсорлары бар сенсорлық модульдер. Орман алқабында координата осьтері барлығы программалық бағдарламада көрсетіліп матрица түрінде орналасады.



9 сурет - Матрица түрінде орналасуы

Егер өрт шықса Өртті анықтаған сенсор «қосылған» күйде болады (жоғарыда «қызыл» түспен көрсетілген). Нақтырақ айтсақ қызыл түспен көрсетілген датчик сенсоры өрт тұтанған сәтте өрттің пайда болу нүктесі. Кластердегі жақын маңдағы сенсорлар «ескерту» күйіне ауысады (жоғарыда «сары» түспен көрсетілген), яғни қызыл нүктеге жақын орналасқан датчиктер арақашықтықтары есептеліп, ең жақын датчиктер дабыл қабылдау жүйесіне ауысады. Ескерту күйіндегі сенсорлардың өрт шығу қаупі жоғары екенін білдіреді. Сол бойынша келесі қызыл түске боялатын датчик екінші өрттің пайда болу нүктесі, сол арқылы екі датчикке келген ақпарат бойынша уақыттың және арақашықтыққа байланысты жылдамдық есептеліп, басқару серверіне жібереді. Матрица тұрғыда көрсетілген датчиктерге өрттің жақындауына байланысты жылдамдық өзгеріп нақты әрі дұрыс мәнге есептеліп отырылады.

Қорытынды.

Қорытындай келе мақалада төтенше жағдай кезіндегі, нақтырақ айтқанда ормандағы өрт жағдайы кезінде өрттің жылдамдығын автоматты түрде есептеу, орман алқабында қондырылған датчиктердің арақашықтығы мен пайда болған уақытына байланысты жылдамдықты есептеу және жылдамдық арқылы жақын маңда орналасқан елді мекенді эвакуация жасау жүйесі құрылған болатын. Төтенше жағдай – елдің экономикасына кері әсер ететін сыртқы және ішкі факторлар болып табылады. Ол табиғат апаты, соғыс қаупі, техногендік апат, халық ішіндегі толқу, т.б. жағдайларда жарияланады. Мұндай уақытта азаматтардың құқықтары мен бостандықтары саналы түрде шектеледі, бейбіт кездегі заңдар күшін тоқтатып, төтенше заңдар шығарылады. Мақалада мынадай жұмыстар орындалған: қазіргі заманғы орман өртін сөндіру немесе алдын алу жүйелерін қарастыру, жылдамдықты есептеудің функциялары, қолданыстағы жүйелердің кемшіліктерін анықтау, IQ FireWatch жүйесінің жұмыс принципі, қарастырылған кемшіліктерді жою және жаңа жүйені әзірлеу, артықшылықтарын көбейту жолдарын табу. Осыған байланысты бірнеше міндеттер атқарылды: қолданыстағы орман өртінің жылдамдығын есептеу жүйелерін зерттеу, жүйелердің кемшіліктерін талдау, ескерту жүйелеріне қажетті аппараттық шешімді анықтау, эвакуация жоспарын оңтайландыру, алгоритмін енгізу, ескерту жүйелерімен ықтимал интеграцияларды зерттеу, ескерту құрылғыларының алгоритммен әрекеттесуі үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу. Жүйедегі басты қызметті сымсыз сенсорлық датчик құрылғылары атқарады. Бағдарламалық жасақтама Arduino Nano жүйесінде жазылған. Программалық бағдарлама код толық ашып нақты көрсетілген. Қолданылып отырған сенсорлық датчиктерге сипаттама берілді. Макетті құрастыру үшін қажетті құрал – жабдықтар және де олардың қазіргі кездегі бағалары сәйкесінше кесте түрінде толтырылды. Жүйе артықшылығы: оның сымсыз байланыс арқылы жұмыс істеу принципі және де уақытты оңтайлы пайдалану болып табылады және физикалық және математикалық параметрларді IT саласында қолданып жылдамдықты есептеу.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Amanda M.Stasiewicz, Travis B.Paveglio Preparing for wildfire evacuation and alternatives: Exploring influences on residents' intended evacuation behaviors and mitigations // International Journal of Disaster Risk Reduction. 58(10), 2021. - P. 1-12.
- [2] Jiayan Chen, Jia Yu, Jiahong Wen, Chuanrong Zhang, Zhan'e Yin, Jianping Wu, Shenjun Yao. Pre-evacuation Time Estimation Based Emergency Evacuation Simulation in Urban Residential Communities // Int J Environ Res Public Health. 16(23), 2019. – P. 1-25. doi: 10.3390/ijerph16234599
- [3] Umit Atila, Yasin Ortakci, Kasim Ozacar, Emrullah Demiral, Ismail Rakip Karas. SmartEscape: A Mobile Smart Individual Fire Evacuation System Based on 3D Spatial Model // J. Geo-Inf. 7(6), 2018. –P. 1-19. doi.org/10.3390/ijgi7060223
- [4] Электронды ресурс: https://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z030000387_
- [5] «Қазақстан»: Ұлттық энциклопедия / Бас редактор Ә. Нысанбаев – Алматы «Қазақ энциклопедиясы» Бас редакциясы, 7, 1998 ISBN 5-89800-123-9
- [6] Michael A P Taylora, Sally K Freeman. A review of planning and operational models used for emergency evacuation situations in Australia // First International Conference on Evacuation Modeling and Management. 3, 2010. -P. 3-14. doi.org/10.1016/j.proeng.2010.07.003
- [7] Гришин А.М., Алексеев Н.А., Байдин Н.П. и др. Экспериментальное исследование механизма распространения лесных пожаров и новых способов борьбы с ними / Томск, гос. ун-т. Томск, 1987. 53 е.: Деп. в ВИНТИ 18.12.87., №226-1387.

- [8] Cherg Shing Lin, Ming En Wu. A study of evaluating an evacuation time // *Advances in Mechanical Engineering*. 10(4), 2018. – P. 1–11. DOI: 10.1177/1687814018772424
- [9] Исаков Р.В. Расчет тепловых условий развития низовых пожаров в верховые в сосняках // *Лесные пожары и их последствия*. Красноярск, 1985. С. 13-22.
- [10] Бахтиярова О.Н. Методика расчета скорости распространения пожаров с учетом влияния скорости ветра и рельефа местности // *Научные и образовательные проблемы гражданской защиты*. 1 (36), 2018. - С. 62-68.
- [11] Электронды ресурс: <https://www.pergam.ru/articles/pozharov-net.htm>
- [12] Электронды ресурс: <https://ampermarket.kz/sensors/gas/air-quality-sensor-mq-135/>
- [13] LoRa Alliance. Available online: <https://www.lora-alliance.org/> (accessed on 2 July 2018).
- [14] Shatalina I.E., Babkin S.A. “The use of wireless technologies in fire alarm systems,” *Pozharnaya bezopasnost’*: problem I perspektivy [Fire safety: problems and prospects]. 9, 2018. -P. 973–975. (in Russian)
- [15] Электронды ресурс: <https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/chto-takoe-mqtt/#mqtt>

Ardak Akhmetova, PhD, docent, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, ardak_66@mail.ru

Asem Shakhmetov, PhD, associate professor, Al-Farabi Kazakh National University Almaty, Kazakhstan, asemshayakhmetova@mail.ru

Dinara Kassymova, PhD, Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan, d.kassymova@alt.edu.kz

Yessen Abdikhalyk, master's student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, esenesen001@gmail.com

DETERMINATION OF THE RATE OF FIRE IN AN EMERGENCY SITUATION IN THE FOREST AND WAYS TO EVACUATE PEOPLE

Abstract. This article describes the functions of evacuation of the population in nearby settlements by determining the speed of a forest fire in woodlands and calculating the speed. Currently, the negative impact of a forest fire on people and animals is relevant, solutions for preventive measures are being considered. In accordance with this, various methods and techniques for the prevention of forest fires have been proposed and put into effect in developed countries. Nevertheless, it is possible to increase the efficiency of rescue or evacuation of people. More efficient use of time, optimization, rescue of people, evacuation, reduction of damage and negative impact on people during an emergency - this is our main goal. The concepts of an emergency situation, the consequences of occurrence, and the rate of fire calculation models are described in detail in the article. The article describes in detail modern approaches to calculating the time and speed of reaching and distance from the point of occurrence of a forest fire, from the signal received by the sensor to the sensor located near people. The scheme, architecture, goals and objectives of the system, and ways to solve them are also shown. Sensor location area, wireless communication with each other, signal transmission, current removal from the Solar system, temperature parameters study, topological communication, microcontroller, information received by the central server.

Keywords. Sensor, system, evacuation, forest fire, microcontroller.

Ардак Ахметова, к.т.н., доцент, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, ardak_66@mail.ru

Асем Шаяхметова, к.т.н., ассоциированный профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, asemshayakhmetova@mail.ru

Динара Касымова, PhD, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан, д.касымова@alt.edu.kz

Есен Абдыкалык, магистрант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, esenesen001@gmail.com

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПОЖАРА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ В ЛЕСУ И ПУТИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ

Аннотация. В данной статье описаны функции эвакуации населения в близлежащих населенных пунктах путем определения скорости лесного пожара в лесных массивах и расчета скорости. В настоящее время негативное воздействие лесного пожара на людей и животных является актуальным, рассматриваются решения профилактических мероприятий. В соответствии с этим в развитых государствах предложены и введены в действие различные методы и приемы по профилактике лесных пожаров. Тем не менее, можно повысить эффективность спасения или эвакуации людей. Более эффективное использование времени, оптимизация, спасение людей, эвакуация, снижение ущерба и негативного воздействия на людей во время чрезвычайной ситуации – вот наша главная цель. Понятия аварийной ситуации, последствия возникновения, модели расчета скорострельности подробно изложены в статье. В статье подробно рассмотрены современные подходы к расчету времени и скорости достижения и расстояния от точки возникновения лесного пожара, от сигнала, поступающего на датчик, до датчика, находящегося вблизи людей. Также показана схема, архитектура, цели и задачи системы, пути их решения. Область расположения датчиков, беспроводная связь друг с другом, передача сигнала, снятие тока с Солнечной системы, исследование параметров температуры, топологическая связь, микроконтроллер, информация, поступающая на центральный сервер.

Ключевые слова. Датчик, система, эвакуация, лесной пожар, микроконтроллер.
