

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Жеңіс Айдана Бақытжанқызы

Су қоймаларында су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғы жобалау

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі

Т.ғ.к.

 Қ.А. Ожикенов

«21» 05 2019 ж.

дипломдық жобаның

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

Тақырыбы: «Су қоймаларында су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғы жобалау»

5B071600 - Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындаған

Жеңіс А.Б.

Сын пікір жазушы

т.ғ.к., МЖҚФ кафедрасының
доценті

Ғылыми жетекшісі

ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған
профессор

 Жаменкеев Е.К.

 Алдияров Н.У.

«16» 05 2019 ж.

«21» 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 - Аспап жасау

БЕКІТЕМІН

РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі

Т.ғ.к., профессор

 Қ.А. Ожикенов

« 20 » 05 2019 ж.

Дипломдық жобаны орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушыға Жеңіс Айдана Бақытжанқызы

Жобаның тақырыбы: Су қоймаларында су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғы жобалау

Университет Ректорының № 2018 жылғы «06 қараша» 1252-б бұйрығымен бекітілген.

Орындалған жобаны өткізу мерзімі «24» 05 2019 жыл

Дипломдық жобаның бастапқы мәліметтері: қолданылған элементтердің параметрімен танысу, жасалынатын макеттің тұжырымдамасын қарастыру, Arduino IDE бағдарламасын жасау, құрылғылардың Arduino платасына қосылуын зерттеу, жобаланатын құрылғының сенімділік есебін шығару.

Есеп-түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша дипломдық жобаның мазмұны:

а) Су деңгейін бақылау тәсілдері

б) Технологиялық бөлімі

в) Конструкторлық бөлімі

г) Бағдарламалау бөлімі

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген) 15 слайд

Ұсынылған негізгі әдебиеттер 20 әдебиеттер тізімі

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескертулер
Кіріспе. Негізгі бөлім	05.02 – 10.03.2019 ж.	<i>Орындалған</i>
Технологиялық бөлім. Конструкторлық бөлім	14.03 – 04.04.2019ж.	<i>Орындалған</i>
Бағдарламалық бөлім. Есептеу бөлімі	05.04 – 07.05.2019 ж.	<i>Орындалған</i>

Аяқталған дипломдық жұмыс (жобаға) және оған қатысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының
ҚОЛТАҢБАЛАРЫ

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтанба қойылған мерзімі	Қолы
Қалып бақылаушы	Ж.С.Бигалиева т.ғ.м., лектор	15.05.2019ж.	<i>[Signature]</i>

Ғылыми жетекшісі _____ *[Signature]* Н.У.Алдияров
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ *[Signature]* А.Б.Жеңіс
(қолы)

Күні « 20 » 05 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жобаның мақсаты – су қоймаларында су тасқынын алдын алу үшін арнайы датчиктермен жабдықталған су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғының макетін құру болып табылады.

Су қоймаларында су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғысы Arduino Uno компаниясының микроконтроллері негізінде жасалынды, оның негізгі міндеті – датчиктерден алынатын деректер есебінен төтенше жағдайлар қызметіне хабарлама жіберу, су деңгейі критикалық жағдайға жеткенде шлюзды өздігінен ашу.

Конструкторлық бөлімде макет түрінде құрастырылған прототипінің негізгі бөліктерінің жұмысы сипатталған. Сұлбалардың параметрлері есептелінді. Arduino бағдарламасында құрылғының басқару жүйесі құрылды.

АННОТАЦИЯ

Целью дипломного проекта является создание макета сигнального устройства для контроля уровня воды, оснащенного специальными датчиками для предотвращения паводков на водоемах.

Сигнальное устройство контроля уровня воды на водохранилищах разработано на основе микроконтроллера компании Arduino Uno, основной задачей которого является передача сообщений в службу чрезвычайных ситуаций за счет данных, получаемых от датчиков, самостоятельное открытие шлюза при достижении уровня воды критической обстановки.

В конструкторской части описана работа основных частей прототипа, составленная в виде макета. Рассчитаны параметры схем. В Arduino была создана система управления устройством.

ANNOTATION

The aim of the diploma project is to create a layout of the signal device for monitoring the water level, equipped with special sensors to prevent floods in water bodies.

The signal device for monitoring the water level in the reservoirs is developed on the basis of the Arduino Uno microcontroller, the main task of which is to transmit messages to the emergency service due to the data received from the sensors, the independent opening of the gateway when the water level reaches a critical situation.

The design part describes the work of the main parts of the prototype, composed in the form of a layout. The parameters of the schemes are calculated. Arduino created a device management system.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1 Бөгеттердегі су тасқыны қатері	10
2 Технологиялық бөлім	12
2.1 Су қоймаларындағы су деңгейін заманауи бақылау жүйелерін қарастыру	12
3 Конструкциялық бөлім	15
3.1 Негізгі функционалдық сұлбасын құрастыру	15
3.2 Қолданылған құрал жабдықтардың параметрлері	16
3.2.1 Arduino Uno аппаратты-есептегіш платформасы	16
3.2.2 HC-SR04 ультрадыбыстық датчигі	18
3.2.3 Сервожетек	19
4 Бағдарламалық бөлім	21
4.1 Arduino IDE бағдарламасын жасау ортасы	21
4.2 Arduino Uno платасына құрылғыларды қосу	21
4.3 Бағдарламаның алгоритмі	23
5 Есептеу бөлімі	25
5.1 Жобаланатын құрылғының сенімділік есебі	25
ҚОРЫТЫНДЫ	29
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	30
ҚОСЫМША А	

КІРІСПЕ

Ежелгі заманнан бері адамзат өзен арнасын бөгеу үшін бөгеттер құрған. Өзеннің ағысына көлденең орналасуы тиіс кесілген ағаштардың көмегімен орын алған уақыт болды. Егер ағашты құлатуға мүмкіндік болмаса, онда тастар қойылып, топырақ үйінділері төселетін.

Қазіргі уақытта бөгеттерді салу кезінде басқа материалдар пайдаланылады, тіпті бірнеше материалдардың комбинациясы деп айтуға болады, бұл: топырақ, бетон, кірпіш немесе тас болуы мүмкін. Біз су тек өмір көзі ғана емес, сонымен қатар жойқын апат екенін білеміз және адам барлық уақытта оның қуатын тежету мақсатында күреседі. Бұл қиын істе адамдарға бөгеттер көмектеседі, өйткені олар өзендердегі суды бақылауға қабілетті.

Бөгет – су тасқынынан қорғанудың тамаша тәсілі. Қар мен өзге де климаттық жауын-шашын, жауған нөсер су деңгейінің жоғарылауына әкеліп соқтыратыны белгілі. Кейде су басу аумағы өте үлкен болуы мүмкін, көбінесе су астында шабындықтар, алаңдар және тіпті елді мекендер қалып қояды. Ал егер өзенде бөгет тұрса, ол суды қалыпты арнаға жинап, шығара алады.

Бөгеттердегі су деңгейін қалыпты жағдайда ұстап тұру ең маңызды мәселе болып табылады. Бұл мәселенің шешімі арнайы датчиктермен жабдықталған су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғыны жобалап, макетін құру болып табылады.

Зерттеу объектісі су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғы болып табылады.

Дипломдық жобаның мақсаты – су қоймаларында су тасқынын алдын алу үшін арнайы датчиктермен жабдықталған су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғының макетін құру болып табылады.

Қойылған мақсаттарға жету үшін келесі тапсырмаларды міндетті түрде шешу керек:

- электр жабдығын таңдау;
- құрылғының функционалды құрылымы мен жұмыс істеу принциптерін қарастыру;
- Arduino Uno микроконтроллерінің жұмыс істеу принципін зерттеу;
- әр түрлі элементтердің Arduino Uno микроконтроллерімен байланысқан жұмысын зерттеу;
- басқару мен реттеу алгоритмін жасау;
- «су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғы» құрылғысының жобасын жасау;
- «су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғы» құрылғысының үлгісін дайындау.

Жобаның маңыздылығы төнген су тасқыны қауіп-қатерін дер кезінде анықтап, тиісті шараларды қолданып, табиғи апаттарды және шығындарды алдын алу.

1 Бөгеттердегі су тасқыны қатері

Су тасқыны – бұл қардың еруі, жауын-шашын, суды желмен айдаған және кептелу кезінде өзендердегі, көлдер мен теңіздердегі су деңгейінің көтерілуі нәтижесінде жерді айтарлықтай су басу [9].

Су тасқыны себептері:

– Ұзақ жаңбыр. Көбінесе, жазда және күзде ылғал климаты бар өңірлерде пайда болады. Өзен арнасының тасуы аумақтардың су басуына әкеледі. Бұл өзендер үлкен аумақтарда суды жинайды. Жауын-шашын су деңгейіне қатты әсер етеді.

– Қардың еруі. Көктемде көптеген өңірлерде үлкен көлемде қар жиналады. Күннің жылынуына байланысты ол еріп кетеді, ал су ағыны айналасын басуы мүмкін. Шындығында, бұның салдары үлкен апатқа әкеп соқпайды.

– Жауын-шашынның жиналуы. Кейбір өзен учаскелерінде жауын-шашынның жиналуына байланысты өзеннің асты көтеріледі. Бұл су деңгейінің көтерілуіне әкеледі.

– Бөгеттердің бұзылуы. Егер бөгет қандай да бір себептермен су қысымын ұстап тұруға қабілетсіз болса, оның жарылып кетуі орын алады. Бұл қысқа мерзімді, бірақ өте күшті су басуды тудырады.

– Табиғи құбылыс. Кейбір табиғи құбылыстар да аумақты су басуға әкелуі мүмкін. Мысалы, жер сілкінісі мен көшкіндер өзен арналарын бөгеттеп тастай алады.

Көптеген су тасқыны салыстырмалы әлсіз болып табылады. Олар құбылыстың күші мен жергілікті жердің ерекшеліктеріне байланысты өте үлкен материалдық залал келтірмейді. Сондай-ақ кейде адамдарды көшіруге әкеліп соқтыруы мүмкін, бірақ әдетте үйді су баспауы мүмкін. Жалпы, мұндай су тасқыны аса қауіпті емес.

Кейде өте күшті немесе тіпті апатты су тасқыны болады. Олар үлкен материалдық залал келтіре отырып, тұтас қоныстарды су басып кетуге қабілетті. Мұндай жағдайларда халықты жаппай эвакуациялау жүргізіледі, бірақ соған қарамастан адамдар қазасы жиі орын алады.

Осылайша, әлемдегі ең үлкен құжатталған су тасқыны өткен ғасырдың отызыншы жылдары Қытайда орын алды, бұл кезде елдің ең ұзын және суға толы өзені, Янцзы, көрші Хуанхэмен бірге ұзақ жаңбырдан кейін дамбаларды бұзып арнасынан шықты. 300 мың гектардан астам құнарлы жерлерді су басып, жағалаулардан шықты (кейбір учаскелердегі су жарты жылға жуық шықпады). Өзен сулары тыныштандырылғанда, су тасқыны салдары бүкіл әлем түршігерлік жойқын көлемде болып шықты: тек ресми деректер бойынша қаза болғандардың саны 3,7 млн. адамнан асты.

Жыл сайын, әсіресе, көктем мезгілі қарсаңында қардың еруі, жауын-шашынның мол түсуі су тасқынына әкеліп соқтырады. Бұл орайда біздің еліміз де шетте қалған жоқ. Қазақстан аумағында осындай жойқын апаттардың бірі Қызылағаш су қоймасында орын алды.

Қызылағаш бөгетінің жарылуы (2010 жылғы 11 наурыз) — қазіргі Қазақстан тарихындағы ең жойқын су тасқынының бірі болды. Апат 3 мыңнан жоғары тұрғыны бар Алматы облысы Ақсу ауданы Қызылағаш ауылында 11-нен 12-наурызға қараған түні болды.

Қардың қарқынды еруі, жауын-шашынның мол түсуі, сондай-ақ жергілікті биліктің бақылаусыздығы Қызылағаш өзенінің жоғарғы ағысында Қызылағаш су қоймасының жарылуына және дамбаның шайылуына алып келді.

Бөгеттің жарылуы Қызылағаш су қоймасына басқарушылар құрғақ Қазақстан жазының қарсаңында суды көбірек жинағысы келгендіктен, бұл ретте өңірде қалыптасқан су тасқыны жағдайына тиісті мән бермеуі кесірінен орын алды.

2 метрлік толқынның салдарынан аттас ауыл су астында қалды, көрші елді мекендер (Егінсу, Ақтоған, Көлтабан, Алажиде станциясы және т. б.) аз дәрежеде зардап шекті.

Су тасқыны салдарынан 43 адам қаза тапты, оның ішінде сегіз бала; 300 адам түрлі дәрежедегі жарақат алды және 1000-ға жуық адам эвакуацияланды; 146 үй толығымен бұзылған, 251 үй қирап, 42-і зақымданған.

Осындай жағдайларға жол бермеу үшін су қоймаларындағы су деңгейін бақылау өте маңызды шара болып табылады.

2 Технологиялық бөлім

2.1 Су қоймаларындағы су деңгейін заманауи бақылау жүйелерін қарастыру

Қазіргі заманғы техника жағдайында су деңгейінің датчигі адамның сезім мүшелерінің бірінің қызметін атқарады. Су ағынының жай-күйін қаншалықты дұрыс басқаруға және бақылауға болатынына бүкіл механизмнің дұрыс жұмыс істеуі байланысты. Сенсор құрылғысының сенімділігінің маңыздылығын асыра бағалау қиын, себебі суды бақылайтын аспап, әдетте, қазіргі заманғы техниканың "тар" буыны болып табылады [14].

Құрылғының негізіне қандай әрекет принципі қойылғанына, ол тек сигнализатор режимінде жұмыс істей ме әлде күзетші, автомат немесе басқару механизмінің функцияларын параллель атқаратынына қарамастан, аспаптың конструкциясы әрдайым үш негізгі тораптан тұрады:

– Су ағынының сипаттамаларына жауап бере алатын сезімтал элемент. Мысалы, судың нақты болуы, бағанның биіктігі немесе бактағы деңгей, құбырдағы немесе магистральдағы су ағынының қозғалу фактісі;

– Датчиктің сенсорлық бөлігін теңестіретін балласты элемент. Балластсыз сезімтал сенсор аз немесе кездейсоқ су тамшысымен жұмыс істейтін еді;

– Су датчигіне орнатылған сенсордың сигналын нақты сигналға немесе әрекетке түрлендіретін таратушы немесе орындаушы бөлік.

Барлық су техникасының шамамен 90% электр атқарушы механизмдермен – сорғылармен, клапандармен, жылытқыштармен және электрондық автоматтармен байланысты. Сондықтан су ағынымен жұмыс істейтін құрылғы бірінші кезекте қауіпсіз болуы керек.

Сенсордың қолайлы жұмыс істеу шарттарының бірі сенсордың жоғары сезімталдығы болып табылады, неғұрлым жоғары болса, судың бақыланатын параметрін есептеу соғұрлым жақсы болады. Сондықтан сенсор өлшенетін шамада өлшеу кезінде ең күшті өзгертін шаманы таңдауға тырысады.

Бүгінде судың механикалық сипаттамаларын өлшеудің жиырмаға жуық түрлі тәсілдері мен әдістері бар, бірақ олардың барлығы мына мәліметтер алу үшін пайдаланылады:

– Ыдыстағы немесе бактағы су бағанасы деңгейінің биіктігі;

– Су ағынының немесе шығын қозғалысының жылдамдығы;

– Жабық ыдыста, резервуарда, құбырда немесе жылу алмастырғышта судың болу-болмауы фактісі.

Су деңгейін бақылау және өлшеудің бірнеше түрлері бар. Әр тәсілдің өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Ең танымал түрлері төменде қарастырылды:

– Құю датчигінің қалқымалы түрі. Су деңгейін өлшеудің ең қарапайым тәсілі механикалық конструкцияда қолданылады, ол герметикалық қалқымадан (поплавок), иінтіректен немесе кулисадан және бекіту клапанынан тұрады. Бұл жағдайда датчик қалқыма (поплавок) болып

табылады, балласт серіппе және қалқыма (поплавок) ауырлатқыш болып саналады, ал атқару механизмі клапанның өзі болып табылады.

Барлық сөрелік жүйелерде датчик немесе қалқыма (поплавок) белгілі бір іске қосылу биіктігіне реттеледі. Бақылау деңгейіне дейін бакта көтерілген су қалқанды көтеріп, клапанды ашады.

– Суды бақылаудың электродты принципі. Судың электр өткізгіштігі бар фактісі сұйықтық деңгейінің байланыс датчиктерін жасау үшін тиімді қолданылады. Құрылымдық жүйе әр түрлі биіктіктегі сыйымдылықтарға орнатылған және бір электр тізбегіне қосылған бірнеше электродтар болып табылады.

Сыйымдылықты сумен толтыру шамасына қарай сұйықтық бірнеше контактілерді тұйықтайды, бұл сорғының басқарушы релесінің тізбегін қамтиды. Әдетте, су датчигінде екі-үш электрод бар, сондықтан су ағынын өлшеу өте сараланған. Датчик ең төменгі деңгейге жеткені туралы ғана белгі береді және сорғының моторын іске қосады немесе сыйымдылықтың толық толтырылғаны туралы және оны ажыратады, сондықтан мұндай жүйелер резервтік немесе су құю цистерналарын бақылау үшін пайдаланылады.

– Су датчигінің сыйымдылық түрі. Конденсаторлық немесе сыйымдылық сенсордың түрі тар және терең сыйымдылықтарда су деңгейін өлшеу үшін пайдаланылады, бұл құдық немесе ұңғыма болуы мүмкін. Сыйымдылықты датчиктің көмегімен ұңғымадағы су бағанасының биіктігін он сантиметрге дейінгі дәлдікпен анықтауға болады.

Сенсордың құрылымы екі коаксиалды электродтан, іс жүзінде құбырдан және ұңғыма оқпанына тиелген ішкі металл электродтан тұрады. Су жүйенің ішкі кеңістігінің бір бөлігін толтырады, сол арқылы оның сыйымдылығын өзгертеді. Қосылған электрондық схема мен кварцпен тербеліс катушқасының көмегімен датчиктің сыйымдылығын және ұңғымадағы су мөлшерін дәл анықтауға болады.

– Ультрадыбыстық сенсор. Су датчигінің конструкциясы екі құрылғының – ультрадыбыс көзі мен сигнал қабылдағыштың болуын көздейді. Дыбыс толқыны судың бетіне жіберіледі, бейнеленеді және қабылдағыш датчигіне қайтарылады.

Сенсор ретінде ультрадыбысты пайдалану белгілі бір артықшылықтарға ие:

– Дірілдеу немесе қозғалыс жағдайында кез келген температурада судың деңгейін, тіпті жылдамдығын өлшеу мүмкіндігі;

– Ультрадыбыстық сенсор сенсордан су бетіне дейінгі қашықтықты, тіпті қатты ластану жағдайында, ауыспалы сұйықтық деңгейімен өлшей алады.

Сонымен қатар, датчик едәуір тереңдікте орналасқан су деңгейін өлшей алады, бұл ретте өлшеу дәлдігі әрбір 10 м биіктікке 1-2 см жетеді [2].

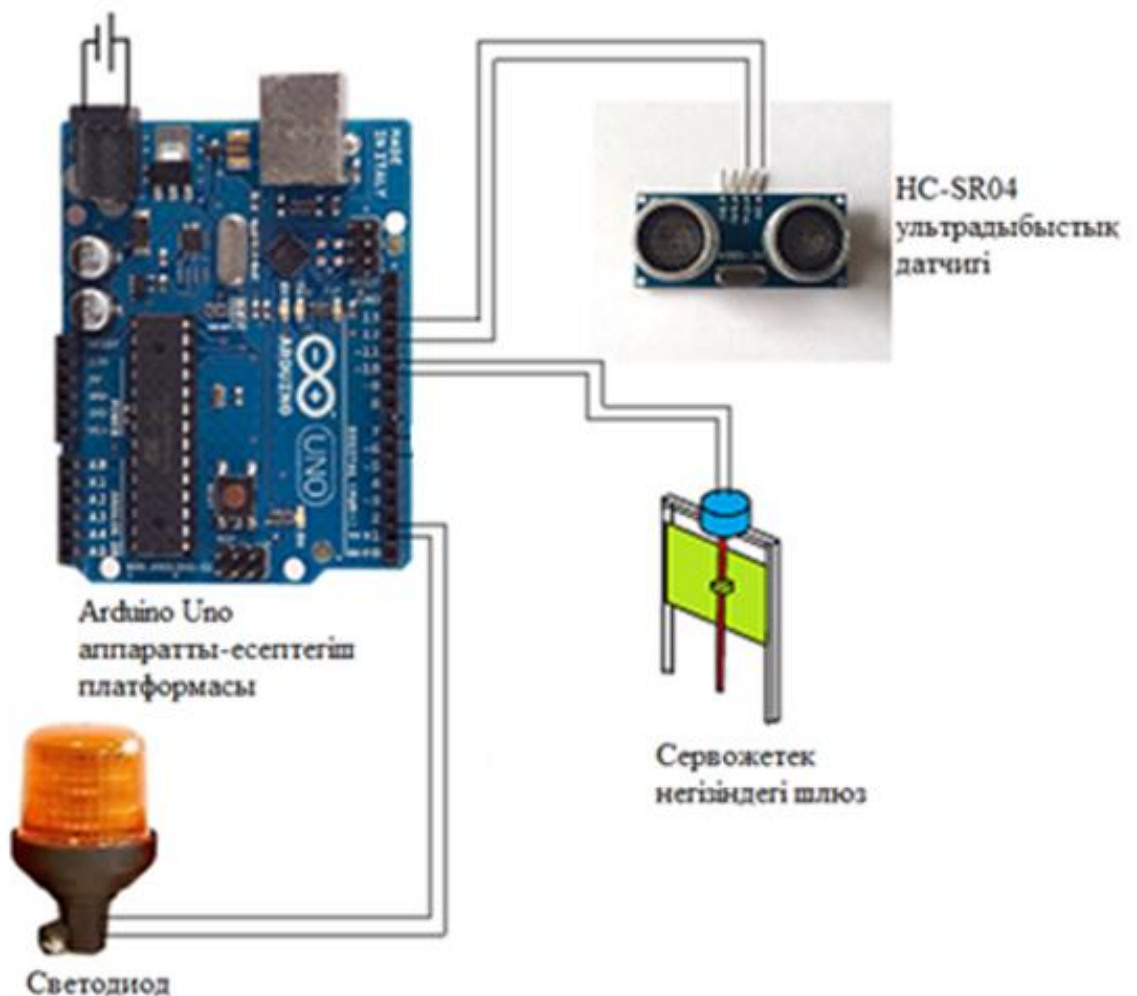
Барлық артықшылықтар мен кемшіліктерін ескере отырып, жұмыс істеуге ең қолайлы және еліміздің климаттық жағдайына сәйкес келетін су деңгейін бақылау жүйесі таңдап алынды. Ол ультрадыбысты датчик негізінде жасалған су деңгейін бақылау жүйесі.

3 Конструкторлық бөлім

3.1 Негізгі функционалдық сұлбасын құрастыру

Қазіргі таңда су қоймаларында су деңгейін бақылау өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғы бізге су қоймаларындағы жағдайды бақылап, судың қоймадан шығарылуын автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Су қоймаларында су деңгейін бақылауға арналған сигналдық құрылғыны жобалау негізінде біз ең алдымен оның функционалдық сұлбасын қарастырамыз. Құрылғы су деңгейінің өзгерісін бақылап отыратын датчиктен, автоматты түрде ашылып-жабылатын сервожетек негізіндегі шлюздан, хабарлама жіберетін модульдан және дабыл сигналы үшін пайдаланылатын светодиодтан тұрады [10].



3.1 Сурет – Жобаның блок схемасы

3.2 Қолданылатын элементтердің параметрлері

3.2.1 Arduino Uno аппаратты-есептегіш платформасы

Құрылғы Arduino Uno аппаратты-есептегіш платформасы негізінде орындалды. Оның негізінде ATmega (ATmega328) чипі жатыр. Оны құрылғылардың жұмыс макеттерін оқыту, әзірлеу, жасау үшін пайдаланады.

Платформада 14 сандық кіріс/шығыс бар (оның 6 ШИМ шығу ретінде пайдаланылуы мүмкін), 6 аналогтық кіріс, 16 МГц кварц генераторы, USB қосқышы, күш қосқышы, ICSP қосқышы және қайта жүктеу түймесі бар [1].



3.2 Сурет – Arduino Uno платформасы

Arduino Uno USB байланысы немесе сыртқы қуат көзі арқылы қуат алады.

Қорек кернеуі 7 В-тан төмен болғанда 5V шығару 5 В-тан кем бере алады, бұл ретте платформа тұрақсыз жұмыс істейді. 12 В жоғары кернеуді пайдалану кезінде кернеу реттегіші қызып, платформаға зақым келтіруі мүмкін.

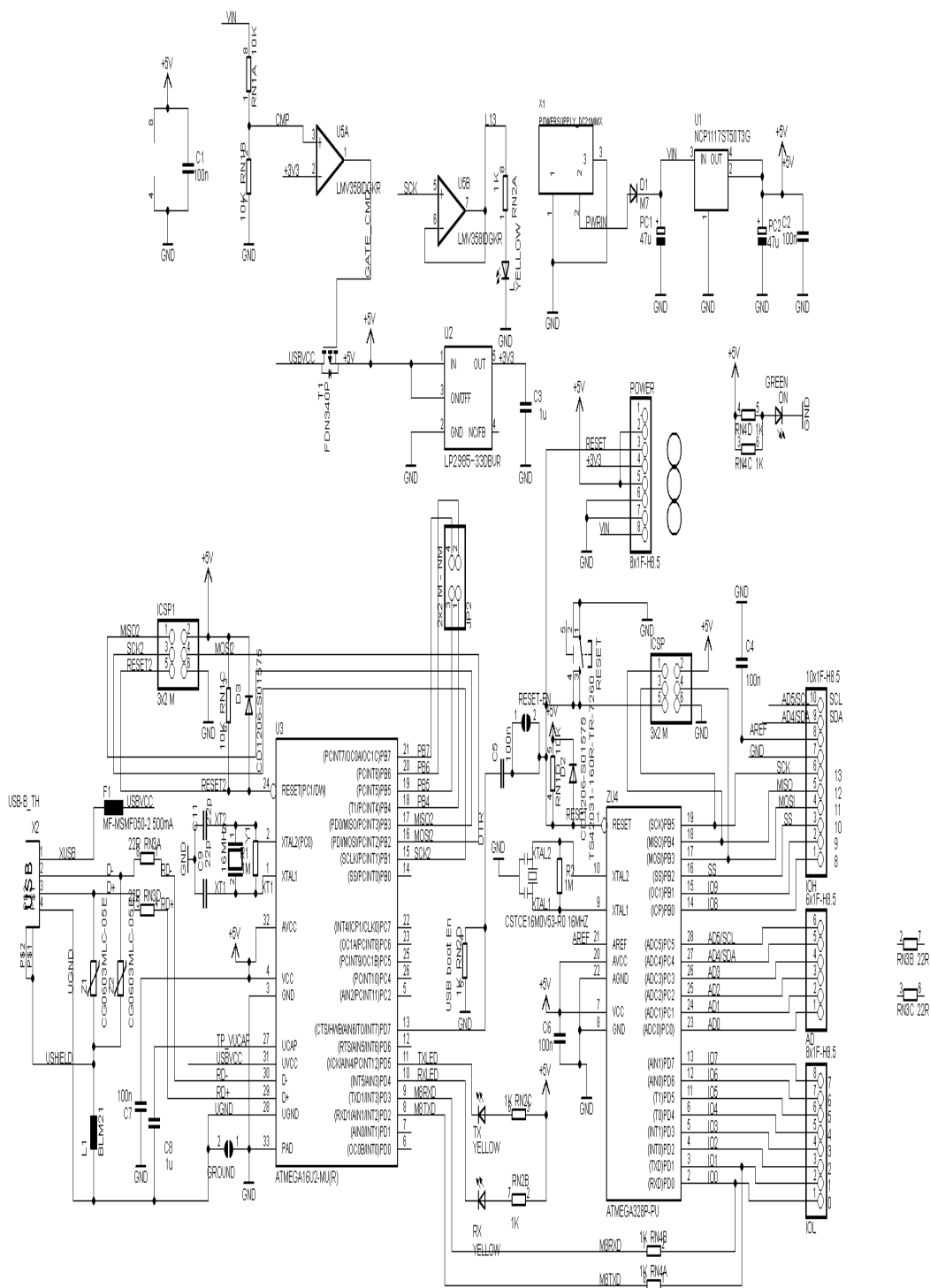
Платада қосылған датчиктерді, сенсорларды және актуаторларды қоректеуге мүмкіндік беретін бірнеше шықпалар қарастырылған. Барлық осы шықпалар төменде көрсетілген:

– Vin – қорек кірісі, сыртқы көзден қорек алу үшін пайдаланылады. Бұл деректер арқылы қорек тек қана платаға беріледі, одан сыртқы құрылғылар үшін қорек алу мүмкін емес. Vin кірісіне кіріктірілген тұрақтандырғыштың қызып кетуін және жануын болдырмау үшін 7В-дан 20В-ға дейінгі диапазонда кернеуді беру ұсынылады.

– 5V – сыртқы құрылғыларды қоректендіруге арналған бесвольтті кернеу көзі. Кез келген басқа көздерден (USB, қуат қосқышы немесе Vin) қорек алған кезде, сіз әрқашан тұрақты 5 вольт кернеуін ала аласыз. Оны макеттік платаға шығаруға немесе қажетті құрылғыға тікелей беруге болады.

– 3.3V – сыртқы құрылғыларды қоректендіруге арналған 3.3 вольтты кернеу көзі. 5V сияқты принцип бойынша жұмыс істейді. Бұл аяқтан кернеуді макеттік платаға шығаруға немесе қажетті датчикке/сенсорға тікелей беруге болады.

– GND – жерді қосу үшін арналған байланыс. Vin, 5V немесе 3V3 контактілерге қосылған кезде тұйық тізбекті жасау үшін қажет. Барлық жағдайларда GND аяғын минус ретінде шығару қажет, әйтпесе тізбек тұйықталмайды және қоректенбейді.



3.3 Сурет – Arduino Uno контроллерінің принципалды сұлбасы

3.1 Кесте – АТmega328 микроконтроллерінің техникалық сипаттамасы:

Сипаттамалары	Arduino Uno 3.0
Микроконтроллер	АТmega328
Жұмыстық кернеуі	5 В
Кіріс кернеуі (ұсынылатын)	7-12 В
Шығыс кернеуі (шектік)	6-20 В
Сандық кірістері/шығыстары	14 (оның ішінде 6 ШИМ шығыстары ретінде қолданыла алады)
Аналогты кірістері	6
Бір шықпаның максималды тогы	40мА
3.3V шықпасының максималды шығыс тогы	50мА
Флеш-жады	32 Кбайт (АТmega328), оның 0.5 Кбайты жүктегіш арқылы қолданылады
ОЗУ	2 Кбайт (АТmega328)
EEPROM	1 Кбайт (АТmega328)
Тактілік жиілігі	16 Гц

3.2.2 HC-SR04 ультрадыбыстық диапазоны

HC-SR04 ультрадыбыстық сенсоры жарғанат сияқты технологияны (ультрадыбыс) қолданады. Жұмыс принципін сипаттайтын болсақ, сенсор 40 кГц жиіліктегі дыбыстық импульстерді жібереді және жаңғырықты тыңдайды. Басқа датчиктерден өзгешелігі, HC-SR04 күн сәулесіне немесе кара заттарға мән бермейді [4].

HC-SR04 алдыңғы бөлігінде екі ультрадыбыстық датчиктер орналасқан, біріншісі Т (Transmitter) жазуы бар — бұл ультрадыбыстық толқындардың таратқышы (ТСТ40-16Т), ал екіншісі R (Receive) жазуы бар — бұл ультрадыбыстық толқындардың қабылдағышы (ТСТ40-16R), ортасында 27 МГц шығатын кварц генераторы орналасқан.

Жіберу мен импульсті алу арасындағы уақытты өлшеп, кедергіге дейінгі қашықтықты есептеу қиын емес.

Қашықтық келесі формула бойынша алынады:

$$\text{Импульстің ені (микросекундта)} / 58 = \text{қашықтық (сантиметрмен)} \quad (3.1)$$



3.4 Сурет – HC-SR04 ультрадыбыстық диапазоны

HC-SR04 датчигінің екінші жағынан үш негізгі микросхема және электр байланысы бөлінетін электр орамасы орналасқан. Arduino контроллерімен өзара әрекет ету үшін төрт шықпа қосқышы орнатылған [5].

Оның жұмысына электромагниттік сәулелер мен күн энергиясы елеулі әсер етпейді.

3.2 Кесте – HC-SR04 ультрадыбыстық диапазоның сипаттамасы

Сипаттамасы	Мәні
Жұмыстық кернеу	3.8 - 5.5 В
Жұмыс тогы	8 мА
Бұрыш	15°
Ең үлкен қашықтық	4 м дейін
Ең қысқа қашықтық	4 см
Өлшемдері	37x20x15 мм

3.2.3 Сервожетек

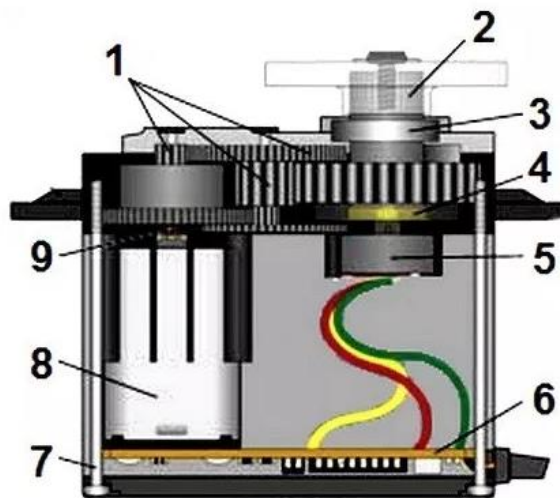
Сервожетек – қозғалыс параметрлерін дәл басқаруға мүмкіндік беретін теріс кері байланыс арқылы басқарылатын жетек. Құрамында датчигі (орналасу, жылдамдық, күш) және берілген сыртқы мәнге сәйкес датчик пен құрылғыдағы қажетті параметрлерді автоматты түрде ұстап тұратын жетекті басқару блогы бар жетектің кез келген механикалық түрі сервожетек болып табылады.

Басқаша айтқанда:

- Сервожетек басқару параметрінің кіріс мәнін алады. Мысалы, бұрылу бұрышы.
- Басқару блогы бұл мәнді датчиктегі мәнмен салыстырады.
- Салыстыру нәтижесі негізінде жетек кейбір әрекетті жасайды, мысалы: ішкі датчиктің мәні сыртқы басқару параметрінің мәніне

мүмкіндігінше жақын болатындай бұрылу, жеделдету немесе баяулату.

– Берілген бұрыш пен серво жетектерді ұстап тұратын сервожетектер ең көп таралған.



3.5 Сурет – Сервожетектің құрылысы

- 1 – Редуктор тістегершігі
- 2 – Шығыс білігі
- 3 – Подшипник
- 4 – Төменгі төлке(втулка)
- 5 – Потенциометр
- 6 – Басқару платасы
- 7 – Корпус бұрандасы
- 8 – Тұрақты ток электр қозғалтқышы
- 9 – Электрқозғалтқыштың тістегершігі

Сервожетекті қосу үш өткізгішпен жүзеге асырылады, олардың екеуі электрқозғалтқыштың кернеуімен қоректенеді, ал үшінші өткізгіш бойынша басқару сигналы түседі, оның көмегімен қозғалтқыш білігін орнату орындалады.

Сервожетектерді сипаттайтын негізгі параметрлерді қарастырайық:

– Білікке күш салу. Бұл параметр – айналу моменті. Бұл сервожетектің ең маңызды параметрі.

– Айналу жылдамдығы да маңызды сипат. Ол жетектің шығу білігінің позициясын 60 градусқа өзгерту үшін қажетті уақыт баламасында көрсетіледі.

– Қоректену. Сервоприводтардың негізгі бөлігі 4,8-7,2 вольт кернеуінде жұмыс істейді. Қоректену көбінесе үш өткізгіш бойынша беріледі: ақ-басқару сигналы, қызыл-жұмыс кернеуі, қара – жалпы сым.

– Бұрылу бұрышы-шығу білігі бұрыла алатын ең үлкен бұрыш. Көбінесе бұл параметр 180 немесе 360 градусқа тең.

– Тұрақты айналу. Қажет болған жағдайда әдеттегі сервожетекті үнемі айналдыру үшін жаңғыртуға болады [3].

4 Бағдарламалық бөлім

4.1 Arduino ортасының бағдарламасы

Жұмыстың негізгі мақсаты болып су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғы жобасының бағдарламасын жасау болып табылады. Ол үшін біз ең тиімді және қарапайым бағдарламалау тілін пайдаланамыз [11].

Arduino микроконтроллері C / C ++ негізінде арнайы бағдарламалау тілінде бағдарламаланады. Бұл бағдарламалаудың ерекшелігі оның арнайы кітапханасы болуында. Кітапханалар құрамында бағдарламаны жазуды жеңілдетуге арналған функциялар мен нысаналар бар.

Arduino-ға арналған бағдарламалар sketch деп аталады. Ол екі негізгі функциядан тұрады: setup және loop функциялары.

Setup () функциясының ішіне біз барлық негізгі баптауларды енгіземіз. Қандай кіріс немесе шығыс жұмыс істейді, қандай кітапханалар пайдаланылатыны осы функцияның ішінде. Бұл функция тек бір рет қана бағдарламаны орындау басталғанда іске асырылады.

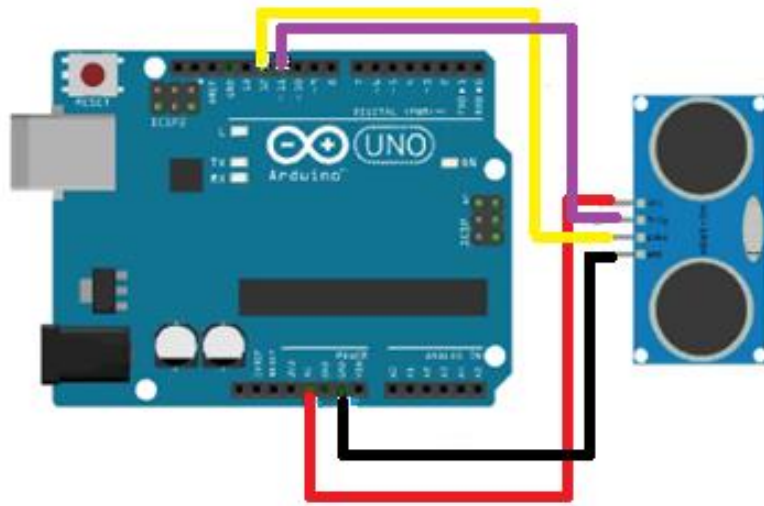
Loop () функциясы setup() функциясынан кейінгі негізгі орындалатын функция болып табылады. Басқаша айтқанда, бұл бағдарламаның өзі деп те айтсақ болады. Бұл функция біз қоректенуді ажыратпағанша шексіз орындала береді.

Arduino IDE-де барлық жазылған скетчтар ең аз өзгерістермен C/C++ тілінде бағдарламаға компиляцияланады. Arduino IDE компиляторы бағдарламаларды жазуды жеңілдетеді [6].

4.2 Құрылғыларды Arduino Uno платасына қосу

Жоғарыда қарастырылған барлық элементтерді Arduino Uno платасына қосу сигналдық құрылғымызды бағдарламалау үшін керек. Әр элементтің бөлек қосылуы төменде көрсетілген.

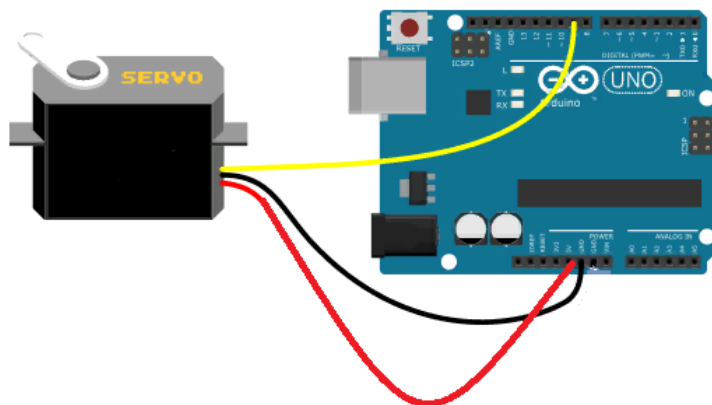
Ультрадыбыстық датчикті Arduino Uno платасына қосуды Arduino IDE бағдарламалық ортасында іске асырамыз. Қашықтықты HC-SR04 құрылғысы арқылы өлшеп, берілгендерді терезеге шығарамыз. Құрылғыны қосу үшін бізге төрт сым қажет: 11 (Arduino Uno) шықпасын Trig (HC-SR04) шықпасына, 12 (Arduino Uno) шықпасын Echo (HC-SR04) шықпасына қосамыз. Одан кейін VCC қорек көзін +5V-ке және GND-ны GND-ға жалғаймыз [7].



4.1 Сурет – HC-SR04 ультрадыбыстық датчигін Arduino Uno платасына қосу сұлбасы

Сервожетекті Arduino Uno платасына тікелей жалғауға болады. Ол үшін сервожетектен үш сым жіберілуі керек:

- қызыл – қорек; 5V контактісіне немесе тікелей қорек көзіне қосылады
- қара – жер
- сары – сигнал; Arduino-ның сандық шығысына жалғанады

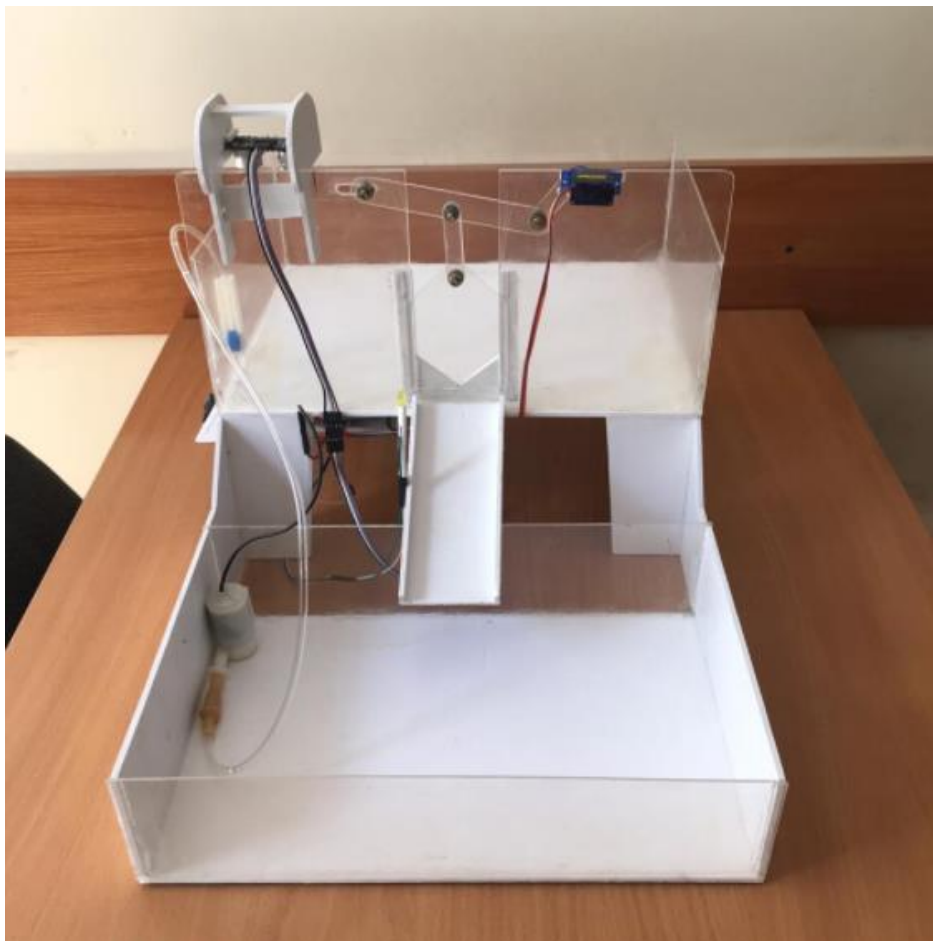


4.2 Сурет – Сервожетекті Arduino Uno платасына қосу сұлбасы

Сервожетекті бағдарламалау Servo кітапханасының негізінде жүзеге асырылады. Бұл кітапхананың стандартты командалары төменде көрсетілген:

- `attach(int)` – сервожетек пен пинды қосады. Қателік болған жағдайда барлығын 0-ге қайтарады;
- `detach()` – `attach(int)` әрекетіне қарсы әрекетті орындайды, сервожетекті пиннан ажыратады;
- `write(int)` – сервожетектің бұрылу бұрышын орнатады, 0 градустан 180-ге дейін;

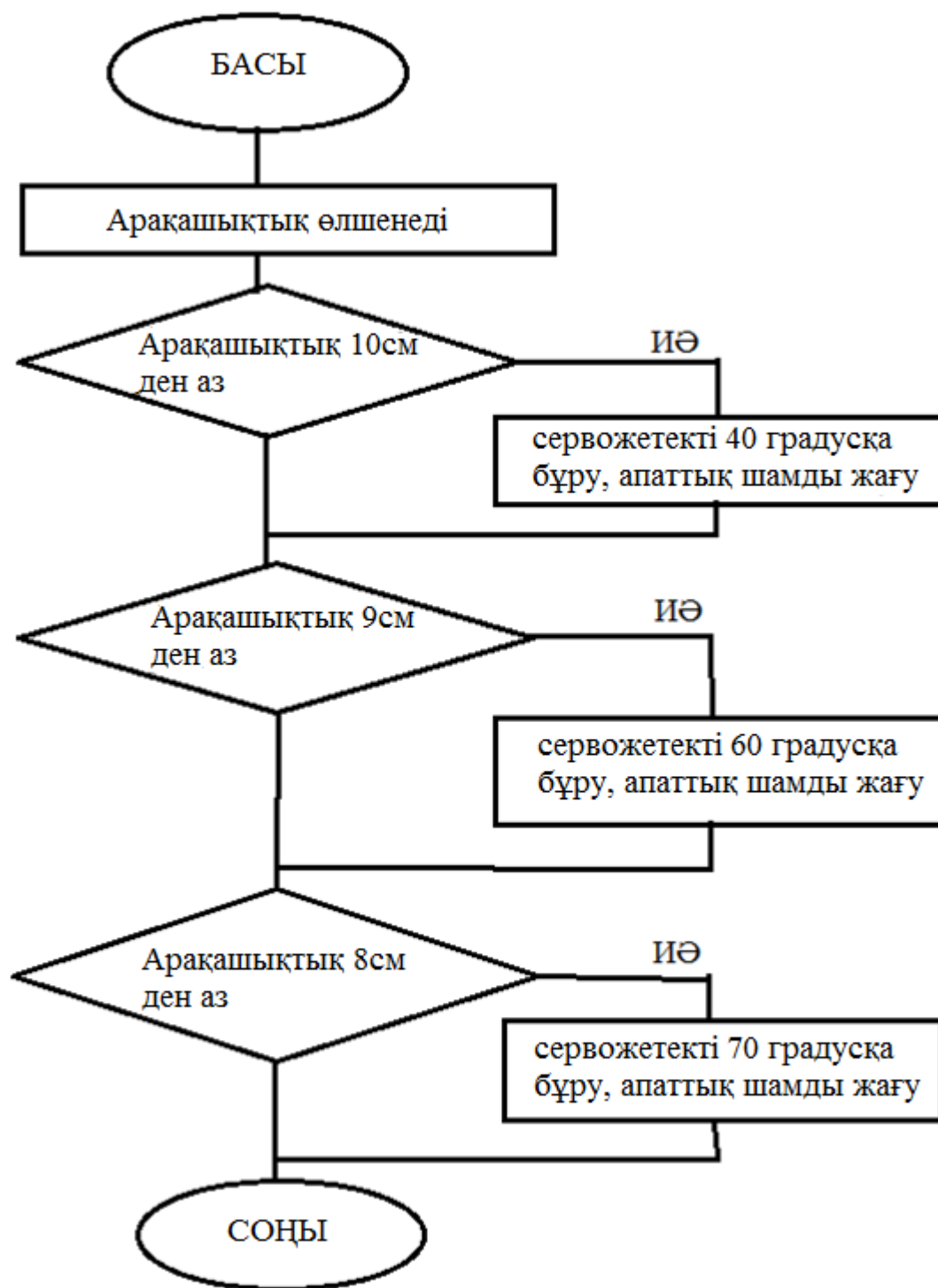
– read() – write (int) орнатқан мәнді қайтарады [8];



4.3 Сурет – Су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғының макеті

4.3 Бағдарламаның алгоритмі

Жобаның алгоритмі дегеніміз – бастапқы мәліметтерден өзіміз қалаған нәтижеге жету үшін арналған нұсқалық. Осы дипломдық жобаның алгоритмі судың көтерілу деңгейіне байланысты құрылғының әрекетін сипаттайды. Құрылғы мен судың ара қашықтығы неғұрлым аз болса, шлюздың ашылуы соғұрлым биік болады. Шлюздың ашылуынан бөлек, бағдарлама апаттық шамды жағуды да іске асырады.



4.4 Сурет – Су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғының алгоритмі

5 Есептеу бөлімі

5.1 Жобаланған құрылғының сенімділігі

Сенімділік-белгіленген пайдалану көрсеткіштерінің мәні шегінде және уақыт бірлігін сақтай отырып, объектінің берілген функцияларды орындау қасиеті [16].

Объектілер сенімділігінің аса маңызды көрсеткіштері – тоқтаусыз жұмыс істеу болып табылады. Оларға жататыны:

- тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы;
- істен шығулардың таралу тығыздығы;
- тоқырау қарқындылығы;
- бас тартуға дейінгі орташа жұмыс.

Тоқтаусыз жұмыс істеудің ықтималдығы төмендегі формуламен анықталады:

$$P(t) = \frac{N_{ж.ж}}{N_{жалпы}} \quad (5.1)$$

мұндағы, $N_{ж.ж}$ – жұмысқа жарамды объектілер саны, $N_{жалпы}$ – жапы объектілер саны.

Ал істен шығудың ықтималдылығы мынадай болады:

$$Q(t) = \frac{N_{i.ш}}{N_{жалпы}} \quad (5.2)$$

Мұндағы $N_{i.ш}$ – істен шығып қалған объектілер саны, ол мына өрнекке тең: $N_{i.ш} = N_{жалпы} - N_{ж.ж}$. Осыдан біз мына өрнекке қол жеткіземіз:

$$Q(t) = \frac{N_{жалпы} - N_{ж.ж}}{N_{жалпы}} = 1 - P(t) \quad (5.3)$$

Егер t уақытына дейінгі жасалған жұмыстың тоқтаусыз және істен шығумен орындалуы бір-біріне кері шама болатынын ескерсек, онда:

$$Q(t) + P(t) = 1 \quad (5.4)$$

Осыдан мына өрнек шығады:

$$Q(t) = 1 - P(t) \quad (5.5)$$

Тоқтаусыз жұмыс істеудің келесі көрсеткіші істен шығулардың таралу тығыздығы болып табылады. Ол келесі формуламен анықталады:

$$f(t) = \frac{\Delta n_{i.ш}}{\Delta t N_{жалпы}} \quad (5.6)$$

$\Delta n_{i.ш} = N(t+\Delta t)_{i.ш} - N(t)_{i.ш}$ болғандықтан, (5.6) формуласын былай жазуға болады:

$$f(t) = \frac{N(t+\Delta t)_{i.ш} - N(t)_{i.ш}}{\Delta t N_{жалпы}} = \frac{Q(t+\Delta t) - Q(t)}{\Delta t} = \frac{\Delta Q(t)}{\Delta t} \quad (5.7)$$

Істен шығулардың таралу тығыздығын анықтау ықтималдығы (5.7) өрнектен $\Delta t \rightarrow 0$ -ге ұмтылған интервалмен анықталады:

$$f(t) = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q(t)}{\Delta t} = \frac{dQ(t)}{dt} \quad (5.8)$$

Өрнектің алымын (5.5) формуласымен алмастырсақ, істен шығулардың таралу тығыздығын аламыз:

$$f(t) = \frac{d(1-P(t))}{dt} = -\frac{dP}{dt} \quad (5.9)$$

Келесі анықталатын параметр – тоқырау қарқындылығы. Ол мына формуламен анықталады:

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n_{i,ш}}{\Delta t N_{ж.ж}} \quad (5.10)$$

$N_{ж.ж}$ мәнін (5.1) өрнегінен қорытып аламыз:

$$N_{ж.ж} = P(t) N_{жалпы}$$

Қорытылған мәнді (5.10) формуласына қоямыз:

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n_{i,ш}}{\Delta t P(t) N_{жалпы}} = \frac{f(t)}{P(t)} \quad (5.11)$$

(5.6) өрнегіндегі $f(t) = \frac{\Delta n_{i,ш}}{\Delta t N_{жалпы}}$ мәнін пайдаланып, (5.11) формуласына қоямыз:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} \quad (5.12)$$

$f(t)$ мәнін (5.9) формуласынан (5.12) өрнегіне жазамыз:

$$\lambda(t) = \frac{-\frac{dP}{dt}}{P(t)} = -\frac{dP}{dt P(t)} \quad (5.13)$$

(5.13) өрнегін түрлендіріп, интегралдаймыз:

$$\int \frac{dP(t)}{P(t)} = -\lambda(t) dt \quad (5.14)$$

Сонымен қатар өрнектің оң жақ шетін де интегралдаймыз:

$$\ln P(t) = -\int \lambda(t) dt \quad (5.15)$$

Осыдан сенімділіктің негізгі көрсеткіштерінің байланыс теңдеуі:

$$P(t) = e^{-\int \lambda(t) dt} = e^{-\lambda t} \quad (5.16)$$

Жоғарыда қарастырылған сенімділік функционалдық көрсеткіштері $P(t)$, $Q(t)$, $f(t)$ және $\lambda(t)$ толық жұмыс істеудің кездейсоқ шамасын $T = \{t\}$ сипаттайды. Сонымен қатар бірқатар практикалық мәселелерді шешу үшін сенімділік есептерінің осы кездейсоқ шамалардың кейбір сандық сипаттамаларын білу жеткілікті болып табылады. Ал ол бірінші кезекте – істен шыққанға дейінгі орташа істелген жұмыс [14].

Біқтималдық анықтау кезінде істен шыққанға дейінгі орташа істелген жұмыс $T_{орт}$ кездейсоқ шамасының математикалық күтуін білдіреді және анықталады:

$$T_{\text{орт}} = \int_0^{\infty} t f(t) dt \quad (5.17)$$

$f(t)$ мәнін (5.9) формуласынан алып, (5.17) өрнегімен алмастырамыз:

$$T_{\text{орт}} = - \int_0^{\infty} \frac{dP(t)}{dt} dt = \int_0^{\infty} t dP(t) = - P(t)t - \int_0^{\infty} P(t) dt$$

Шектердің мәнін қоя отырып, келесі формуланы аламыз:

$$T_{\text{орт}} = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (5.18)$$

$P(t)$ мәні сипатталатын өрнекті (5.16) формуласынан алып, жоғарыдағы өрнекке саламыз:

$$T_{\text{орт}} = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt \quad (5.19)$$

Бөлшектермен интегралдауды пайдалана отырып, (5.19) формуласын түрлендіруге болады:

$$T_{\text{орт}} = - \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} \Big|_0^{\infty} = - \frac{1}{\lambda} (e^{-\lambda \infty} - e^{-\lambda 0}) = \frac{1}{\lambda} \quad (5.20)$$

Жалпы жүйенің сенімділік өрнегі төменде көрсетілген түрде болады:

$$P_{\text{жүйе}} = \prod_{i=1}^n P_i = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n \quad (5.21)$$

Сенімділіктің негізгі көрсеткіш мәнін (5.16) өрнегінен (5.21) формуласына қоямыз:

$$P_{\text{жүйе}} = e^{-\lambda_1 t} * e^{-\lambda_2 t} * e^{-\lambda_3 t} = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) t} \quad (5.22)$$

Бізге белгісіз жүйенің тоқырау қарқындылығын жұмыста қолданылған барлық элементтердің жеке тоқырау қарқындылығы есебінен таба аламыз:

$$\lambda_{\text{жүйе}} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (5.23)$$

Элементтердің тоқырау қарқындылығы төмендегі кестеде көрсетілген.

5.1 Кесте – Жүйе элементтерінің тоқырау қарқындылығы [20]

Аталуы	Тоқырау қарқындылығы $\lambda_p, 10^{-6}, 1/\text{сағ}$
Микроконтроллер	0.015
Датчик	2.6
Сервожетек	0.151
Резистор	0.01
Светодиод	0.02

(5.23) формуласына сүйене отырып, жүйенің жалпы тоқырау қарқындылығын анықтаймыз:

$$\lambda_{\text{жүйе}} = (0,015+0,01+0,151+0,02+2,6) * 10^{-6} = 2,796 * 10^{-6} 1/\text{сағ}$$

Анықталынған жүйенің тоқырау қарқындылығы бойынша (5.20) өрнегінің көмегімен құралдың істен шыққанға дейінгі орташа істелген жұмысын табамыз:

$$T_{\text{орт}} = \frac{1}{2,796 \cdot 10^{-6}} = 3576 \text{ сағат}$$

Жыл бойы тоқтаусыз істеудің сенімділік көрсеткішін анықтаймыз:

$$P(t) = e^{-2,796 \cdot 10^{-6} \cdot 3576} = 0.93$$

Осыған сәйкес, тоқтаудың ықтималдылығы:

$$Q(t) = 1 - P(t) = 1 - 0.93 = 0.07$$

Сенімділік коэффициенті 0,93464 тең, ал сенімділік пайызы 93,46% тең.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жоба барысында су қоймаларында су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғының макеті жасалынды. Жобаланған макеттің құрылысы, құраушы элементтері, бағдарламасы толық қарастырылды. Әрбір элементтің ерекшеліктері сипатталып, апаратты-есептегіш платформаға қосылу сұлбалары көрсетілді. Бағдарламалау нәтижесінде жобаның автоматты түрде жұмыс істеуіне қол жеткіздім. Макетті тексеру барысында қойылған талаптар бойынша берілген командалар орындалды. Сынау нәтижесінде әрбір элементтің өзіне жүктелген міндеттерін орындауын қадағаладым. Барлық мәндерді есепке ала отырып жасалынған жұмыстың сенімділігін анықтадым.

Жобаны орындау кезінде алға қойылған барлық тапсырмалар мен міндеттер шешілді.

Су қоймаларында су деңгейін бақылайтын сигналдық құрылғы су деңгейін қадағалап, апаттық жағдайларды болдырмауға арналған. Су қоймаларындағы шлюзды ашып-жабылуы автоматтандырылады. Төнген қауіп жөнінде хабарлама жіберіледі. Бұл бізге мыңдаған адам қазасы мен миллиондаған экономикалық шығынды алдын алуға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016.
2. Шебалкова Л.В. Микроволновые и ультразвуковые сенсоры: Учебное пособие / Шебалкова Л.В., Легкий В.Н., Ромодин В.Б. – Новосибирск: НГТУ, 2015. - 172с.
3. Сервоприводы // [Электронный ресурс]. URL: <http://wiki.amperka.ru/робототехника:сервоприводы>.
4. Ультразвуковые датчики // [Электронный ресурс]. URL: <https://mirrobo.ru/micro/ultrazvukovye-datchiki/>
5. Обзор ультразвукового датчика расстояния HC-SR04 // [Электронный ресурс]. URL: <http://robotchip.ru/obzor-ultrazvukovogo-datchika-rasstoyaniya-hc-sr04/>
6. Шонфелдер, Г. Измерительные устройства на базе микропроцессора ATmega -СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
7. Ультразвуковой датчик расстояния и Arduino // [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino-diy.com/arduino-ultrazvukovoy-datchik-rasstoyaniya>
8. Сервоприводы для Ардуино проектов // [Электронный ресурс]. URL: <https://arduinoplus.ru/arduino-servoprivod/>
9. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике. М., Изд-во иностр. лит., 1967.
10. Сравнение плат Arduino // [Электронный ресурс]. URL: https://ampermarket.kz/base/arduino_family/
11. Плата Arduino Uno // [Электронный ресурс]. URL: <https://volti9.ru/wiki/arduino-uno-review/>
12. Работа со средой Arduino // [Электронный ресурс]. URL: https://robohobby.by/lessons/arduino_ide_tutorial/
13. Язык программирования Arduino C++ // [Электронный ресурс]. URL: <https://роботехника18.рф/язык-программирования-ардуино/>
14. Беляев Ю.К. Надежность технических систем: Справочник / Ю.К. Беляев, В.А. Богатырев, В.В. Болотин и др.; Под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.
15. Расчёт надёжности // [Электронный ресурс]. URL: https://wiki2.org/ru/Расчёт_надёжности
16. Барлоу Р., Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. -М.: Наука, 1984. - 328 с.
17. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
18. Оценка надёжности устройства // [Электронный ресурс]. URL: <https://megapredmet.ru/1-55528.html>
19. Половко А. М. Основы теории надёжности. — М.:Наука, 1964. — 446с.

20. Интенсивность отказов элементов справочник // [Электронный ресурс]. URL: <https://areliability.com/intensivnost-otkazov-elementov-spravochnik/>

ҚОСЫМША А

```
#include <Servo.h>
int trigPin = 10;
int echoPin = 11;
int rLed = 12;
int yLed = 8;
int bLed = 9;
int Led777 = 7;
Servo servo;
int ledState = LOW;
long previousMillis = 0;
long interval = 1000;
void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(bLed, OUTPUT);
  pinMode(yLed, OUTPUT);
  pinMode(rLed, OUTPUT);
  pinMode(Led777, OUTPUT);
  servo.attach(9);
  servo1.write(0);
}
void loop() {
  int duration, distance;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = duration / 58;
  if (distance < 10) {
    digitalWrite(bLed, HIGH);
    servo.write(40);
    digitalWrite(led777, ledState);
  }
  else {
    digitalWrite(bLed, LOW);
```

```
    }  
  
    if (distance < 9) {  
        digitalWrite(yLed, HIGH);  
        servo.write(60);  
    }  
    else {  
        digitalWrite(yLed, LOW);  
    }  
    if (distance < 8) {  
        digitalWrite(rLed, HIGH);  
        servo.write(70);  
    }  
    else {  
        digitalWrite(yLed, LOW);  
    }  
    if (distance > 10) {  
        digitalWrite(ledState == LOW);  
        servo.write(0);  
  
        delay(500);  
  
    }
```