

ИОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, СУ ДЕҢГЕЙІН БАҚЫЛАУҒА АРНАЛҒАН АҚЫЛДЫ ДРЕНАЖДЫҚ ЖҮЙЕ

Токсанбаева Мерей

toханbayeva_ms@enu.kz

В057 «Ақпараттық технологиялар» білім бағдарламасының 4 курс студенті
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ, Қазақстан Республикасы
Ғылыми жетекшісі, аға оқытушы- Сейтбатталов Ж.Е

Қазіргі уақытта су ресурстарын тиімді басқару және табиғи апаттардың алдын алу мәселелері әлемдік деңгейде өзекті болып отыр. Су деңгейінің көтерілуі, әсіресе климаттың өзгеруіне, қардың тез еруіне және жауын-шашынның көбеюіне байланысты, жиі кездеседі және тұрғын үйлер мен инфрақұрылымға үлкен қауіп төндіреді. Қазақстан жағдайында көктемгі су тасқыны ерекше маңызға ие, өйткені көптеген өңірлерде су тасқыны үнемі қайталанып отырады.

Дәстүрлі дренаж жүйелері көбінесе пассивті режимде жұмыс істейді және су деңгейінің өзгеруіне жедел әрекет ету қабілеті шектеулі. Мұндай жүйелерде нақты уақыттағы басқару және автоматтандырылған басқару қарастырылмаған, бұл олардың тиімділігін төмендетеді. Қазіргі уақытта әлемдік тәжірибеде су деңгейін бақылау және басқару жүйелерін автоматтандыру бойынша көптеген ғылыми зерттеулер жүргізілуде. IoT технологияларын қолдана отырып, су ресурстарын тиімді басқару, су тасқынын болжау және бақылау жүйелерін жетілдіру кеңінен қарастырылуда. Алайда, көптеген зерттеулерде ұсынылған шешімдер нақты өңірлік ерекшеліктерді, оның ішінде Қазақстанның климаттық жағдайларын толық ескермейді.

Сондықтан ұсынылған дипломдық жұмыста IoT технологияларын қолдана отырып, су деңгейін бақылауға арналған интеллектуалды дренаж жүйесін әзірлеу отандық жағдайларға бейімделген тиімді шешім ретінде қарастырылады. Бұл жүйе нақты уақыт режимінде деректерді жинау және өңдеу арқылы жедел басқару мүмкіндігін ұсынады.

Соңғы жылдары ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуына байланысты "заттар интернеті" (IoT) технологиялары кеңінен қолданылады. IoT технологиялары нақты уақыт режимінде деректерді жинауға, өңдеуге және талдауға мүмкіндік беретін әртүрлі құрылғылар мен сенсорларды бір жүйеге біріктіреді. Бұл өз кезегінде интеллектуалды басқару жүйелерін құруға жол ашады.

Осыған байланысты IoT технологияларын қолдана отырып, су деңгейін бақылау үшін Интеллектуалды дренаж жүйесін әзірлеу өзекті ғылыми және инженерлік міндет болып табылады. Мұндай жүйе су деңгейін үздіксіз бақылауға, қауіпті жағдайларға автоматты түрде жауап беруге және су тасқынының алдын алуға мүмкіндік береді.

Дипломдық жұмыстың ғылыми жаңалығы IoT технологияларын қолдана отырып, нақты уақыт режимінде су деңгейін бақылау жүйесін және автоматты басқаруды қамтамасыз ету болып табылады. Ал практикалық маңыздылығы-әзірленген жүйені тұрғын аудандарда, ауыл шаруашылығында және өндірістік объектілерде қолдану мүмкіндігімен анықталады. Зерттеу нысаны дренаждық жүйелердегі су деңгейін бақылау және реттеу процесі болып табылады.

Зерттеу пәні-IoT технологияларына негізделген су деңгейін автоматтандырылған бақылау және басқару әдістері.

Дипломдық жұмыстың мақсаты-IoT технологияларын қолдана отырып, нақты уақыт режимінде су деңгейін бақылау және автоматты басқару үшін ақылды дренаж жүйесін құру.

Тақырыптың өзектілігі:

Соңғы жылдары су деңгейінің көтерілуі және су тасқыны әлемнің көптеген аймақтарында ең өзекті экологиялық және инфрақұрылымдық мәселелердің біріне айналды. Бұл мәселе

әсіресе көктемде қардың қарқынды еруі және жер асты және жер үсті суларының деңгейінің көтерілуі сияқты күрт континенталды климаты бар елдерде, мысалы, Қазақстанда өткір болып табылады.

Тұрғын үй аумақтарын, жолдарды және коммуналдық инфрақұрылымды су басу айтарлықтай материалдық шығынға әкеледі және қоғамдық қауіпсіздікке қауіп төндіреді. Мұндай жағдайлардың негізгі себептерінің бірі - пассивті жұмыс істейтін және су деңгейін нақты уақыт режимінде бақылауды қамтамасыз етпейтін дәстүрлі дренаж жүйелерінің тиімсіздігі.

Цифрлық технологиялар мен Заттар интернетінің (IoT) дамуы бұл мәселені шешудің жаңа мүмкіндіктерін ұсынады. IoT әртүрлі құрылғыларды, сенсорларды және басқару жүйелерін бірыңғай желіге біріктіруге мүмкіндік береді, бұл деректерді автоматты түрде жинауға, талдауға және нақты уақыт режимінде шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Су деңгейін бақылаудың интеллектуалды жүйелерін пайдалану су деңгейінің көтерілуін уақтылы анықтауға және дренаждық сорғыларды автоматты түрде басқаруға, су тасқынының алдын алуға және төтенше жағдайлардың әсерін азайтуға мүмкіндік береді.

Осылайша, IoT технологияларына негізделген ақылды дренаж жүйесін әзірлеу дренаж жүйелерінің тиімділігін арттыруға және су тасқыны қауіпін азайтуға бағытталған өзекті мәселе болып табылады.

1. Су деңгейінің жоғарылауы мәселесін және оның салдарын талдау

1.1 Су тасқанының себептері

Мәселе табиғи және антропогендік факторлардың үйлесімінен туындайды:

- Климаттық жағдайлар: Кенеттен жылыну, қардың белсенді еруіне және көктемде қатты жауын-шашынға әкеледі.

- Инфрақұрылымдық жағдайлар: Қорғаныс бөгеттерінің, каналдардың және су өткізгіштердің тозуы немесе болмауы.

- Болжау қиындықтары: Гидрометеорологиялық қызметтерге арналған жабдықтардың жеткіліксіздігі және мониторинг жүйесін жаңғырту қажеттілігі.

- Антропогендік әсер: Суды қорғау аймақтарының дамуы және табиғи процестердің бұзылуы.

2026 жылғы су тасқыны маусымында бес аймақ жоғары қауіп төндіреді. Келесі аймақтар тарихи түрде су тасқынына ең сезімтал болды:

- Батыс Қазақстан облысы: Шұғыл жағдайлар көбінесе трансшекаралық өзендермен байланысты.

- Ақмола және Қостанай облыстары: Елді мекендердің кең көлемді су тасқыны.

- Шығыс Қазақстан және Абай облыстары: Тау өзендеріндегі су тасқыны жауын-шашынның қарқындылығына байланысты.

- Жетісу аймағы: Алакөл, Ескелді және Кербұлақ аудандары қауіп астында.

2024 жыл ел үшін ең қиын жылдардың бірі болды, 80 жылдағы ең ауыр апат деп аталды:

- Тұрғын үй: 17 600-ден астам үй зақымдалды, оның шамамен 8500-і қалпына келтіруге келмейтін болып шықты.

- Эвакуация: Су басқан аймақтардан 72 000-нан астам адам эвакуацияланды.

- Инфрақұрылым: Жолдар мен көпірлердің құлауында көптеген су тасқыны тіркелді.

Қабылданып жатқан шаралар

Зиянды азайту үшін аймақтарда су тасқынын бақылау шаралары күшейтілді:

- Инженерлік жұмыстар: Бөгеттерді нығайту, өзен арналарын тазарту және гидротехникалық құрылыстарды жаңарту.

- Жабдықтарды дайындау: Су сорғы жабдықтарын дайындау және инертті материалдарды қорда сақтау.

- Мониторинг: Қазгидрометтен уақтылы жауап беру үшін үнемі болжамдар.

- Қаржылық көмек: Ірі бизнес және үкімет инфрақұрылымды қалпына келтіру және зардап шеккендерге көмек көрсету үшін миллиардтаған теңге бөлуде.

1.2 Су тасқыну мәселелері

Қазақстандағы су тасқынының негізгі себептерінің бірі - көктемде қыста жиналған қардың жаппай еруі. Қар жамылғысы қыс бойы жиналып, белгілі бір мөлшерде су қорын құрайды. Көктемде ауа температурасының жоғарылауына байланысты бұл қар еріп, өзендер мен су қоймаларына көп мөлшерде су түседі. Қар жамылғысының қалыңдығы мен тығыздығы су тасқынының пайда болуына үлкен әсер етеді. Егер қыста қар көп болса және оның қалыңдығы

жоғары болса, онда көктемде еріген кезде су көлемі көбірек болады. Сонымен қатар, қардың құрылымы да маңызды рөл атқарады. Егер тығыз қар баяу ерісе, онда борпылдақ қар тез ериді және қысқа мерзімде көп мөлшерде су шығарады. Көктемде температураның күрт көтерілуі қардың жаппай және тез еруіне әкеледі. Мұндай жағдайларда су біртіндеп емес, қысқа мерзімде көп мөлшерде жиналып, өзендердің өткізу қабілетінен асып түседі. Нәтижесінде, су ағынынан асып, жақын маңдағы елді мекендерді, жолдарды және ауылшаруашылық жерлерін су басу қаупі бар.

Қазақстанның солтүстік және орталық аймақтарында қар жамылғысы ұзақ уақыт бойы сақталады және оның қалыңдығы жоғары. Бұл аймақтарда көктемгі су тасқыны жиі кездеседі. Атап айтқанда, өзендердегі мұз кептелістері су деңгейінің күрт көтерілуіне әкеледі. Мұз кептелісі кезінде су ағыны баяулап, бір жерге жиналады, бұл су тасқыны қаупін арттырады.

Қардың еру процесіне әсер ететін негізгі факторлар:

- ауа температурасының өзгеруі;
- күн радиациясының деңгейі;
- жауын-шашын (жаңбыр);
- жел жылдамдығы;
- жер бедерінің ерекшеліктері;
- топырақ жағдайлары.

Егер ауа температурасы біртіндеп көтерілсе, қар баяу ериді, ал су жерге сіңіп кетеді немесе өзендерге аз мөлшерде ағады. Температураның күрт көтерілуі қардың жаппай еруіне әкеледі, бұл су тасқынының негізгі себептерінің бірі.

Топырақтың жағдайы да маңызды рөл атқарады. Қыстан кейін топырақ көбінесе қатып қалады және суды сіңіре алмайды. Сондықтан еріген қар суы жерге енбейді, керісінше жер үсті ағыны ретінде дренаж жүйелері мен су арналарына ағады. Бұл су деңгейінің тез көтерілуіне ықпал етеді.

Сонымен қатар, урбанизация процесі су тасқынының әсерін де арттырады. Қалалық жерлерде асфальт және бетон сияқты су өткізбейтін беттердің көптігі судың табиғи жолмен ағып кетуін қиындатады. Нәтижесінде еріген қар дренаж жүйесіне толығымен еніп, оның жүктемесін арттырады.

Қазіргі уақытта климаттың өзгеруі су тасқынының сипатына айтарлықтай әсер етуде. Температураның тұрақсыздығы, жауын-шашынның өзгеруі және қыста қардың жиналу деңгейінің ауытқуы су тасқынын болжауды қиындатады. Кейбір жағдайларда қар еріген кезде жаңбыр жауып, су көлемін бірнеше есе арттырады. Су тасқыны тек экологиялық мәселе ғана емес, сонымен қатар әлеуметтік-экономикалық мәселе болып табылады. Олар тұрғын үйлерге, жолдарға, инженерлік инфрақұрылымға зиян келтіреді және үлкен материалдық шығындарға әкеледі. Сондықтан мұндай жағдайлардың алдын алу және басқару өте маңызды.

Дәстүрлі дренаж жүйелері көбінесе пассивті түрде жұмыс істейді және су деңгейін нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік бермейді. Бұл олардың тиімділігін төмендетеді және төтенше жағдайларда жедел әрекет етуге кедергі келтіреді.

Осыған байланысты қазіргі уақытта ақылды технологияларды пайдалану қажеттілігі артып келеді. IoT технологияларын су деңгейін нақты уақыт режимінде бақылайтын, деректерді өңдейтін және автоматты шешімдер қабылдайтын жүйелерді құру үшін пайдалануға болады. Мұндай жүйелер су тасқыны қаупін ерте анықтауға және алдын алу шараларын уақтылы енгізуге мүмкіндік береді.

Ақылды дренаж жүйелері әсіресе қар еріген кезеңде тиімді, себебі олар су деңгейінің өзгеруін үздіксіз бақылайды және қажет болған жағдайда сорғыларды автоматты түрде іске қосады. Бұл су тасқынының алдын алуда маңызды рөл атқарады.

Гидрологиялық және метеорологиялық факторлардан басқа, адам әрекеті де су тасқынының пайда болуында рөл атқарады. Соңғы жылдары табиғи ландшафттардың өзгеруі, орман алқаптарының азаюы және жерлердің игерілуінің артуы су айналымының табиғи тепе-теңдігін бұзды. Бұл өз кезегінде еріген судың тез ағып кетуіне және оның көп мөлшерде жиналуына әкеледі.

Сонымен қатар, дренаж жүйелерінің жеткіліксіз дамуы немесе олардың техникалық жағдайының нашарлығы су тасқынының әсерін күшейтеді. Көптеген елді мекендерде дренаж жүйелері ескірген немесе толық қамтамасыз етілмеген, бұл еріген судың дұрыс бағытталмауына әкеледі. Нәтижесінде су тұрғын үйлердің жанында жиналып, инфрақұрылымға зиян келтіреді.

2. Дәстүрлі дренаж жүйелерінің ерекшеліктерін зерттеу

2.1 Қолданыстағы дренаж жүйелерін және олардың кемшіліктерін зерттеу

Қазақстанда тасқын су ағызу жүйелері – еріген су мен жаңбыр суын елді мекендер мен инфрақұрылымнан алыстатуға арналған инженерлік құрылыстар кешені. Дауыл кәріздері, суару арық желілері және мамандандырылған дренаждық арналар бұл күш-жігердің негізгі бөлігін көтереді.

Жүйелердің қазіргі жағдайы және түрлері:

- Арық желілері мен арналары: Ашық дренаждық арналар мен суару арық желілері аймақтарда кеңінен қолданылады. Мысалы, 2025 жылғы су тасқынына дайындық барысында шамамен 658 км осындай құрылыстар салынып, тазартылды.

- Дауыл кәріздері: Ірі қалаларда (Астана, Алматы) жабық және ашық жүйелер жұмыс істейді. Дегенмен, қардың қарқынды еруі немесе қатты жаңбыр жауған кезде олар көбінесе қуатымен жұмыс істейді және су көлеміне төтеп бере алмайды.

- Суды қорғау бөгеттері мен жағалаулары: Дренаждан басқа, тұрғын үй аудандарының айналасындағы су ағындарын бағыттау үшін қорғаныс бөгеттері салынып, нығайтылады.

Пайдалану мәселелері:

- Бітелу және тозу: Жүйелердің тиімділігінің төмен болуының негізгі себептерінің бірі – олардың қоқыс пен балшықпен ластануы, бұл көктемгі маусым алдында жыл сайын тазалауды қажет етеді.

- Ағын сыйымдылығының жеткіліксіздігі: Көптеген аймақтардағы қолданыстағы инфрақұрылым бірнеше онжылдықта бір рет болатын қатты су тасқынына арналмаған.

- Мұздау: Солтүстік және орталық аймақтарда су тасқыны маусымының басында дренаждық құбырлар мен арықтар қатып қалуы мүмкін, бұл су ағызуын бітейді.

Жақсарту шаралары:

Су тасқынымен күресу үшін билік су тасқынын болжау жүйелерін енгізуде және жергілікті үкіметтерден дауыл дренаждары мен дренаждық жүйелерді үнемі күтіп ұстауды талап

етуде. Су тасқыны суын суару үшін пайдалану жобалары құрғақ аймақтарда да қарастырылуда, бұл бір уақытта дренаждық жүйелерге түсетін жүктемені азайтып, суды сақтайды.

Қазақстанда Заттар интернеті (IoT) технологияларын енгізу төтенше жағдайларға жауап беруден бастап, әсіресе су шаруашылығы мен қоршаған ортаны қорғау саласындағы қиын жағдайларды алдын ала басқаруға көшуге кең мүмкіндіктер ашады.

Негізгі қолданылу салалары

I. Су тасқыны мен су деңгейін бақылау:

- Нақты уақыт режимінде деректерді беру үшін өзендер мен бөгеттерге автономды су деңгейі мен қысым сенсорларын орнату.
- Су тасқыны белгілерін ерте анықтау үшін ультрадыбыстық сенсорлар мен кескіндерді өңдеу жүйелерін пайдалану.
- Су тасқыны аймақтарын болжау және халыққа SMS ескертулерін автоматты түрде жіберу үшін жасанды интеллектпен интеграциялау.

II. Ақылды қалалық дренажды басқару:

- Бетелулер мен химиялық ластануды анықтау үшін дауыл дренаж сенсорлары.
- Қатты жаңбыр кезінде дренаж жүйесінің толып кетуіне жол бермеу үшін су ағынының жылдамдығын бақылау.

III. Ауыл шаруашылығы және су шаруашылығы:

- Тиімді суару үшін топырақ ылғалдылығы мен су сапасының сенсорлары (ҚР оңтүстік аймақтары үшін өзекті).
- Деректердің ашықтығын қамтамасыз ету үшін трансшекаралық суларды автоматтандырылған бақылау.

IV. Өнеркәсіптік және қоршаған ортаны бақылау:

- Ірі кәсіпорындардағы шығарындыларды бақылау жүйелері (өнеркәсіптік алыптардың шамамен 60%-ы қазірдің өзінде қосылған).
- Сенсорлық қуатты минималды тұтынумен үлкен аумақтарды қамту үшін LoRaWAN желілерін пайдалану.

Қазақстандағы ағымдағы жобалар (2025–2026)

- Tasqun: Сенсорлық деректер мен жасанды интеллектті біріктіретін әзірленіп жатқан су тасқынын болжау жүйесі.
- Бірыңғай дрон инфрақұрылымы: Солтүстік Қазақстандағы әуеден су тасқынын жедел бақылау жобасы.
- Жасанды интеллект негізіндегі қоршаған ортаны бақылау: Цифрлық даму министрлігінің тау-кен өнеркәсібінде ақылды жүйелерді енгізу бастамасы.

3. IoT технологияларын және олардың мүмкіндіктерін қарастыру

3.1 Қазақстанда қолданылатын IoT технологиялар.

Қазақстанда (IoT) технологиялары коммуналдық қызметтерде, өнеркәсіпте және Smart City жобаларында белсенді қолданылады. Негізгі қолдану салалары мен байланыс стандарттарына мыналар жатады:

Қолданылатын байланыс технологиялары:

NB-IoT (тар жолақты IoT): ұялы байланыс операторлары (Beeline, Kcell) енгізетін негізгі стандарт, ол аз қуат тұтынады және кең аумақты қамтиды.

LoRaWAN: ұзақ қашықтыққа энергия үнемдейтін деректерді берудің ашық халықаралық стандарты. Көбінесе жеке өнеркәсіптік желілерде қолданылады.

5G: Соңғы жылдары деректер алмасудың өте жылдам болуын қамтамасыз ету үшін IoT құрылғылары ірі қалаларда (Астана, Алматы) орналастырыла бастады.

Негізгі қолдану салалары:

- Тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық (ТКШ): электр энергиясын, суды және газ есептегіштерінің көрсеткіштерін автоматты түрде қашықтан беруге арналған жүйелер.
- Smart City:
 - a. Ақылды көше жарықтандыруы (энергияны үнемдеу үшін).
 - b. Қоғамдық көлікті GPS бақылау (CityBus, Onay).
 - c. Сергек сияқты бейнебақылау және жол қозғалысын басқару жүйелері.
- Ауыл шаруашылығы: GPS трекерлерін пайдаланып далалық ылғалдылық сенсорлары және малды бақылау.
- Логистика және өнеркәсіп: көлік құралдарын бақылау, қойма қорларын бақылау және зауыттардағы жабдықтардың жағдайын қашықтан бақылау.
- Финтех: төлем терминалы мен банкоматты интеграциялау.

Қазіргі уақытта Қазақстанда мамандандырылған IT хабтары мен зертханалары (мысалы, Terricon Valley, Astana Hub) жұмыс істейді, олар IoT құрылғыларын әзірлейді және бағдарламалық жасақтама жасайды.

Қазақстанда цифрландыру қарқынды дамып келеді, және оның негізгі бағыттарының бірі - Загтар интернеті (IoT) технологияларын енгізу. IoT технологиялары әртүрлі құрылғылар мен жүйелерді байланыстыра отырып, нақты уақыт режимінде деректерді жинауға, өндеуге және талдауға мүмкіндік береді.

IoT технологиялары Қазақстанда өндіріс, ауыл шаруашылығы, энергетика, көлік және қалалық инфрақұрылым сияқты әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады.

Өнеркәсіптік секторда IoT технологиялары өндірістік процестерді автоматтандыру және жабдықтардың жұмысын бақылау үшін қолданылады. Кәсіпорындарда сенсорлар жабдықтың күйін, температурасын, қысымын және басқа параметрлерін бақылайды. Бұл жүйелер ақауларды ерте анықтауға және өндіріс тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Ауыл шаруашылығында IoT технологиялары «ақылды ферма» тұжырымдамасын енгізуде маңызды рөл атқарады. Сенсорлар топырақтың ылғалдылығын, ауа температурасын және өсімдіктердің денсаулығын бақылайды. Осы деректер негізінде суару жүйелері автоматты түрде реттеледі, бұл су ресурстарын үнемдейді және өнімділікті арттырады.

Энергетика саласында IoT технологиялары электр энергиясын тұтынуды бақылау және басқару үшін қолданылады. Ақылды есептегіштер тұтынушылардың энергия тұтынуын бақылайды және энергия тиімділігін арттырады. Сонымен қатар, бұл жүйелер электр желілеріне түсетін жүктемені оңтайландыруға көмектеседі.

Қазақстанның ірі қалаларында IoT технологиялары «Ақылды қала» тұжырымдамасының бөлігі ретінде белсенді түрде енгізілуде. Мысалы, IoT жол қозғалысын басқару жүйелерін, көше жарықтандыруын, қауіпсіздік жүйелерін және коммуналдық қызметтерді автоматтандыру үшін қолданылады. Бұл қала тұрғындарының өмір сүру сапасын жақсартуға бағытталған.

IoT технологиялары су ресурстарын басқаруда ерекше маңызды. Су деңгейін бақылау, су шығынын есептеу және су тасқынының алдын алу үшін әртүрлі сенсорлар мен мониторинг жүйелері қолданылады. Бұл жүйелер деректерді нақты уақыт режимінде жинауға және талдауға мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, Қазақстан IoT технологияларын дамытуға бағытталған мемлекеттік бағдарламаларды жүзеге асыруда. «Цифрлық Қазақстан» бағдарламасы заманауи

технологияларды енгізуді және инфрақұрылымды дамытуды көздейді. Бұл бағдарлама IoT жүйелерін енгізу үшін қолайлы жағдайлар жасайды.

Дегенмен, IoT технологияларын енгізуде бірқатар қиындықтар бар. Оларға инфрақұрылымның жеткіліксіз дамуы, деректер қауіпсіздігі мәселелері және бастапқы шығындардың жоғары болуы жатады. Сонымен қатар, кейбір аймақтардағы тұрақсыз интернет желілері IoT жүйелерінің тиімді жұмысына кедергі келтіреді.

Дегенмен, IoT технологиялары үлкен әлеуетке ие және оларды су деңгейін бақылау жүйелерінде пайдалану өте тиімді. IoT технологиясымен жұмыс істейтін ақылды дренаж жүйелері су деңгейін үздіксіз бақылауға, деректерді талдауға және автоматтандырылған басқаруға мүмкіндік береді.

Бұл дипломдық жұмыста IoT технологияларын қолдана отырып, су деңгейін бақылауға арналған ақылды дренаж жүйесі қарастырылады. Бұл жүйе Қазақстанда су тасқынының алдын алудың тиімді құралы болуға әлеуеті бар.

4. Интеллектуалды дренаж жүйесінің архитектурасы

Ақылды дренаж жүйесін әзірлеу кезінде оның архитектурасын дұрыс жобалау өте маңызды. Жүйе архитектурасы құрылғының негізгі компоненттерін, олардың өзара байланысын, деректерді беру бағыттарын және басқару принциптерін анықтайды. Дұрыс жасалған архитектура жүйенің сенімді, тұрақты және тиімді жұмысын қамтамасыз етеді.

Бұл мақалада су деңгейін бақылау және суды автоматты түрде ағызуға арналған IoT негізіндегі ақылды дренаж жүйесінің архитектурасы қарастырылады. Бұл архитектура нақты уақыт режимінде су деңгейін өлшеуге, алынған деректерді өңдеуге, оны пайдаланушыға жіберуге және қажет болған жағдайда сорғыны автоматты түрде іске қосуға мүмкіндік береді.

Жүйе бірнеше негізгі компоненттерден тұрады: су деңгейінің сенсоры, басқару микроконтроллері, байланыс модулі, бұлттық платформа, атқарушы механизм және пайдаланушы интерфейсі. Архитектураның әрбір элементі жүйенің жалпы жұмысында маңызды рөл атқарады.

4.1 Архитектураның жалпы құрылымы

Жасалып отырған интеллектуалды дренаж жүйесінің архитектурасы бес маңызды қабаттан құралады:

- Сенсор қабаты;
- Басқару қабаты;
- Байланыс қабаты;
- Бұлтты қызметтер қабаты;
- Атқарушы деңгей
- Пайдаланушы қабаты.

Бұл қабаттардың өзара әрекеттесуі жүйенің толық функционалдығын қамтамасыз етеді. Жүйе келесідей жұмыс істейді: сенсор су деңгейін өлшейді, микроконтроллер алынған ақпаратты өңдейді, содан кейін деректерді Wi-Fi арқылы IoT платформасына жібереді. Егер су деңгейі қауіпті шектен асып кетсе, микроконтроллер релелік модуль арқылы сорғыны іске қосады. Бұл дренаж жүйесінен артық суды кетіреді.

1. Сенсор қабаты жүйенің керекті ақпараттарын жинайтын қабат болып табылады. Бұл қабатта судың деңгейін есептейтін сенсор орналасады. Ұсынылып отырған дипломдық жұмысым су деңгейі өлшенуі үшін ультрадыбыстық сенсор яғни датчик қолдану керек болды. Ультрадыбыстық датчиктың атауы JSN-SR04T типті датчик ,бұл датчик қолдануылу

себебі ол сулы ортада жұмыс істеуге әлдеқайда ыңғайлыжәне су бетіне дейінгі қашықтықты тура анықтап бере алады. Датчиктен сқратылған ақпараттар одан әрі өңделуі үшін микроконтроллерге бағытталады.

2. Басқару қабаты жүйенің негізгі есептеу және шешім қабылдау элементі бар. Бұл жұмыста басқару құрылғысы ретінде ESP32 микроконтроллері таңдалды. ESP32 артықшылығы-кірістірілген Wi-Fi Модулінің болуы, бұл оны IoT жобалары үшін өте қолайлы етеді.ESP32 микроконтроллері сенсордан деректерді алады, оларды өңдейді және алдын ала анықталған алгоритмге сәйкес шешім қабылдайды. Егер су деңгейі белгілі бір шектен асып кетсе, ESP32 релелік модульге басқару сигналын жібереді. Реле өз кезегінде сорғыны қамтиды. Егер су деңгейі төмендесе, микроконтроллер сорғыны өшіреді. Осылайша, басқару деңгейі интеллектуалды дренаж жүйесінің негізгі логикалық орталығы болып табылады.

3. Байланыс деңгейі жүйенің IoT мүмкіндіктерін жүзеге асырады. Бұл деңгейде ESP32 жинаған деректер Wi-Fi арқылы бұлттық платформаға жіберіледі. Байланыс деңгейі деректерді қашықтан бақылауға және интернет арқылы жүйені басқаруға мүмкіндік береді. Wi-Fi технологиясын пайдалану жүйені қарапайым және тиімді етеді, себебі деректерді тікелей мобильді қосымшаға немесе веб-интерфейске жіберуге болады. Бұл пайдаланушыға су деңгейі туралы ақпаратты нақты уақыт режимінде алуға мүмкіндік береді.

4. Бұлттық платформа жүйеден келетін деректерді сақтауға, визуализациялауға және талдауға арналған. Дипломдық жоба осы мақсатта Blynk, ThingSpeak немесе Firebase сияқты IoT платформаларының бірін пайдалана алады. Олардың ішінде Blynk платформасы курстық жоба үшін ыңғайлы, себебі ол мобильді құрылғыны пайдаланып деректерді бақылауды жеңілдетеді.

Бұлттық қабаттың негізгі функциялары:

- Су деңгейінің ағымдағы мәндерін сақтау;
- Өлшеу нәтижелерін график түрінде көрсету;
- Сорғының күйін бақылау;
- Пайдаланушыға ескерту хабарламаларын жіберу.

Бұл қабат арқылы жүйе тек автоматтандырылған ғана емес, сонымен қатар қашықтан басқарылатын IoT жүйесіне айналады.

5. Атқарушы қабаты физикалық әрекетті орындайтын жүйе элементтерін қамтиды. Мұнда негізгі жетек - су сорғысы. Сорғы релелік модульмен басқарылады. Реле микроконтроллер мен сорғы арасындағы байланысты қамтамасыз етеді және жоғары қуатты жүктемені іске қосу үшін төмен вольтты басқару сигналын бейімдейді. Егер жүйе қауіпті су деңгейін анықтаса, реле іске қосылады және сорғы жұмыс істей бастайды. Сорғы артық суды шығарады. Су деңгейі қауіпсіз деңгейге түскенде, реле сорғыны өшіреді. Осылайша, атқарушы қабаты жүйенің автоматты басқару функциясын орындайды.

6. Пайдаланушы қабаты пайдаланушы мен жүйе арасындағы өзара әрекеттесуді жеңілдетеді. Пайдаланушы ағымдағы жүйенің күйін мобильді қосымша немесе веб-интерфейс арқылы бақылай алады. Мысалы, пайдаланушы су деңгейін, сорғының қосулы немесе өшірулі екенін және жүйенің жалпы жұмысын көре алады. Егер IoT платформасы қолдайтын болса, пайдаланушы кейбір жағдайларда жүйені қашықтан

Қортынды

Осылайша, IoT технологияларын қолдана отырып, су деңгейін бақылауға арналған интеллектуалды дренаж жүйелері қазіргі су тасқыны мәселелерін шешудің тиімді әдісі болып табылады. Мұндай жүйелер су деңгейін нақты уақыт режимінде бақылауға және қауіпті жағдайларды алдын-ала анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеулер көрсеткендей, IoT негізіндегі жүйелер ультрадыбыстық сенсорларды, микроконтроллерлерді және сымсыз

байланыс технологияларын пайдаланады, бұл орталық серверге немесе мобильді қосымшаға су деңгейі туралы деректерді жіберу арқылы жылдам шешім қабылдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, интеллектуалды дренаж жүйелері су тасқыны қаупін азайтып қана қоймайды, сонымен қатар қалалық және ауылдық инфрақұрылымның тұрақтылығын арттырады. Мұндай жүйелерді енгізу төтенше жағдайлардың алдын алуға, ресурстарды тиімді басқаруға және адамдар мен мүліктің өмірін қорғауға үлкен үлес қосады.

Қорытындылай келе, IoT негізіндегі дренаж жүйелері болашақта "ақылды қалалар" тұжырымдамасының маңызды элементіне айнала отырып, экологиялық қауіпсіздік пен тұрақты дамуда маңызды рөл атқарады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Satria D., Yana S., Munadi R. Design of Information Monitoring System Flood Based on Internet of Things (IoT), 2018.
2. Cherif I. et al. LevelWAN: IoT system for water level monitoring, 2025.
3. ACM Conference. IoT-based Water Level Monitoring and Management System, 2025.
4. Pandita A. et al. Smart Drainage Monitoring System, 2025.
5. Jaisudhan A. IoT Based Ground Water Level Monitoring System, 2023.
6. Rao B. et al. IoT Based Drainage Overflow Monitoring System, 2020.
7. Nageye A.Y. et al. IoT-based Smart Drainage System for Flood Management, 2025.