

## **КІРІСПЕ**

Қазақстандағы Ертіс өзенінде орналасқан Киров су қоймасы өңірдің гидрологиялық режимін реттеуде, халықты және өнеркәсіпті су ресурстарымен қамтамасыз етуде, сондай-ақ ықтимал су тасқынының алдын алуда маңызды рөл атқарады. Бұл су қоймасының құрылысы бүкіл облыстың инфрақұрылымын дамытудағы маңызды қадам болды, бұл оны елдің су шаруашылығы жүйесіндегі негізгі объектілердің біріне айналдырды.

### **Киров су қоймасының маңызы**

Киров су қоймасы аймақ инфрақұрылымының негізгі элементі ретінде қоршаған орта мен экономиканың тұрақтылығы мен дамуына ықпал ететін көптеген функцияларға ие. Негізгі функциялардың бірі-Ертіс өзенінің ағынын реттеу. Бұл тек техникалық процесс емес; бұл экологиялық қажеттіліктер мен адамның қажеттіліктері арасындағы тепе-теңдікті сақтауға бағытталған шара. Ағынды суларды реттеу жауын-шашынның қарқынды кезеңінде апатты су тасқынының алдын алуға көмектеседі және құрғақшылық кезінде судың жеткілікті деңгейін қамтамасыз етеді, бұл суаруға тәуелді аграрлық аумақтар үшін өте маңызды.

Су деңгейін тұрақты деңгейде ұстау ауылшаруашылық жерлерінің құрғақшылықтан немесе топырақтың батпақтануынан қорықпай дамуына мүмкіндік береді. Бұл шаруа қожалықтары мен жалпы агробизнестің өнімділігі мен экономикалық тұрақтылығын арттыруға ықпал етеді. Өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін, әсіресе технологиялық процестерінде суға тәуелді кәсіпорындар үшін реттелетін су көзінің болуы өте маңызды. Бұл олардың тиімді және үзіліссіз жұмыс істеу қабілетін қамтамасыз етеді.

Экономикалық аспектіден басқа, Киров су қоймасы аймақтың экологиялық тепе-теңдігінде маңызды рөл атқарады. Ол көптеген су және жағалау түрлерінің тіршілік ету ортасын қамтамасыз ете отырып, биодиверситеттің сақталуы мен дамуына жағдай жасайды. Су қоймалары бұл сияқты балықтардың, құстардың және басқа да су жануарларының әртүрлі түрлері үшін баспана ретінде қызмет етеді, олардың көпшілігі өз тауашаларында экологиялық тепе-теңдікті сақтау үшін маңызды. Бұл өз кезегінде тұрақты дамудың негізгі аспектісі болып табылатын биологиялық әртүрлілікті сақтауға ықпал етеді.

### **Зерттеудің өзектілігі мен өзектілігі**

Климаттық жағдайлардың өзгеруі Киров су қоймасының жұмысына және жағдайына қатты әсер етеді. Температураның өсуі және жауын-шашын режимдерінің өзгеруі буланудың жоғарылауына және нәтижесінде су қоймасындағы су деңгейінің төмендеуіне әкеледі. Бұл ауылшаруашылық сумен жабдықтаудан бастап биоәртүрлілікті сақтауға дейінгі су қоймасының барлық функцияларына қауіп төндіреді. Өнеркәсіптік шығарындылар мен ауылшаруашылық ағындарын қоса алғанда, антропогендік әсер судың сапасына қосымша қауіп төндіреді, бұл тазарту мен қалпына келтіруді қажет етеді.

Жағалау эрозиясы мәселесі су қоймасының аумағын азайту және оның гидрологиялық функцияларына әсер ету арқылы қосымша қиындықтарды тудырады. Бұл жағалаудағы түрлердің тіршілік ету ортасының азаюына және су жануарлары мен өсімдіктерінің көбею жағдайларының нашарлауына әкеледі. Биоалуантүрліліктің төмендеуі экожүйедегі теңгерімсіздікке әкелуі мүмкін, бұл оны сыртқы әсерлерге төзімді етеді және инвазиялық түрлердің дамуына ықпал етеді.

Судың ластануы адам мен жануарлардың денсаулығына теріс әсер ететін тағы бір үлкен қауіп болып табылады. Өнеркәсіптік химиялық заттар, ауыр металдар және басқа ластаушы заттар су экожүйесінде жиналып, ауыз судың сапасы мен су ресурстарының қауіпсіздігіне әсер етуі мүмкін. Бұл мәселелер оларды бақылау және жою үшін жаңа тәсілдер мен технологияларды қолдануды талап етеді.

Жасанды интеллект пен машиналық оқытуды қоса алғанда, заманауи технологияларды қолдану осы мәселелерге тиімді шешімдер ұсына алады. AI алгоритмдері су қоймасындағы трендтер мен ауытқуларды анықтау үшін үлкен көлемдегі деректерді талдауға қабілетті. Бұл ағымдағы өзгерістерге жауап беріп қана қоймай, сонымен қатар су ресурстарын басқаруды оңтайландыру және ықтимал экологиялық апаттардың алдын алу арқылы болашақ өзгерістерді болжауға мүмкіндік береді.

#### **Жасанды интеллектті қолдану**

Киров су қоймасының жағдайын талдау және болжау үшін жасанды интеллект әдістерін, соның ішінде Машиналық оқыту алгоритмдерін және кескінді өңдеуді қолдану ұсынылады. Бұл технологиялар әртүрлі көздерден алынған деректердің үлкен көлемін, соның ішінде спутниктік суреттерді, қашықтықтан зондтау деректерін және жердегі бақылауларды өңдеуге мүмкіндік береді. Конволюциялық нейрондық желілер сияқты терең оқыту әдістері су деңгейінің өзгеру уақытын талдау, су қоймасының шекараларын анықтау және оның экожүйесіндегі ауытқуларды анықтау үшін қолданылады.

#### **Жобаның негізгі мақсаты**

Бұл зерттеу жобасының негізгі мақсаты Киров су қоймасының жағдайындағы өзгерістерді бақылауға және болжауға арналған сенімді, жоғары дәлдіктегі модельді құру және тексеру болып табылады. Бұл модель өзгерістерге барабар жауап бере алуы, нақты болжамдарды қамтамасыз етуі және нақты уақыт режимінде су қоймасын басқару бойынша негізделген шешімдер қабылдауды қолдауы керек. Ол су қоймасының ағымдағы және болжамды күйінің жан-жақты көрінісін қамтамасыз ету үшін әртүрлі деректер көздерін, соның ішінде спутниктік кескіндерді, ауа райы деректерін, гидрологиялық және геологиялық деректерді біріктіреді.

#### **Әдістеме**

Зерттеу деректерді талдаудың әртүрлі әдістері мен технологияларын біріктіретін кешенді тәсілді қолдануға негізделген. Классикалық статистикалық әдістер де, Машиналық оқыту мен нейрондық желілердің озық алгоритмдері де қолданылады. Бұл нәтижелердің жоғары дәлдігін және оларды жедел жаңарту мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

### **Зерттеу нысаны**

Киров су қоймасы-бұл аймақтың экологиялық және экономикалық тұрақтылығы үшін маңызды ірі гидротехникалық құрылым. Су қоймасы өзен ағынын реттеуден және ауылшаруашылық жерлерін сумен қамтамасыз етуден бастап су тасқынының алдын алуға және жергілікті балық шаруашылығын дамытуға дейін көптеген функцияларды орындайды.

### **Зерттеу пәні**

Киров су қоймасының су және жағалау экожүйелерінің өзгеру динамикасын қамтиды. Судың физика-химиялық параметрлері, биоәртүрліліктің өзгеруі, жағалау сызығының эрозиясы және өнеркәсіптік және тұрмыстық ластану сияқты антропогендік әсерлер зерттелуде. Бұл өзгерістер экожүйеге және суды басқаруға әсер ету призмасы арқылы талданады.

### **Күтілетін нәтижелер**

Зерттеу нәтижелері:

1. Су қоймасының экожүйесіндегі өзгерістерге нақты реакция уақытын қамтамасыз етіңіз.
2. Климаттың өзгеруіне және антропогендік әсерлерге бейімделу стратегияларын әзірлеу.
3. Судың сапасын жақсарту және жағалау аймақтарының биоәртүрлілігін арттыру.
4. Жергілікті және ұлттық билік органдарына су ресурстарын басқару бойынша ұсыныстар тұжырымдау.

Зерттеудің аяқталуы Киров су қоймасының динамикасы мен оның аймаққа әсері туралы жан-жақты түсінік береді. Жасанды интеллектті бақылау және басқару процестеріне біріктіру су ресурстарын басқарудың жаңа деңгейіне көшуге мүмкіндік береді, бұл процесті тиімдірек және болжамды етеді. Бұл зерттеудің ғылыми қоғамдастыққа және су ресурстарын басқару практикасына қосқан үлесі өңірдегі тұрақты дамуға және экологиялық тепе-теңдікті сақтауға ықпал ететін елеулі болады.

1 Су ресурстарының динамикасын талдауда жасанды интеллекттің қолданылуына шолу

### 1.1 Су объектілерін болжамды зерттеудегі AI технологияларының маңызы

Соңғы жылдары табиғи ресурстарды басқаруда, әсіресе су объектілерінің жағдайын бақылау және болжау мәселелерінде жасанды интеллектті (AI) пайдалануға қызығушылық айтарлықтай өсті. Бұл табиғи және антропогендік факторлардың әсерінен су объектілерінде болатын өзгерістерді дәл және жедел талдау қажеттілігінің артуына байланысты. Жасанды интеллект технологияларын қолдану деректердің сапасы мен жылдамдығын едәуір жақсартуға мүмкіндік береді, бұл мүмкін экологиялық дағдарыстарға уақтылы жауап беру үшін өте маңызды.

Сумен жабдықтау мен рекреацияның маңызды көзі ретінде қызмет ететін ең ірі жасанды су қоймаларының бірі Киров су қоймасының мысалында жасанды интеллект суды тиімді басқаруға қалай ықпал ететінін көруге болады. Су бетінің ауданы туралы тарихи және ағымдағы деректерді пайдалана отырып, су қоймасының ағымдағы күйін талдап қана қоймай, суды пайдалануды жоспарлауға және экожүйені қорғауға көмектесетін болашақ өзгерістерді болжауға болады.

Су қоймасының спутниктік суреттерін талдау үшін қолданылатын OpenCV сияқты машиналық көру және бейнелеу технологиялары су бетінің өзгеруін анықтауда жоғары дәлдікті қамтамасыз етеді. Бұл технологиялар бұрын айтарлықтай еңбек пен уақытты қажет ететін маңызды өзгерістер мен тенденцияларды көрсете отырып, үлкен көлемдегі кескіндерді автоматты түрде өңдеуге мүмкіндік береді.

Су ресурстарын басқаруда жасанды интеллектті қолдану экологиялық мониторинг пен талдаудың дәстүрлі тәсілдерін қайта қарастырады. AI деректерді жинауды тездетіп қана қоймайды, сонымен қатар дәстүрлі статистикалық әдістерді қолдану кезінде байқалмай қалуы мүмкін күрделі қатынастарды анықтау арқылы оларды талдаудың дәлдігін арттырады. Бұл технологиялар климаттың өзгеруіне бейімделуге, суды тиімді басқаруға және экологиялық апаттардың алдын алуға көмектеседі, қауіп-қатерге жедел әрекет ету үшін нақты уақыттағы деректерді ұсынады.

Жасанды интеллект технологиясының маңыздылығы әсіресе Киров су қоймасы сияқты ірі су объектілерін басқару аясында байқалады. AI негізіндегі жүйелер ауа-райы жағдайлары, судың сапасы және су деңгейі туралы ақпараттың үлкен массивтерін талдай алады, бұл резервуардың ағымдағы күйін дәл бағалауға және оның болашақ өзгерістерін болжауға мүмкіндік береді. Бұл су

ресурстарын бөлу мәселелерін шешу үшін өте маңызды, әсіресе құрғақшылық кезінде немесе ауа-райының басқа жағдайларында.

Сондай-ақ, AI технологиялары суды пайдаланудың тұрақты тәжірибесін дамытуда шешуші рөл атқарады. Олар қазіргі өзгерістерге жауап беріп қана қоймай, климаттың болжамды өзгеруін және халық пен өнеркәсіп қажеттіліктерінің ықтимал өзгеруін ескере отырып, суды басқарудың ұзақ мерзімді стратегияларын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Осылайша, AI су объектілерінің биоәртүрлілігін сақтаудың және экологиялық тепе-теңдікті сақтаудың ажырамас құралы болып табылады.

Демек, су объектілерін талдау мен мониторингке жасанды интеллект технологияларын енгізу су ресурстарын басқарудың тиімділігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар жаһандық экологиялық қауіпсіздік пен Тұрақты даму үшін маңызды болып табылатын суды пайдаланудың тұрақты әдістерін дамытуға ықпал етеді.

## 1.2 Су ресурстарының өзгеруін талдауда Машиналық оқыту әдістерін қолдану

Машиналық оқыту әдістері су ресурстарының өзгеруін талдау мен болжаудың маңызды құралы болып табылады, әсіресе Киров су қоймасы сияқты ірі су объектілерін басқару контекстінде. Үлкен көлемдегі деректерді өңдеу және талдау қабілетінің арқасында Машиналық оқыту дәстүрлі тәсілдерде көрінбейтін тенденциялар мен заңдылықтарды анықтауға мүмкіндік береді [2].

Менің зерттеуімде Киров су қоймасының ауданы туралы деректердің уақыт қатарын талдау үшін әртүрлі Машиналық оқыту алгоритмдері қолданылады. Бұл деректер спутниктік суреттер және басқа гидрометеорологиялық көздер арқылы жиналады. Осы тұрғыда машиналық оқытуды қолдану су қоймасының ағымдағы күйін бағалауға ғана емес, сонымен қатар ағымдағы тенденциялар мен тарихи деректер негізінде болашақ өзгерістерді болжай алатын модельдер жасауға мүмкіндік береді.

Менің жұмысымда машиналық оқытуды қолданудың бір мысалы- TensorFlow кітапханасы арқылы жасалған нейрондық желілерді пайдалану. Бұл модельдер су деңгейінің өзгеру заңдылықтарын тануға үйретіледі, бұл мүмкін құрғақшылықты немесе су тасқынын болжау үшін өте маңызды. Төтенше жағдайларды болжаудан басқа, бұл модельдер су ресурстарын пайдалануды оңтайландыруға көмектеседі, бұл су шаруашылығы қызметінде шешім қабылдауға негіз береді.

Зерттеуде қолданылатын машиналық оқытудың тағы бір әдісі — деректердің негізгі тенденциялары мен циклдік өзгерістерін анықтау үшін Фурье

түрлендіру алгоритмдері арқылы уақыт қатарын талдау. Бұл түрлендіру су деңгейінің өзгеруінің негізгі компоненттерін бөліп көрсетуге және оларды ұзақ мерзімді климаттық өзгерістер немесе маусымдық ауытқулар аясында талдауға мүмкіндік береді.

Машиналық оқытуды талдау сонымен қатар табиғи және антропогендік әсерлерді ажырата отырып, су балансының өзгеру түрлерін анықтау үшін қолдануға болатын жіктеу және кластерлеу әдістерін қамтиды. Бұл әдістер ағымдағы өзгерістерді дәл бағалауға ғана емес, сонымен қатар су ортасына жағымсыз әсерлерді бейімдеу және азайту бойынша ұсыныстарды тұжырымдауға мүмкіндік береді.

Киров су қоймасының деректерін талдау үшін машиналық оқытуды пайдалану осы технологиялардың су ресурстарын басқару үшін дәл және жедел деректерді қамтамасыз етудегі әлеуетін көрсетеді. Бұл әсіресе жаһандық климаттың өзгеруі жағдайында маңызды, мұнда дәстүрлі тәсілдер су айдындарының гидрологиялық режиміндегі жылдам және болжанбайтын өзгерістерге төтеп бере алмайды.

### 1.3 Болжау жүйелерін әзірлеудің технологиялық тәсілдері

Су ресурстарын бақылау үшін тиімді болжау жүйелерін әзірлеу деректерді жинауды, оларды аналитикалық өңдеуді және модельдеуді қамтитын кешенді тәсілді қажет етеді. Менің дипломдық жұмысым Киров су қоймасындағы өзгерістерді болжаудың дәл және сенімді жүйесін құру үшін әртүрлі технологиялық құралдар мен әдістемелерді біріктіруге бағытталған.

Жүйенің негізгі элементтерінің бірі-спутниктік суреттерді талдау үшін компьютерлік көруді қолдану, бұл су қоймасының ауданындағы өзгерістерді дәл анықтауға мүмкіндік береді. OpenCV кітапханасын пайдалана отырып, біз су бетін бөлектеу үшін HSV (реңк, қанықтылық, мән) кеңістігінде түс бойынша сүзуді және кейіннен су айдынының контурын анықтауды қамтитын кескінді өңдеу әдісін әзірледік. Бұл резервуардың шекараларын анықтаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді және деректерді жинау процесінің маңызды бөлігі болып табылады. [9]

Әрі қарай, жиналған деректер TensorFlow негізінде жасалған Машиналық оқыту модельдері үшін кіріс параметрлері ретінде пайдаланылады. Бұл модельдер резервуардың ауданы мен метеорологиялық жағдайлар туралы тарихи мәліметтерден үйренеді, бұл оларға су қоймасындағы болашақ өзгерістерді болжауға мүмкіндік береді. Терең оқытуды, атап айтқанда

нейрондық желілерді қолдану су қоймасының күйіне әсер ететін көптеген факторлар арасындағы күрделі тәуелділіктерді алуға мүмкіндік береді [28].

Жүйенің маңызды бөлігі сонымен қатар су деңгейінің өзгеруіндегі негізгі периодтық компоненттер мен трендтерді анықтау үшін Фурье түрлендіру әдістерін қамтитын уақыт қатарын талдау модулі болып табылады. Бұл аналитикалық құралдар негізгі заңдылықтарды бөліп көрсетуге және олардың су қоймасының болашақ күйіне әсерін болжауға көмектеседі.

Болжамдардың сенімділігі мен дәлдігін қамтамасыз ету үшін жүйе үнемі жаңа деректермен жаңартылып отырады, бұл модельді өзгертін жағдайларға динамикалық түрде бейімдеуге мүмкіндік береді. Жасанды интеллектті компьютерлік көру әдістерімен және аналитикалық алгоритмдермен біріктіру Климаттық жағдайлардың жоғары белгісіздігі мен өзгергіштігі жағдайында тиімді жұмыс істей алатын қуатты болжау платформасын жасайды.

Осылайша, әзірленген технологиялық тәсілдер мен Интеграцияланған шешімдер Киров су қоймасының су ресурстарын басқару тиімділігін арттырып қана қоймай, сонымен қатар аймақтағы табиғи ресурстарды пайдалануды тұрақты дамытуға және оңтайландыруға ықпал ететін кешенді болжау жүйесін құруды қамтамасыз етеді.

## 2 Су қоймасын бақылау үшін жасанды интеллект моделін әзірлеу және оқыту

### 2.1 Киров су қоймасын бақылау үшін спутниктік суреттердің көзін таңдау

Спутниктік бақылау қазіргі экологиялық ғылым мен табиғи ресурстарды басқарудың ажырамас құралы болып табылады. Спутниктер экожүйелердегі өзгерістерді бақылау, суды басқару, жерді пайдалануды жоспарлау және экологиялық өзгерістерді талдау үшін пайдалануға болатын құнды деректерді ұсынады. Спутниктік бақылау арқылы алынған деректер зерттеушілер мен мемлекеттік органдарға қоршаған ортаның жай-күйі туралы өзекті ақпарат негізінде негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

Әлемде Google Earth Engine, NASA Worldview және EOSDA LandViewer сияқты спутниктік деректерге қол жеткізуді қамтамасыз ететін бірнеше ірі платформалар бар. Бұл платформалардың әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері мен артықшылықтары бар:

Google Earth Engine спутниктік кескіндердің кең каталогын және оларды талдау алгоритмдерін ұсынады, бұл оны ғылыми зерттеулердің қуатты құралына айналдырады. Дегенмен, ол пайдаланушылардан деректерді бағдарламалау және

өңдеу туралы білімді талап етеді, бұл оқытылмаған пайдаланушылар үшін кедергі болуы мүмкін.

NASA Worldview жаһандық спутниктік деректерге жылдам қол жеткізуді қамтамасыз етеді және бақылау мен визуализацияға арналған. Платформа өрттер, шанды дауылдар және қар жамылғылары сияқты қазіргі табиғи оқиғаларды бақылау үшін тамаша. Бірақ ол тарихи деректерді беру және талдау тұрғысынан икемді емес.

EOSDA LandViewer мұрағаттық және ағымдағы спутниктік деректермен жұмыс істеу үшін икемді құралдарды ұсынуға бағытталған. Бұл платформа іздеуді әртүрлі опциялар бойынша, соның ішінде бұлттылық бойынша реттеуге мүмкіндік береді, бұл оны кескіннің жоғары дәлдігін қажет ететін жобалар үшін тамаша таңдау етеді. Іздеу параметрлерін теңшеу: Платформа бұлтты таңдауды, түсіру уақытын және басқа опцияларды қоса алғанда, кеңейтілген сүзу мүмкіндіктерін ұсынады, бұл ауа-райының әсерінен бұрмаланбай сапалы кескіндерді алу үшін өте маңызды.

Киров су қоймасын зерттеу үшін бірнеше себептерге байланысты EOSDA LandViewer таңдалды:

1. Қол жетімділік және пайдаланудың қарапайымдылығы: EOSDA LandViewer интерфейсі интуитивті, бұл геоақпараттық жүйелерге маманданбаған зерттеушілер үшін кіру шегін төмендетеді.

2. Кескін параметрлерін теңшеу: таңдаудың маңызды аспектісі бұлт параметрлерін және басқа критерийлерді теңшеу мүмкіндігі болды, бұл талдауға кедергі келтіретін бұлттар немесе көлеңкелер сияқты айтарлықтай кедергісіз сапалы кескіндерді алуға мүмкіндік береді.

3. Көптеген деректер көздерін қолдау: EOSDA LandViewer әртүрлі спутниктерден деректерге қол жеткізуді қамтамасыз етеді, бұл қажетті спектрлік ажыратымдылық пен уақыт шеңберін ескере отырып, нақты зерттеу тапсырмалары үшін оңтайлы деректерді таңдауға мүмкіндік береді.

Eosda LandViewer-ді Киров су қоймасы туралы спутниктік деректерді жинауға арналған платформа ретінде таңдау оның функционалдығына, икемділігіне және ыңғайлылығына байланысты. Бұл қасиеттер оны ғылыми зерттеулер мен қоршаған ортаны тұрақты басқаруды қолдай отырып, табиғи ресурстардағы өзгерістерді жан-жақты талдау және бақылау үшін тамаша құрал етеді.

Зерттеудің бір бөлігі ретінде Киров су қоймасының спутниктік суреттерін іздеу параметрлерін таңдау бұлттылық сияқты бұрмалаушы факторлардың әсерін азайту үшін мұқият тәсілді қажет етті. EOSDA LandViewer платформасы



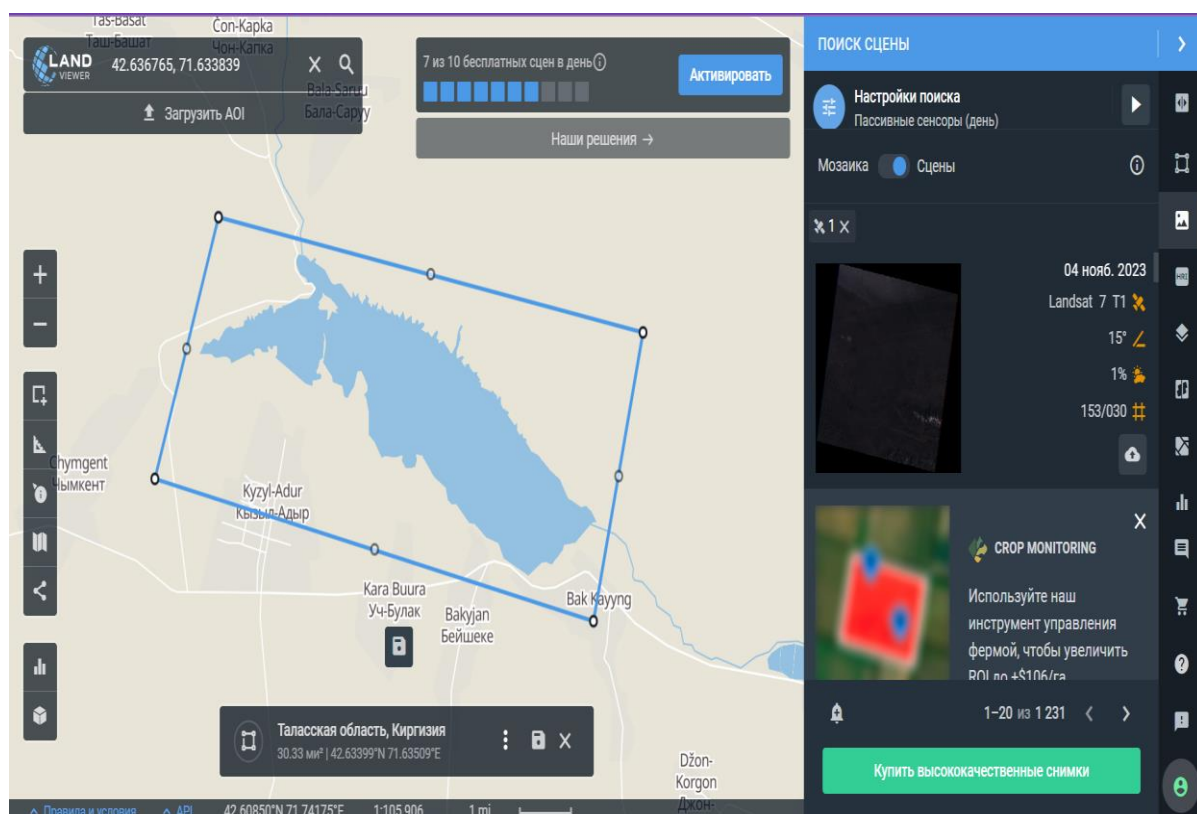
белгілі бір критерийлерге сәйкес кескін іздеуді тиімді конфигурациялауға және сүзуге мүмкіндік беретін интуитивті интерфейсін ұсынады.

EOSDA LandViewer платформасын қалай пайдаланғанымызды интерфейс бойынша нұсқаулық ретінде айта кетсем:

### 1. Кіру және интерфейсін орнату:

Платформаға кіргеннен кейін пайдаланушы деректерді іздеуге және талдауға арналған әртүрлі құралдар бар әлем картасының басты бетіне өтеді.

Экранның жоғарғы жағында көрсетілген деректерді конфигурациялау үшін "қабат" және спутниктік суреттерді іздеуді бастау үшін "іздеу" тармағын таңдауға болатын құралдар тақтасы орналасқан.



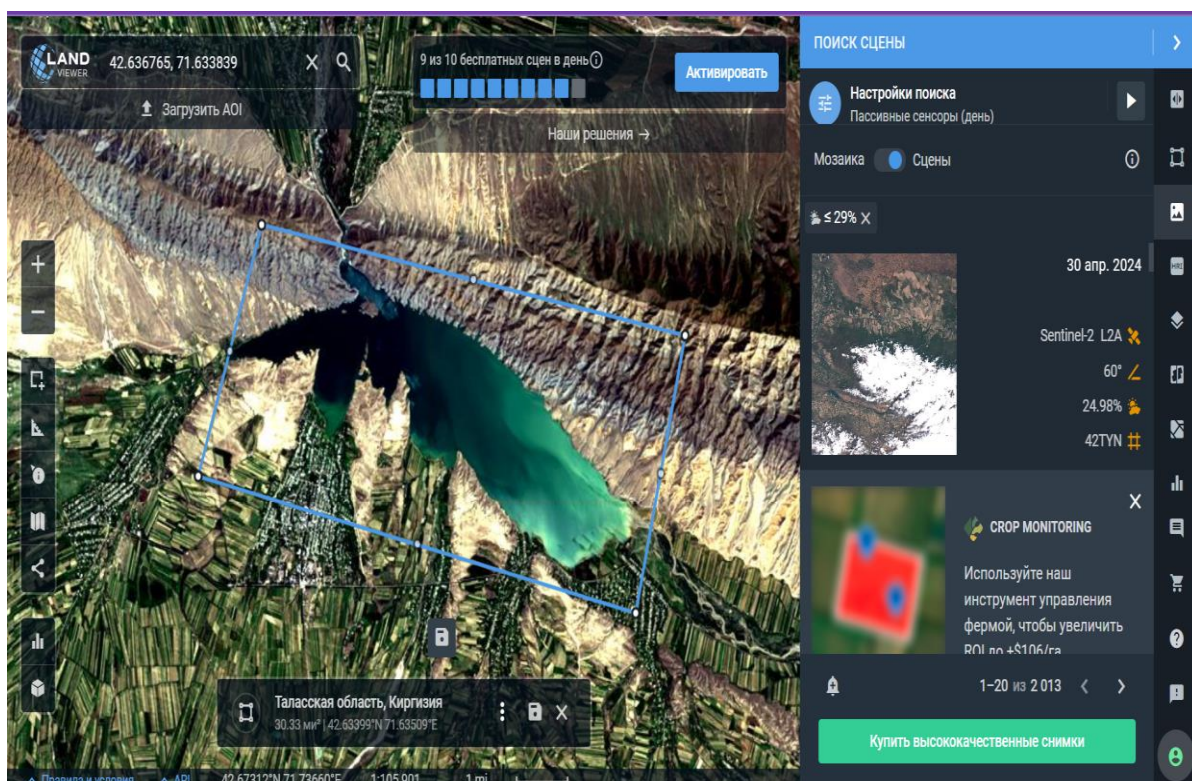
2.1 - сурет. Land Viewer сайтынан Киров су қоймасының контурының картасы

### 2. Іздеу параметрлерін теңшеу:

"Іздеу" қойындысында қызығушылық аймағының географиялық атауы немесе координаттары, бұл жағдайда Киров су қоймасы енгізіледі.

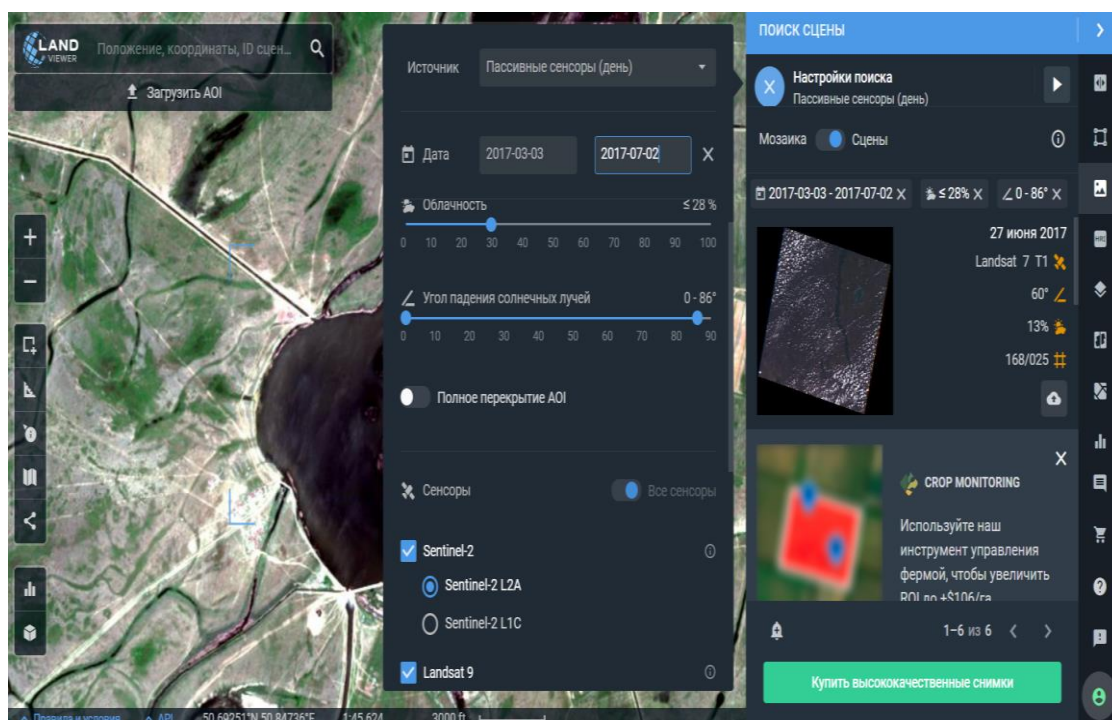
Аймақ жүктелгеннен кейін картада қол жетімді спутниктік кескіндер пайда болады, оларды күн, бұлт деңгейі және басқа параметрлер бойынша одан әрі сүзуге болады. 2.1–суретте Киров су қоймасының контуры көрсетілген. Сонымен қатар экранның оң жағында қолжетімді спутниктер кескіндерімен

көрсетілген. Жоғарғы оң жақта 1 күнге шектеулі кескін сандары көрсетілген. Яғни мен, қарапайым пайдаланушы 1 күнге 10 кескіннен артық ала алмаймын.



2.2–сурет. Sentinel-2 спутнигі түсірген кескін

2.2 – суретте Sentinel-2 спутнигі түсірген кескін бейнеленген.



2.3–сурет. Бұлттылық пен түсіру уақытын көрсету параметрлері



Бұлтты сүзгіні орнату үшін 2.3–суретте бейнеленгендей бұлтты қамтуды азайту үшін жүгірткіні қажетті мәнге (20-30%) жылжыту керек.

### 3. Сәйкес кескіндерді таңдау:

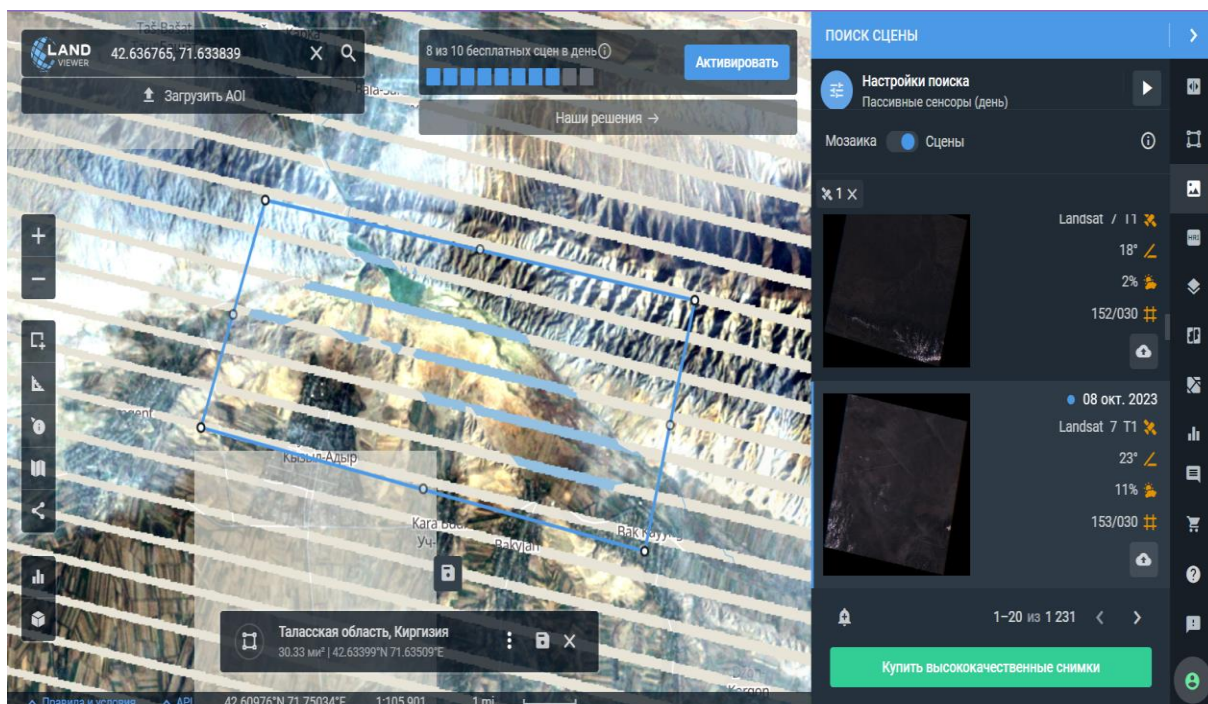
Бұлттылық пен түсіру уақытының сәйкес параметрлері бар суреттер панельде көрсетіледі. Әрбір суретті басу арқылы алдын ала қарауға болады. Әрбір сурет үшін метадеректер туралы егжей-тегжейлі ақпарат бар, оның ішінде геолокацияның дәлдігі мен түсірілім күні бар, бұл зерттеу дәлдігі үшін өте маңызды.



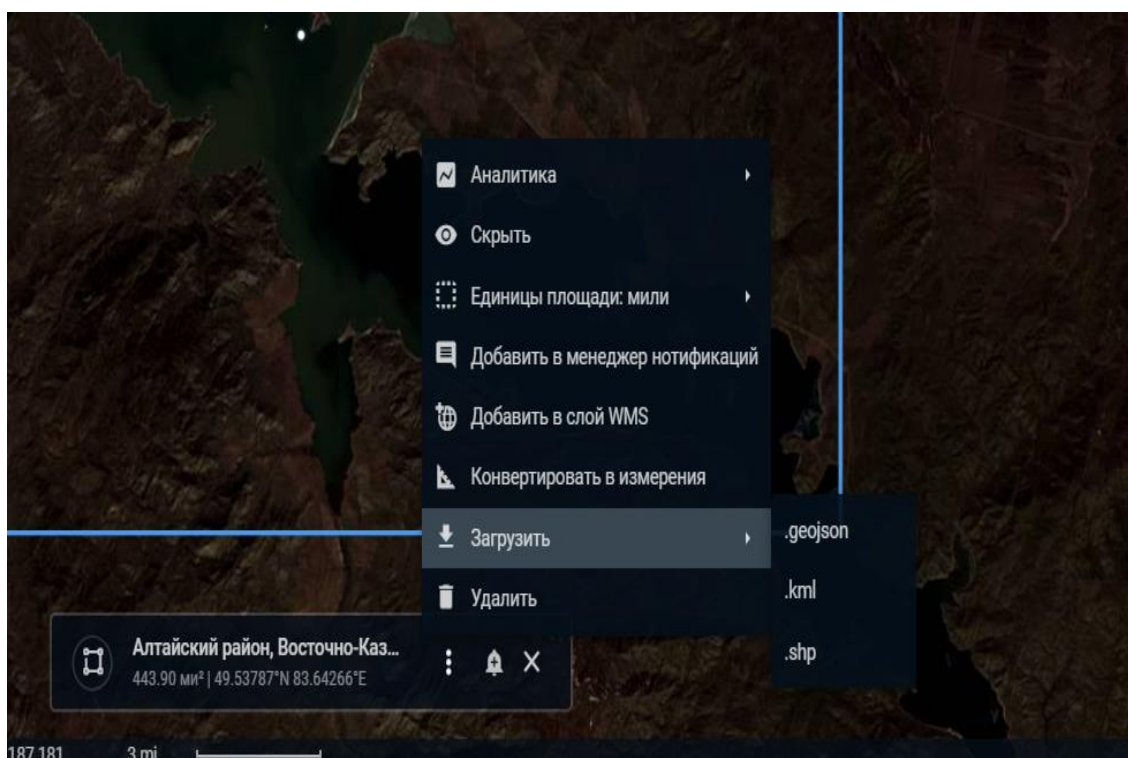
2.4–сурет. Sentinel-2 спутнигі түсірген Киров су қоймасының қыс мезгіліндегі кескіні

### 4. Суреттерді талдау және жүктеу:

Қажетті кескінді таңдағаннан кейін оны төменгі интерфейс тақтасында қол жетімді құралдарды пайдаланып тікелей шолғышта талдауға болады. Алайда, көптеген уақыттары түсірілген кескіндер жолақты болды. Жобамда зерттеу дәлдігі жақсы болуы үшін жолақсыз, таза суреттер жинадым. 2.5 – суреттен байқауға болады. Бұл құралдарға үлкейту, жарықтық пен контрастты өзгерту және әртүрлі спектрлік сүзгілерді қолдану кіреді. Таңдалған суретті одан әрі талдау үшін "жүктеу" мәзірінен сәйкес опцияны таңдау арқылы жүктеуге болады, мұнда пайдаланушылар жүктеу үшін файл пішімі мен спектрлік қабаттарды таңдай алады.



2.5-сурет. Жолақты Киров су қоймасының кескіні



2.6-сурет. Кескін сақтау процессі

## 5. Көрнекі бағалау және деректерді пайдалану:

Соңғы кескінді жүктемес бұрын, су бетінің маңызды бөлшектерін жасыра алатын бұлттардың немесе көлеңкелердің жоқтығына көз жеткізу үшін оны визуалды бағалау жүргізіледі. Кескін жүктелгеннен кейін деректер одан әрі



талдауға және зерттеуге, соның ішінде су қоймасының ауданын өлшеуге және оның өзгеруін бақылауға дайын [10].

Бұл процесс спутниктік суреттерді тиімді жинауға және талдауға мүмкіндік беріп қана қоймайды, сонымен қатар суды бақылау және басқару үшін деректердің жоғары дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз етеді. EOS Land Viewer платформасы өзінің функционалдығы арқасында экологиялық зерттеулер мен тұрақты даму жобалары үшін таптырмас құралға айналуда.



2.7 - сурет. Киров су қоймасының ресми шекарасы

## 2.2 Су ресурстарының өзгеруін талдауда Машиналық оқыту әдістерін қолдану

Компьютерлік көру-бұл визуалды деректерді жоғары дәлдікпен талдауға мүмкіндік беретін жасанды интеллекттің ең қарқынды дамып келе жатқан салаларының бірі. Гидрологиялық зерттеулерде компьютерлік көру спутниктік суреттерді талдау және суды бақылау мен басқаруға қатысты процестерді автоматтандыру үшін қолданылады. Менің дипломдық жұмысымның контекстінде Киров су қоймасының шекараларын анықтау үшін компьютерлік көру әдістерін қолдану су бетінің ауданын өлшеу процесін автоматтандыруға және су қоймасының өзгеруіне дәл талдау жасауға мүмкіндік берді. Су қоймасының шекараларын талдауда компьютерлік көруді кеңейтілген қолдану

Киров су қоймасының спутниктік суреттерін талдауда компьютерлік көруді қолдану зерттеудің дәлдігі мен тиімділігінде айтарлықтай артықшылықтар береді. Бұл технология су беттерін анықтауға және сиантификациялауға ғана емес, сонымен қатар олардың уақыт бойынша динамикасын талдауға мүмкіндік береді, бұл климаттық өзгерістердің, антропогендік әрекеттердің және басқа да экологиялық факторлардың су ресурстарына әсерін түсіну үшін өте маңызды.

Сәйкестендірудің жоғары дәлдігі: компьютерлік көру кескіндерді егжей-тегжейлі өңдеуге мүмкіндік береді. Машиналық оқыту және кескінді өңдеу алгоритмдерінің көмегімен су денелерінің шекараларын, тіпті ішінара өсімдіктермен немесе көлеңкемен жабылған болса да, дәл анықтауға болады. Бұл әсіресе визуалды деректерді түсіндірудің қиындығына байланысты дәстүрлі әдістер қате жіберуі мүмкін жағдайларда өте маңызды.

Процесті автоматтандыру: компьютерлік көру арқылы деректерді жинау мен талдауды автоматтандыру зерттеу процесін айтарлықтай жылдамдатады және қолмен талдауда қателіктерге әкелуі мүмкін адам факторын азайтады. Бұл сонымен қатар үлкен көлемдегі деректерді өңдеуге мүмкіндік береді, бұл дәстүрлі тәсілдермен айтарлықтай уақыт пен қаржылық шығындарсыз мүмкін емес.

Икемділік және масштабтау: компьютерлік көру әдістері әртүрлі жағдайларға оңай бейімделеді және зерттеу қажеттіліктеріне байланысты масштабталуы мүмкін. Бұл технологияны кішігірім көлдерден бастап үлкен су қоймаларына дейін әртүрлі көлемдегі және типтегі су объектілерін бақылауға өте ыңғайлы етеді.

Өзгерістерді бақылау: компьютерлік көруді қолданудың маңызды аспектілерінің бірі-су объектілерінің шекарасындағы өзгерістерді үнемі бақылау мүмкіндігі. Бұл қазіргі жағдайды жазып қана қоймай, сонымен қатар өзгеру динамикасын талдауға мүмкіндік береді, бұл экологиялық жобалардың әсерін бағалау, суды басқару және климаттың өзгеруіне бейімделу стратегияларын әзірлеу үшін өте маңызды.

Киров су қоймасының шекараларын анықтау үшін компьютерлік көру әдістерін қолдану экологиялық зерттеулерде осы технологияның болашағын көрсетеді. Бұл тәсіл талдаудың дәлдігі мен тиімділігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар жаһандық экологиялық өзгерістер жағдайында су ресурстарын түсіну мен басқарудың жаңа мүмкіндіктерін ұсынады. Нәтижесінде, компьютерлік көру қазіргі экологтың арсеналында ажырамас құралға айналады, су жүйелерін тереңірек және жан-жақты зерттеуге ықпал етеді.

Киров су қоймасының спутниктік кескіндерін талдау және өңдеу үшін Python бағдарламалау тілімен біріктірілген OpenCV (Open Source Computer

Vision Library) кітапханасы пайдаланылды. Бұл комбинация өзінің қуатына, икемділігіне және мүмкіндіктерінің кең ауқымына байланысты компьютерлік көру саласындағы ең танымал комбинациялардың бірі болып табылады.

Python-жоғары деңгейлі бағдарламалау тілі, ол өзінің оқылуымен, қысқалығымен және икемділігімен ерекшеленеді. Ол көптеген кітапханалар мен құрылымдарды қолдайды, бұл деректерді талдау, Машиналық оқыту және компьютерлік көру жобалары үшін тамаша таңдау жасайды. Python-ның кейбір негізгі артықшылықтарына мыналар жатады:

Бай экожүйе: Python-да NumPy, SciPy, Matplotlib және Pandas сияқты деректерді ғылыми есептеуге, визуализациялауға және талдауға арналған кең кітапханалар жиынтығы бар.

Қарапайымдылық пен интуитивтілік: Тіл жаңадан бастаушылар үшін оңай үйренеді және кодтың қысқалығы мен тазалығына байланысты күрделі жүйелерді дамытуда тиімді.

Платформа аралық: Python барлық негізгі операциялық жүйелерде қолданыла алады, бұл әмбебаптық пен кең қамтуды қамтамасыз етеді.

OpenCV-бастапқыда кескін жұмысын оңтайландыруға және әртүрлі компьютерлік көру операцияларын орындауға арналған Ашық бастапқы кітапхана. Спутниктік суреттерді талдау контекстінде OpenCV келесі мүмкіндіктерді ұсынады:

OpenCV RGB-ді HSV-ге түрлендіру сияқты түс кеңістігін өзгерту үшін көптеген операцияларды қолдайды, бұл нысандарды түс бойынша сегменттеу үшін өте маңызды.

Өңдеу және сүзу: Кітапхана кескін сапасын жақсарту және қызығушылық тудыратын нысандарды бөлектеу үшін тегістеу, шекті өңдеу және сүзудің басқа түрлерін ұсынады.

Контурларды іздеу және талдау: OpenCV су денелерінің шекараларын анықтау үшін қолданылатын контурларды табу және талдау тапсырмаларымен тиімді жұмыс істейді.

OpenCV-де кескіндерді өңдеу математикалық әдістер мен алгоритмдерді қолдануды қамтиды. Негізгі элемент-кескінді машинада оқылатын түрге түрлендіру және оны талдау үшін математикалық амалдарды қолдану. Мысалы, шекті өңдеу кескіннің белгілі бір аймақтарын бөлектеу үшін пиксель қарқындылығын салыстыру әдістерін қолданады. Сондай-ақ, контурларға негізделген ауданды есептеу таңдалған объектілердің өлшемдерін бағалауға мүмкіндік беретін жуықтау және интеграция алгоритмдерін қамтиды.[7]

Киров су қоймасының спутниктік суреттерін талдау үшін Python және OpenCV пайдалану заманауи технологиялардың қоршаған ортаны бақылаудың

күрделі тапсырмаларын басқарылатын және автоматтандырылған процестерге қалай түрлендіре алатынын көрсетеді. Бұл құралдар үлкен көлемдегі деректерді өңдеуді жеңілдетіп қана қоймайды, сонымен қатар зерттеу нәтижелерінің дәлдігі мен сенімділігін арттырады, бұл оларды қазіргі экологиялық ғылым мен табиғи ресурстарды басқаруда таптырмас етеді.

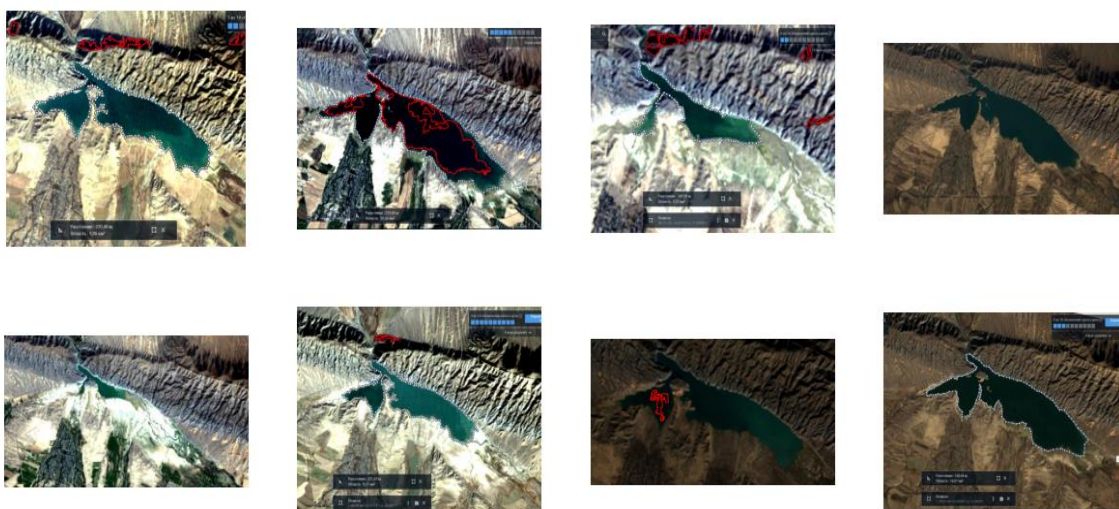
Мен суреттерді жеке қалталарға сақтауды ұйымдастырдым, олардың әрқайсысы белгілі бір маусымға сәйкес келді: көктем, жаз, күз және қыс. Бұл бөлу маған талдау тәсілін жүйелеуге көмектесті және нақты деректер құрылымын қамтамасыз етті.

Қалта құрылымын құру: менің компьютерімде әр маусымға төрт негізгі қалта жасадым. Бұл маған деректерді оңай шарлауға және зерттелетін уақыт кезеңіне байланысты қажетті суреттерге жылдам қол жеткізуге мүмкіндік берді.

Кескіндердің жіктелуі: әрбір спутниктік кескін мұқият зерттелді және оның жасалған күніне сәйкес маусым бойынша жіктелді. Мен оны қай қалтаға салу керектігін анықтау үшін әдетте кескін метадеректеріне енгізілген түсірілім күні туралы деректерді қолдандым.

Процесті автоматтандыру: суреттерді сұрыптау процесін автоматтандыру үшін мен Python-да қарапайым сценарийді қолдандым, ол әр файлдың метадеректерін талдап, оны тиісті қалтаға көшірді.

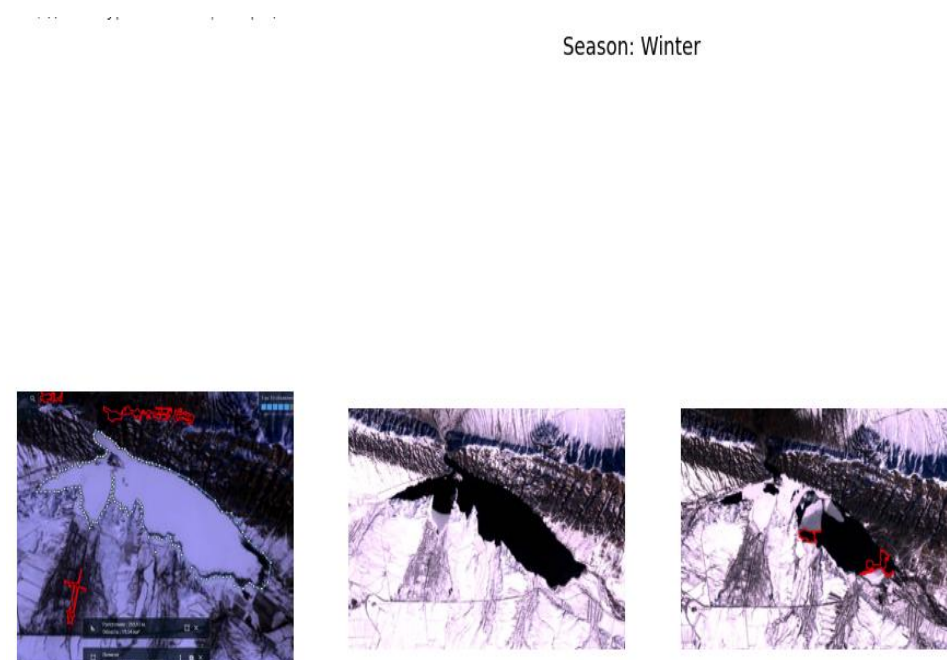
Season: Autumn



2.8 - сурет. Киров су қоймасының күз мезгіліндегі кескіндері

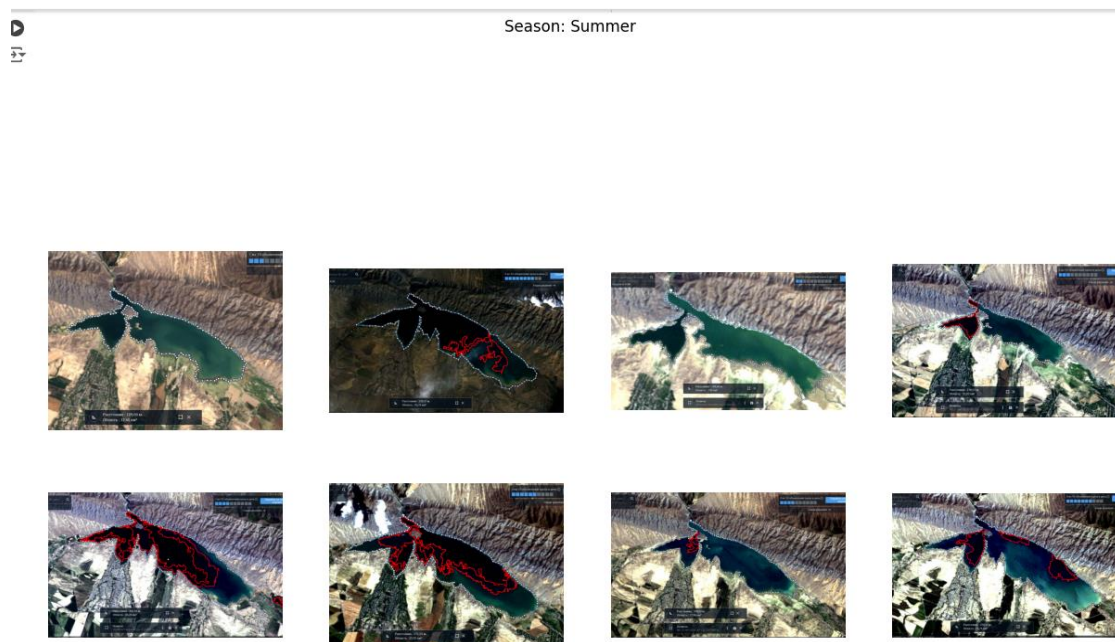


Бұл деректерді талдауға дайындау процесін едәуір жеделдетті. Деректерді ұйымдастырудың бұл әдісі қоймадағы өзгерістерді талдау бойынша жұмысымды едәуір жеңілдетті.



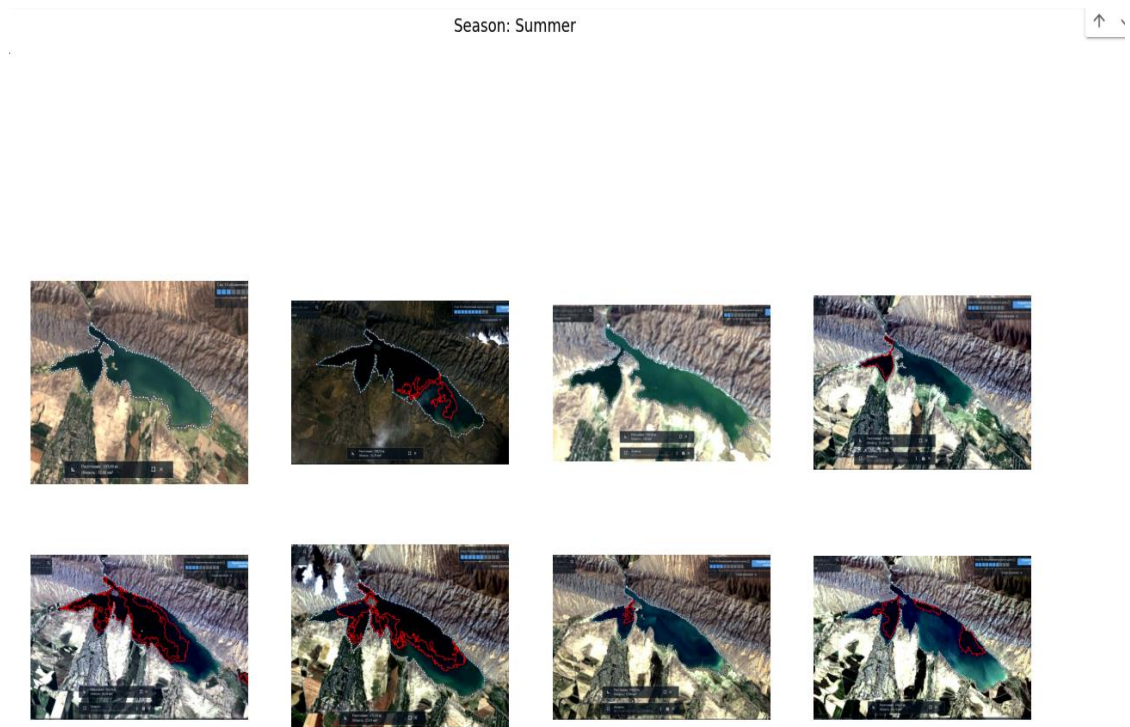
2.9 - сурет. Киров су қоймасының қыс мезгіліндегі кескіндері

Маусымдық бөліну су деңгейінің өзгеруін дәлірек бақылауға және оларды маусым контекстінде талдауға мүмкіндік берді, бұл әсіресе мұздың еруі немесе белгілі бір кезеңдерде жауын-шашынның көбеюі сияқты табиғи процестерді түсіну үшін өте маңызды.

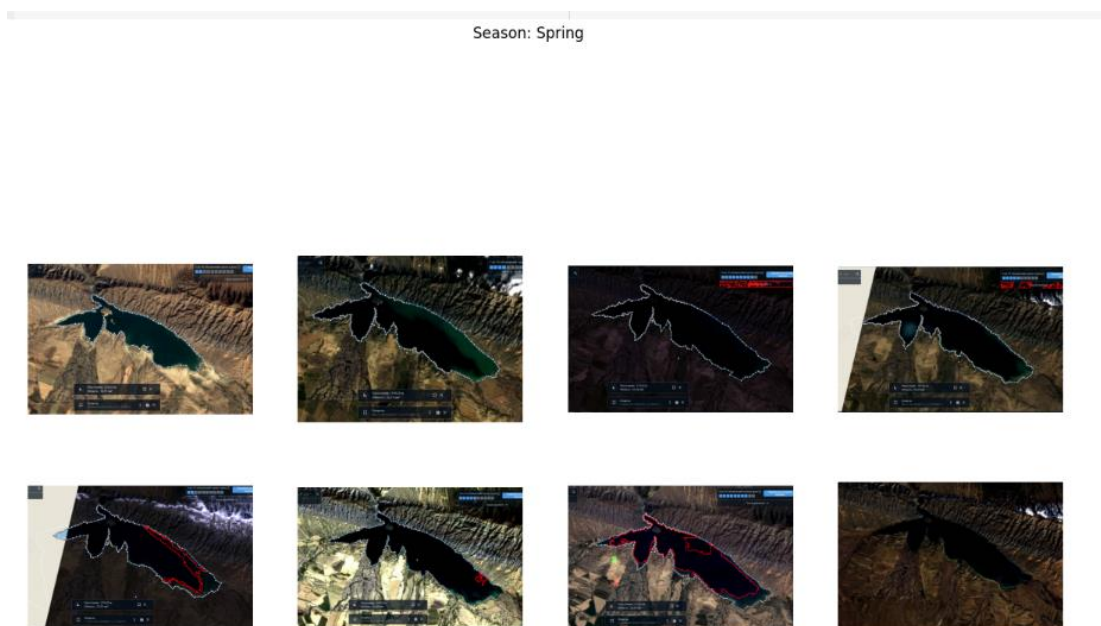


2.10 - сурет. Киров су қоймасының жаз мезгіліндегі кескіндері

Ол сондай-ақ кез келген ауытқуларды немесе өзгерістерді айқынырақ анықтауға мүмкіндік беретін бір маусымдағы кескіндерді визуалды салыстыруды жеңілдетті.



2.11 - сурет. Киров су қоймасының жаз мезгіліндегі кескіндері



2.12 - сурет. Киров су қоймасының күз мезгіліндегі кескіндері

Менің дипломдық жұмысымда Киров су қоймасының спутниктік суреттері OpenCV кітапханасы мен Python бағдарламалау тілі арқылы жүзеге асырылатын

компьютерлік көру әдістерін қолдана отырып талданады. Зерттеудің мақсаты - әр түрлі уақыт кезеңдерінде оның ауданын бағалау үшін су қоймасының шекарасындағы өзгерістерді анықтау. Зерттеудің ерекшелігі-су қоймасының көрінуінің маусымдық өзгеруіне бейімделу үшін кескінді өңдеудің әртүрлі әдістерін қолдану. Осы тұста [20] , [21] сілтеме жасадым.

### 1. Түсті түрлендіру

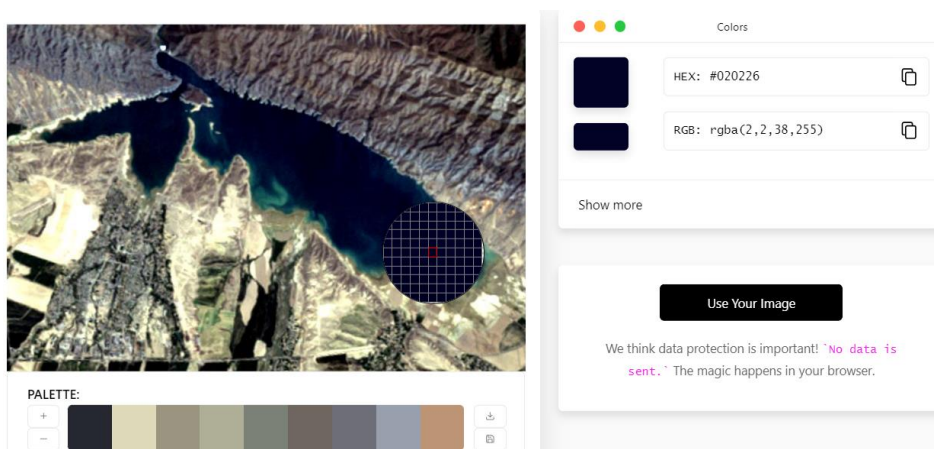
Бастапқы спутниктік кескіндерді RGB-ден HSV-ге түрлендіру түс кеңістігі деректер тізбегіндегі алғашқы қадам болып табылады. Бұл ауысу HSV кеңістігінің түстерді тонусы, қанықтылығы және жарықтығы бойынша жақсырақ бөлу қабілетіне байланысты қажет, бұл әсіресе су беттерін бөлектеу үшін маңызды.

Техникалық қиындықтар: қыста тоған көбінесе мұзбен немесе қармен жабылып, судың дәстүрлі түстерін өзгертеді. Мұндай жағдайларда су қармен көзбен араласып, оны анықтауды қиындатады. Бұл мәселені шешу үшін жыл мезгіліне байланысты су бетінің визуалды сипаттамаларының өзгеруіне бейімделуге мүмкіндік беретін HSV динамикалық шекті түзету жүйесі жасалды.

### 2. Түс маскаларын жасау

Белгілі бір HSV шектеріне сүйене отырып, су беттерін оқшаулау үшін маскalar жасалады. Бұл табалдырықтар жыл мезгіліне және спутниктік суреттің ерекшеліктеріне байланысты суды білдіретін әрбір түс үшін эксперименталды түрде реттеледі.

Қиындықтар: жазғы суреттерде көбінесе күн сәулесі болады, олар су беттері ретінде қате жіктелуі мүмкін. Мұндай қателіктерді азайту үшін қоршаған ортаға қатысты жарықтық пен контраст бойынша олардың типтік сипаттамаларын ескере отырып, жарықты сүзуге арналған арнайы Алгоритмдер қолданылады.



2.13 - сурет. Кескіннің түс реңкін анықтау



### 3. Маскаларды өңдеу

"Немесе" логикалық операциясын қолдана отырып, маскаларды біріктіру барлық ықтимал су беттерін қамтитын бірыңғай маска жасауға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл суреттегі тоғанның дұрыс бөліну ықтималдығын арттырады.

Мәселелер: жоғары бұлттылық немесе тұман кезеңдерінде маскалар толық емес немесе бөлшектелген аймақтарды қамтуы мүмкін, бұл контурларды кейіннен өңдеуді қиындатады. Мұндай мәселелерді азайту үшін маскалардың сапасын жақсартуға көмектесетін морфологиялық операциялар (кеңейту және тарылту) сияқты кескінді өңдеудің қосымша әдістері қолданылады.

### 4. Контурларды іздеу және сүзу

Жалпы Маска жасалғаннан кейін су бетінің ықтимал шекараларын білдіретін контурлар ізделеді. Контурлық талдау су объектілеріне жауап беретін маңызды аймақтарды бөлуге мүмкіндік береді.

Техникалық қиындықтар: бұл кезеңдегі басты мәселе-шу немесе кескін артефактілерінен туындауы мүмкін шағын контурларды сүзу. Тиімді сүзуге осы шекті деңгейге жетпейтін элементтерді қоспағанда, контурдың минималды ауданының шегін белгілеу арқылы қол жеткізіледі.

### 5. Контурды талдау

Соңғы кезеңде су қоймасының негізгі су бетінің өкілдері болып саналатын ең үлкен контурларға талдау жасалады. Ең үлкен контурдың ауданы өлшенеді және пиксельден шаршы шақырымға түрлендіріледі, бұл тоғанның ағымдағы өлшемін дәл бағалауға мүмкіндік береді.



Найдено 295 контуров  
Площадь контуров для изображения 2013-09-19.jpg:  
Площадь контура 1 после фильтрации: 184897.0  
Площадь контура 2 после фильтрации: 300084.0  
Площадь контура 3 после фильтрации: 3056.0

2.14 - сурет. Киров су қоймасының маскамен шектелуі

Менің дипломдық жұмысымның бір бөлігі ретінде суреттерді компьютерлік көру арқылы өңдеу ғана емес, сонымен қатар Киров су қоймасының аумағындағы өзгерістерді кейіннен талдау үшін мәліметтер жинауды ұйымдастыру міндеті қойылды. Бұл процесс спутниктік суреттерді жинауды, олардан ақпарат алуды және деректерді талдауға ыңғайлы түрде жүйелеуді қамтыды.



2.15 - сурет. Киров су қоймасының ауданы есептелуі

Деректерді жинап бастау үшін мен су қоймасын бақылауға жарамды спутниктік деректер көздерін мұқият таңдадым. Судың шекарасын мүмкіндігінше дәл анықтау үшін ең аз бұлтты және жоғары ажыратымдылықтағы кескіндерді таңдау маңызды болды. Landsat және Sentinel сияқты жерсеріктердің ашық деректері пайдаланылды, олар жер бетінің тұрақты және дәл суреттерін ұсынады.

Сәйкес кескіндерді таңдағаннан кейін оларды жүктеу және алдын-ала өңдеу процедурасы жасалды. Әрбір сурет стандартты RGB-ден HSV-ге түрлендірілді түс кеңістігі су беттерін бөлуді жақсарту үшін. Сонымен қатар, мен HSV маскаларының табалдырықтарын маусымдық ерекшеліктерге және ауа-райының әртүрлі жағдайларына бейімдеу үшін реттедім, бұл су шекараларын бөлудің дәлдігін жақсартты.

Барлық өңделген кескіндер мен алынған мәліметтер ұйымдастыруды және жүйелеуді қажет етті. Мен құрылымдық мәліметтер базасын құрдым, онда әр

элементте түсірілім күні, су бетінің ауданы және жауын-шашын мен ауа температурасы сияқты су деңгейінің өзгеруіне әсер етуі мүмкін басқа параметрлер туралы ақпарат бар. Ол үшін үлкен көлемдегі деректерді тиімді басқаруға және бастапқы статистикалық талдауға мүмкіндік беретін Microsoft Excel бағдарламасы қолданылды.

	A	B	C
1	<b>date</b>	<b>area</b>	
2	19.07.1999	18,92	
3	07.10.1999	16,76	
4	27.05.2000	21,17	
5	30.07.2000	6,94	
6	09.10.2000	2,16	
7	30.05.2001	20,3	
8	10.09.2001	4,64	
9	08.05.2002	26,67	
10	11.07.2002	26,08	
11	31.10.2002	13,3	
12	11.05.2003	25,54	
13	30.07.2003	24,17	
14	18.10.2003	16,93	
15	11.04.2004	26,05	
16	09.07.2004	21,5	
17	20.10.2004	8,96	

Парақ1

Готово Специальные возможности: все в п

2.16 - сурет. Деректерді жинау

Дереккордағы әрбір жазба кескіндерді автоматты түрде өңдеу процесінде орын алуы мүмкін қателер немесе ауытқулар үшін мұқият тексерілді. Мен деректерді тазартудың әртүрлі әдістерін қолдандым, соның ішінде көшірмелерді жою, артефактілерді түзету және мәндерді қалыпқа келтіру. Бұл кейінгі модельдеу мен талдау үшін бастапқы деректердің жоғары сенімділігін қамтамасыз етті.

Деректер базасын дайындағаннан кейін су қоймасының ауданының өзгеру динамикасын зерттеу үшін сандық талдау әдістері қолданылды. Талдау уақыт қатарларын статистикалық өңдеуді, аймақтың өзгеруінің басқа экологиялық факторлармен байланысын анықтауға арналған корреляциялық талдауды және алынған мәліметтер негізінде болашақ өзгерістерді модельдеуді қамтыды.

Деректерді жинау және талдау процесін жүйелеу менің дипломдық жұмысымның сәттілігінде шешуші рөл атқарды. Бұл Киров су қоймасының қазіргі жағдайын дәл анықтап қана қоймай, оның өзгеруіне негізделген болжамдар жасауға мүмкіндік берді. Нәтижелер су ресурстарын басқару

бойынша ұсыныстарды әзірлеуге негіз болды және аймақтағы су экожүйесін сақтау және қалпына келтіру шараларын жоспарлау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Қиындықтар: су мұзбен жабылған кезеңдерде жарықтар немесе қар қабаттары салдарынан ең үлкен контур біркелкі емес немесе бірнеше бөлікке бөлінуі мүмкін. Мұндай жағдайларда су қоймасының шекараларын дұрыс анықтау үшін текстурасы мен түсін қосымша талдауды қамтитын аралас тәсіл қолданылады.

Киров су қоймасының спутниктік суреттерін талдау үшін компьютерлік көру әдістерін қолдану оның аумағының өзгеруін бағалаудың сенімді әдістемесін жасауға мүмкіндік берді. Бұл тәсіл суды бақылау мен басқаруды жақсартуға ықпал ете отырып, деректерді өңдеудің дәлдігі мен тиімділігінде айтарлықтай артықшылықтарды көрсетеді.

## 2.3 Су қоймасы аймағындағы метеорологиялық деректерді өңдеу және талдау

Қоңыржай континенттік климат аймағында орналасқан Киров су қоймасының аймағы ауыл шаруашылығына, өнеркәсіпке, халықтың денсаулығына және биоәртүрлілікке тікелей әсер етуі мүмкін. Климаттық жағдайлардың айтарлықтай өзгеруіне ұшырайды. Бұл өзгерістерді түсіну Климаттық ауытқулардың ықтимал зақымдануын азайтуға көмектесетін адаптивті суды басқару стратегияларын әзірлеу үшін өте маңызды.

Метеорологиялық деректерді талдау температураның, жауын-шашынның және желдің өзгеру тенденцияларын қадағалап қана қоймай, сонымен қатар су қоймасындағы су деңгейінің өзгеруіне байланысты мүмкін болатын экологиялық өзгерістерді болжауға мүмкіндік береді. Бұл деректер ғалымдар мен жергілікті билік органдарына су ресурстарын бөлу, жаңа гидротехникалық құрылыстарды салуды жоспарлау және су ортасын сақтау шараларын қолдану туралы ақпараттандырылған шешімдер қабылдауға көмектеседі. Ұзақ мерзімді перспективада бұл талдау өңірдің тұрақты дамуына, оның экономикасын нығайтуға және халықтың өмір сүру сапасын жақсартуға ықпал етеді.

Осылайша, мен климаттық деректерді талдаудың әдіснамалық тәсілдерін сипаттап қана қоймай, алынған нәтижелердің әлеуметтік-экономикалық және экологиялық маңыздылығын атап көрсеткім келеді. Зерттеу өзгермелі климат жағдайында табиғи ресурстарды басқару саласындағы болжамдар мен жоспарлауды қалыптастыру үшін пайдаланылуы мүмкін заңдылықтарды анықтауға бағытталған.

Деректерді жинау зерттеу процесінің бастапқы және маңызды кезеңі болып табылады. Осы талдау үшін бастапқы деректер Киров су қоймасы

орналаасқан метеорологиялық станциясының мұрағатынан алынды. Бұл деректер 2000-2023 жылдар аралығындағы орташа, максималды және минималды ауа температурасы туралы күнделікті жазбаларды қамтыды. Деректер электрондық кестелерде жүйеленді, бұл оларды кейінгі өңдеу мен талдаудың ыңғайлылығын қамтамасыз етті. Мен бұл деректерді жинауым жайлы айта кетсем:

Сайтқа кіру:

- Бірінші кезекте мен Kazhydromet ресми сайтына кірдім.

Деректер бөлімін іздеу:

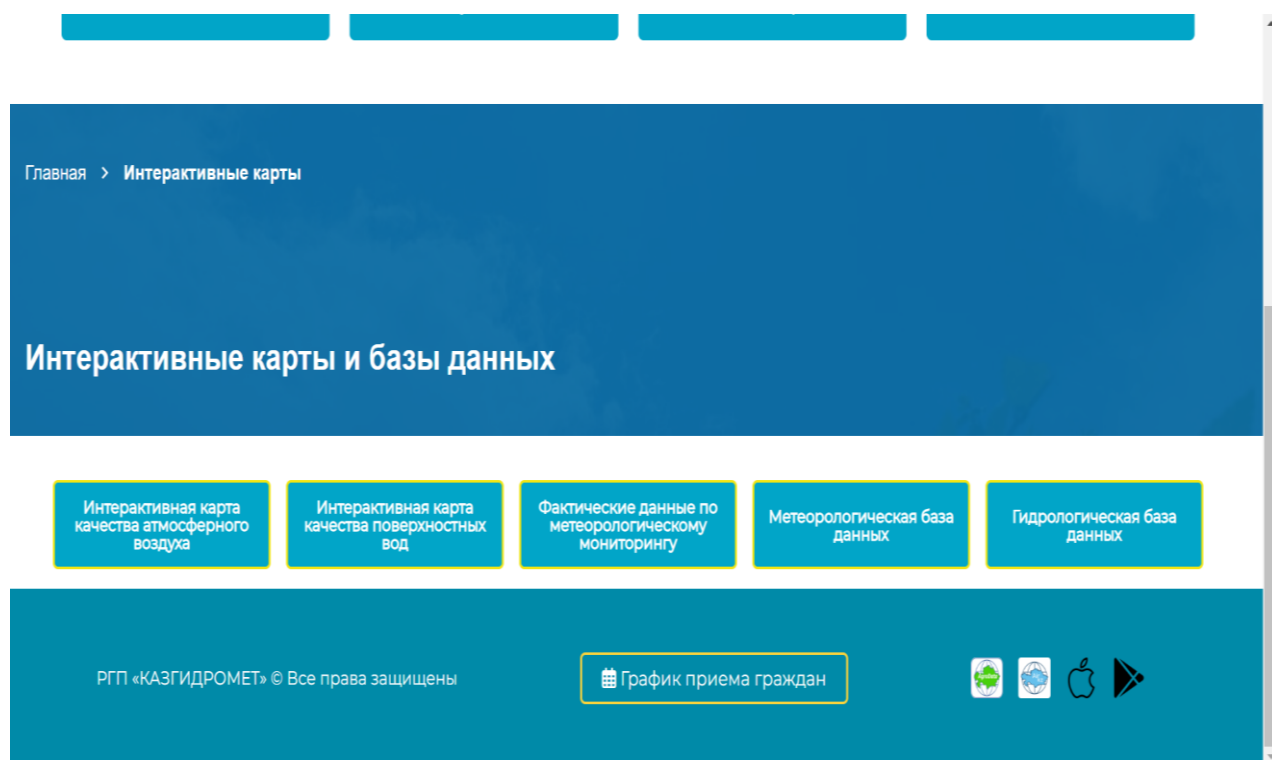
- Содан кейін мен температура көрсеткіштерін қамтитын метеорологиялық деректер бөлімін таптым.

Қажетті деректерді таңдау:

- Температура туралы мәліметтерді жинау үшін мені қызықтыратын уақыт кезеңі мен аймақты таңдадым.

Деректерді жүктеу:

- Таңдағаннан кейін мен деректерді қол жетімді форматта жүктедім, әдетте бұл CSV немесе Excel.



2.16 - сурет. Метеорологиялық деректер сайтына кіру





Зерттеудің бұл кезеңі жиналған деректерді аналитикалық өңдеуге дайындауға бағытталған. Алдын ала өңдеу бірнеше негізгі процедураларды қамтыды:

1. Толықтығы мен дұрыстығын тексеру: әрбір жазба барлық қажетті деректерге тексерілді. Бір немесе бірнеше температура көрсеткіштері жоқ жазбалар зерттеу нәтижелерінің дәлдігін қамтамасыз ету үшін талдаудан алынып тасталды.

2. Аномальды мәндерді алып тастау: барлық деректер деректерді жинау немесе кейіннен цифрлық өңдеу кезінде қателіктерден туындауы мүмкін ауытқулар үшін талданды. Орташа мәндерден айтарлықтай ауытқып, талдау нәтижелерін бұрмалауы мүмкін қалыптан тыс мәндер алынып тасталды.

3. Жол деректерін күн пішіміне түрлендіру: бастапқы деректердегі күндер кейде стандартты емес пішімдерде ұсынылады. Сондықтан маңызды қадам барлық күндерді деректерді талдау бағдарламалық кұралында қолданылатын бірыңғай стандартты `datetime` пішіміне түрлендіру болды. Бұл уақытша сериялық талдаулар жүргізуге мүмкіндік берді.

Деректерді қалыпқа келтіру деректерді бақылау жылына қарамастан бір-бірімен салыстыруға болатындай етіп жүргізілді. Ол үшін температураның әр өлшемі тиісті айдың орташа айлық температурасынан стандартты ауытқуға айналды. Бұл жыл бойына температураның табиғи ауытқуларына байланысты әсерлерді бейтараптандыруға және ұзақ мерзімді трендтер мен ауытқуларға назар аударуға мүмкіндік берді.

Деректерді өңдеу және талдау үшін жылжымалы орташа және авторегрессиялық модельдер сияқты уақыт қатарының әдістері таңдалды. Бұл әдістер уақыт бойынша температураның өзгеру динамикасын талдауға, маусымдық ауытқулар мен ұзақ мерзімді трендтерді анықтауға мүмкіндік береді. Аймақтағы маңызды климаттық өзгерістерді көрсете алатын өзгеру нүктелерін анықтау әдістеріне ерекше назар аударылды.

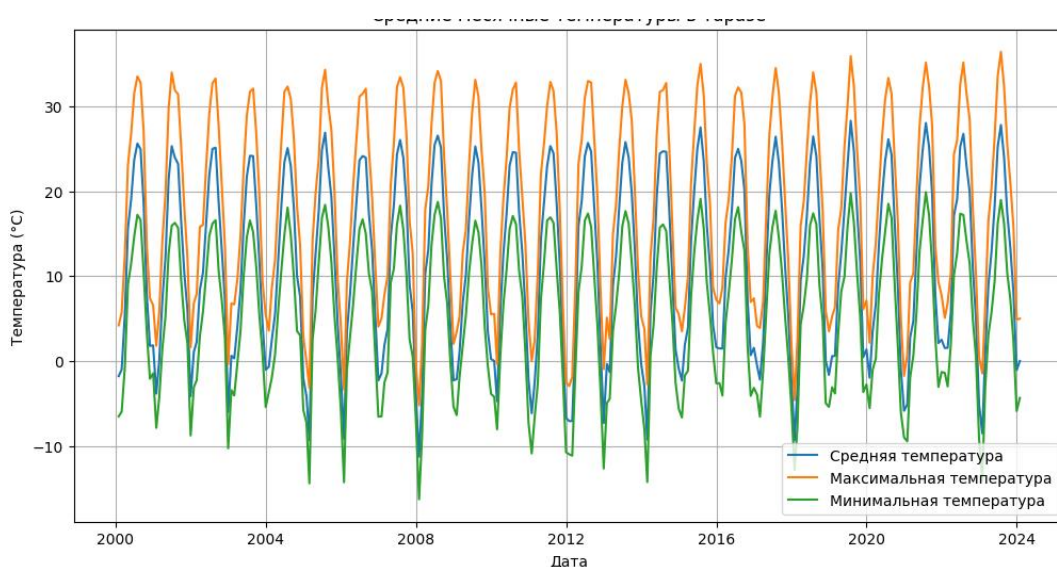
Осылайша, деректерді алдын-ала өңдеу және қалыпқа келтіру метеорологиялық деректерді терең және жан-жақты талдауға дайындықта шешуші рөл атқарды. Зерттеудің бұл кезеңдері нәтижелерді кейінгі статистикалық талдау, модельдеу және түсіндіру үшін сенімді негізді қамтамасыз етті, бұл өз кезегінде аймақтың су ресурстарын басқарудың тиімді стратегияларын жасауға мүмкіндік береді.

Кейінгі талдаудың дұрыстығын қамтамасыз ету үшін `pd.to_datetime` функциясын қолдана отырып, күндердің жол мәндерін Python күн форматына түрлендірдім, бұл маған уақыт қатарларымен тиімдірек жұмыс істеуге мүмкіндік берді.

Ауа температурасын талдау үшін барлық температура көрсеткіштерін жол форматынан сандық форматқа ауыстыру қажет болды. Бұл әрекет `PD.to_numeric` функциясын қолдана отырып, математикалық есептеулер мен статистикалық талдаулардың дәлдігін қамтамасыз етті. Толық емес немесе қате деректерді анықтаған кезде мен оларды жою үшін `dropna` әдісін қолдандым, бұл зерттеу нәтижелерінің жоғары сенімділігіне кепілдік берді.

Келесі қадам жиналған деректерді айлар бойынша қайта шығару, содан кейін әрбір температура көрсеткіші үшін орташа айлық мәндерді есептеу болды. Бұл маған аймақтағы климаттық өзгерістерді түсіну үшін маңызды болып табылатын температураның ұзақ мерзімді трендтері мен маусымдық ауытқуларын талдауға мүмкіндік берді. Қайта құру процесі `resample('M')` әдісі арқылы жүзеге асырылды. `mean()` `pandas` кітапханалары, бұл деректерді біріктірудің ыңғайлы және тиімді әдісін қамтамасыз етті.

Нәтижелерді көрнекі түрде көрсету үшін мен `matplotlib` кітапханасын бүкіл бақылау кезеңінде айлар бойынша орташа, максималды және минималды температураны көрсететін графиктер жасау үшін қолдандым. Бұл диаграммалар климаттың негізгі тенденциялары мен ауытқуларын жылдам бағалауға мүмкіндік береді, бұл ақпаратты тек мамандар үшін ғана емес, жалпы жұртшылық үшін де қолжетімді етеді. Визуализация күрделі деректерді оңай сіңірілетін форматта көрсетудің қуатты құралы болып табылады, бұл зерттеу нәтижелерін жергілікті билік немесе ғылыми қауымдастық сияқты мүдделі тараптарға ұсыну кезінде өте маңызды.



2.19 - сурет. Орташа айлық температура

Дипломдық жұмысымның бір бөлігі ретінде жасалған температуралық деректерді мұқият талдау Киров су қоймасы аймағындағы Климаттық процестер

туралы түсінігімді байытып қана қоймай, сонымен қатар су шаруашылығы іс-шараларын жоспарлауда және өзгермелі климаттық жағдайларға бейімделу стратегияларын әзірлеуде одан әрі пайдалану үшін құнды деректер берді. Бұл нәтижелер су ресурстарын тұрақты басқаруды қалыптастыруға ықпал етеді, бұл жаһандық климаттық өзгерістер жағдайында өзекті бола түсуде.

## 2.4 Болжау үшін жасанды интеллект алгоритмдерін құру және оқыту

Талдау деректерді алдын ала өңдеуден басталады, соның ішінде Excel файлынан деректерді жүктеу және уақыт қатарларымен жұмыс істеуді жеңілдету үшін күндер бағанын `datetime` форматына түрлендіру. Содан кейін деректерді тазарту және түрлендіру, соның ішінде үтірлерді нүктелерге ауыстыру және деректерді аналитикалық әдістермен үйлесімді ету үшін жол мәндерін сандық форматқа түрлендіру жүзеге асырылады.

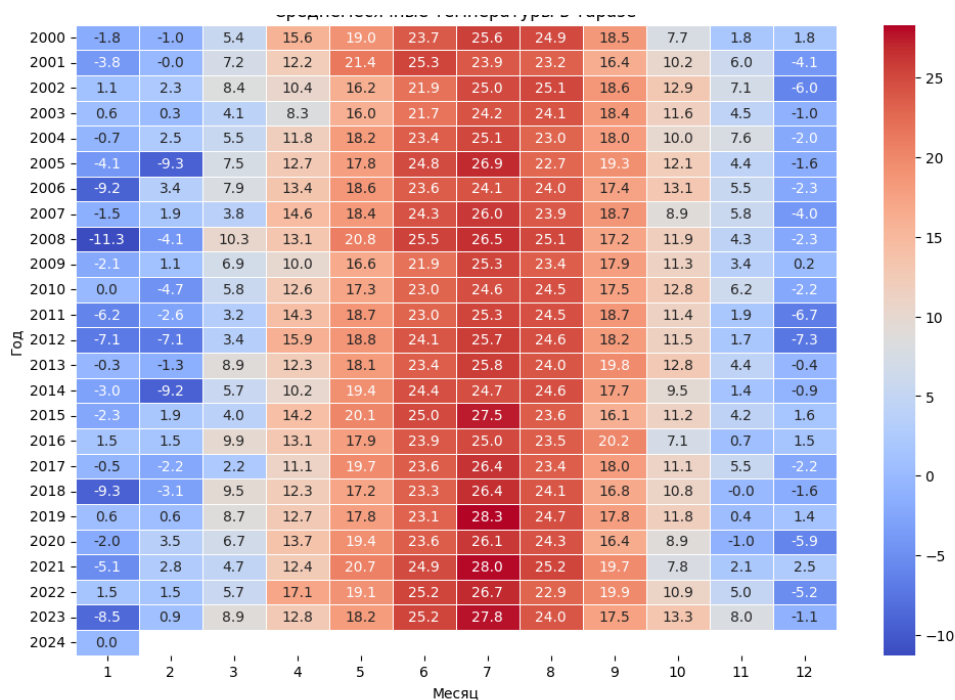
Деректерді алдын-ала өңдеуден кейін әр түрлі температура көрсеткіштері (орташа, максималды және минималды) арасындағы байланысты анықтауға мүмкіндік беретін корреляциялық талдау жасалады. Корреляциялық матрицаны визуализациялау үшін айнымалылар арасындағы корреляциялық байланыстардың күші мен бағытын айқын көрсететін жылу картасы қолданылады. Бұл талдау деректер құрылымын жақсырақ түсінуге және әртүрлі температура параметрлері арасындағы ықтимал тәуелділіктерді анықтауға көмектеседі.

Алынған деректерді визуализациялау үшін және мен seaborn кітапханасының көмегімен жасалған жылу картасын қолдандым. Мен деректер сериясын кестеге айналдырдым, онда жолдар жылдарға, ал бағандар айларға сәйкес келеді. Кесте ұяшықтарының мәндері орташа айлық температураны көрсетті [15].

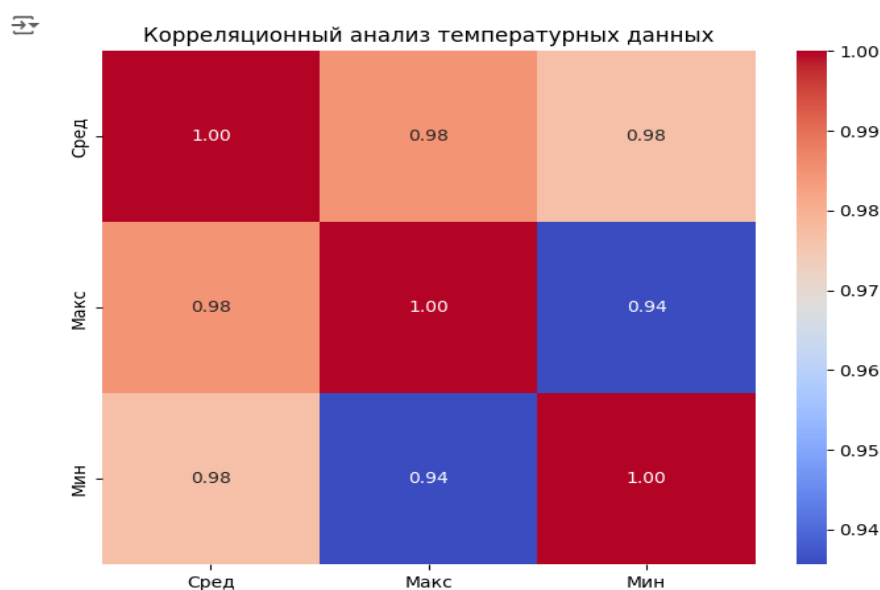
Жылу картасы көк түстен қызылға градиентпен боялған, онда көк түс төмен температураны, ал қызыл түс жоғары температураны көрсетеді. Картада температураның нақты мәндері түсіндірілді, бұл белгілі бір айлар мен жылдардағы температура жағдайларын жылдам бағалауға мүмкіндік берді.

Климаттық деректерді визуализациялау үшін жылу карталарын пайдалану маған аймақтағы температураның жоғарылауының немесе төмендеуінің жалпы тенденцияларын көріп қана қоймай, сонымен қатар зерттелген жылдардағы әдеттен тыс жылы немесе суық кезеңдерді анықтауға мүмкіндік берді. Бұл визуализация климаттың өзгеруін мүдделі тараптарға көрнекі түрде көрсетуге және өзгертін климаттық жағдайларға бейімделу үшін шаралар қабылдау

қажеттілігін көрсетуге мүмкіндік беретін зерттеу нәтижелерін талдау мен ұсынудың негізгі құралына айналды.



2.20 - сурет. Аймақтың жылу картасы



2.21 - сурет. Жылу картасының корреляциялық анализі

Әрі қарай, жұмыс машиналық оқытудың екі моделіне талдау жасады: сызықтық регрессия және градиентті күшейту. Осы модельдердің әрқайсысы үшін келесі қадамдар берілген:

Деректерді дайындау:

- Екі модель үшін де мәліметтер оқыту және тестілеу үшін дайындалды. Бұл кезең Scikit-learn кітапханасынан `train_test_split()` әдісін қолдана отырып, деректерді оқыту және тест жиынтықтарына бөлуді қамтиды. Оқу жиынтығы модельді оқыту үшін, ал тест жиынтығы оның сапасы мен жалпылау қабілетін бағалау үшін қолданылады.

Модельдерді оқыту:

- Деректерді дайындағаннан кейін екі модель де — сызықтық регрессия және градиентті күшейту — оқу деректер жиынтығында оқытылады. Ол үшін модельдерді оқыту үшін `fit()` әдістері қолданылады. Оқыту нәтижесінде модельдер оқу деректеріне ең жақсы сәйкес келетін оңтайлы параметрлерді табады.

Сынақ деректер жиынтығындағы болжам:

- Оқу жиынтығында модельді оқытқаннан кейін, деректер `predict()` әдісін қолдана отырып, тест жиынтығында болжанады. Бұл модельдің бұрын көрмеген деректерді жалпылау қабілетін бағалауға мүмкіндік береді.

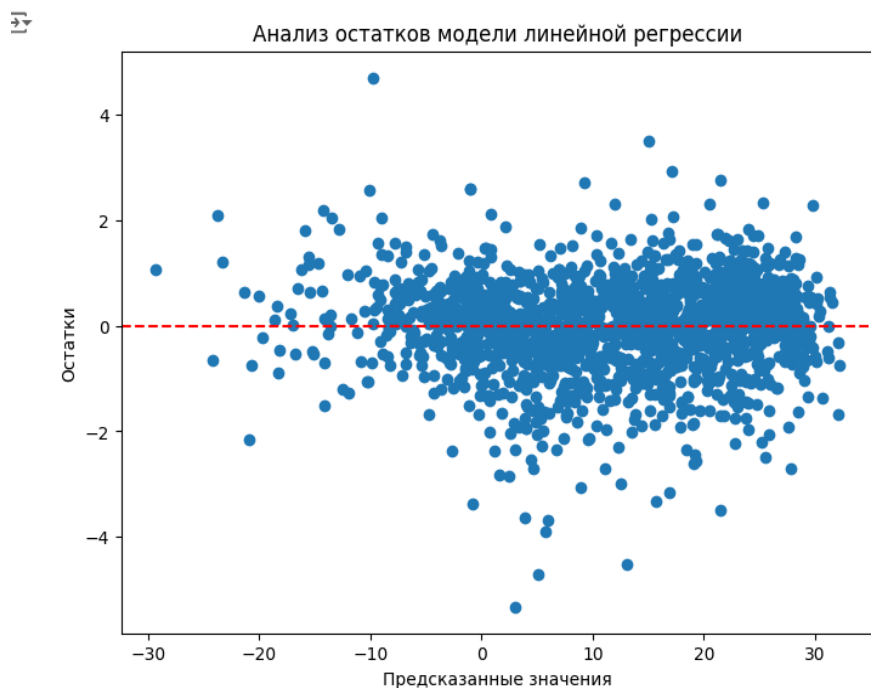
Модельдің сапасын бағалау:

- Модельдердің сапасын бағалау үшін орташа квадраттық қате (MSE) қолданылады. MSE нақты және болжамды мәндер арасындағы айырмашылық квадраттарының орташа мәні ретінде есептеледі. MSE мәні неғұрлым аз болса, модель соғұрлым жақсы болады. Ол үшін Scikit-learn кітапханасынан `mean_squared_error()` әдісі қолданылады.

Нәтижелерді визуализациялау:

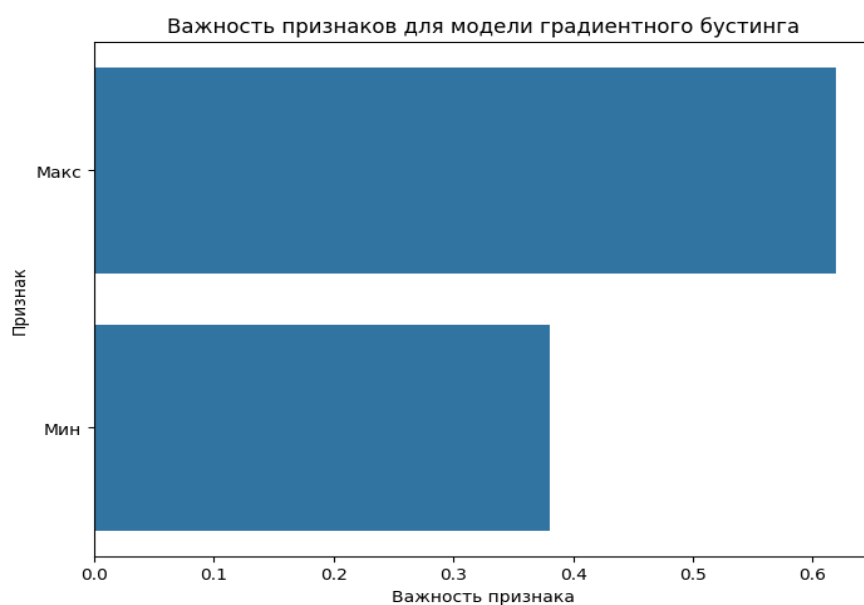
- Модельдің сапасын бағалағаннан кейін нәтижелер температураның нақты және болжамды мәндерін визуалды салыстыру үшін көрсетіледі. Бұл модельдердің өнімділігін және олардың болжамдарының сапасын бағалауға мүмкіндік береді. Көрнекілік үшін нақты температура мәндері әдетте болжамды мәндермен бірге көрсетілетін графиктер қолданылады.

Талдаудың бұл кезеңдері температураны болжаудағы Машиналық оқыту модельдерінің тиімділігі мен сапасын бағалауға және олардың өнімділігін салыстыруға көмектеседі. Мұндай егжей-тегжейлі талдау белгілі бір тапсырма үшін ең қолайлы модельді таңдауға және оның қолданылуы мен дәлдігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді [19].



2.22 - сурет. Сызықтық регрессия моделінің қалдықтарын талдау

Орташа квадраттық қатені (MSE) қолдана отырып, модельдердің сапасын бағалау талдаудың маңызды кезеңі болып табылады, өйткені бұл модельдің деректерге қаншалықты сәйкес келетіндігін анықтауға мүмкіндік береді. MSE нақты және болжамды мәндер арасындағы айырмашылық квадраттарының орташа мәні ретінде есептеледі. MSE мәні неғұрлым аз болса, модель соғұрлым жақсы болады. Бұл дегеніміз, модель деректерді болжауға қабілетті және орташа квадраттық қатесі аз.



2.23 - сурет. Белгілердің маңыздылық кестесі

белгілері. Бұл модельдің болжамдарына қандай белгілердің көбірек әсер ететінін түсінуге мүмкіндік береді.

Мен жазған кодта `gb_model` градиентті күшейтудің дайындалған моделі қолданылады. `Feature_importances_` әдісі арқылы мен әр белгінің маңыздылығын есептеймін. Содан кейін алынған белгілердің маңыздылығы баған графигі арқылы көрсетіледі.

Алынған графикте  $Y$  осі бойынша әр белгінің маңыздылығы, ал  $X$  осінде - белгілердің атаулары көрсетіледі. Графиктегі бағанның биіктігі белгінің маңыздылығына сәйкес келеді: баған неғұрлым жоғары болса, модель үшін белгі соғұрлым маңызды болады. Мұндай визуализация градиентті күшейту моделінің болжамдарына қандай белгілер көбірек әсер ететінін анықтауды жеңілдетеді.

Бұл талдау мақсатты айнымалыға әсер ететін негізгі факторларды анықтауға көмектеседі, бұл өз кезегінде деректерді талдаудағы және модельді жақсартудағы келесі қадамдар туралы шешім қабылдауға пайдалы болуы мүмкін.

Әрбір модель үшін MSE есептелгеннен кейін, ең жақсы модельді анықтау үшін оларды салыстыруға болады. Мысалы, Егер  $A$  моделінде MSE 10, ал  $B$  моделінде MSE 15 болса, онда  $A$  моделіне артықшылық беріледі, өйткені ол  $B$  моделімен салыстырғанда дәлірек болжамдарды көрсетеді.

Көрнекі салыстыру үшін модельдердің сапасын бағалау нәтижелерін визуализациялау да маңызды. Мысалы, нақты және болжамды мәндерді көрсететін график құруға, сондай-ақ әрбір модель үшін MSE мәні туралы ақпаратты қосуға болады. Бұл қай модель деректерге сәйкес келетінін және қатесі аз екенін жақсы түсінуге көмектеседі.

Қосымша талдау модельдердің қалдықтары мен олардың таралуын зерттеуді, орташа квадраттық қателіктер мен белгілердің маңыздылығын салыстыруды қамтиды. Қалдықтарды талдау модельдің деректердегі үлгілерді қаншалықты жақсы қабылдайтынын және жүйелік қателерді анықтайтынын бағалауға мүмкіндік береді. Қалдықтардың таралуын визуализациялау олардың қалыпты жағдайын бағалауға және ауытқуларды анықтауға көмектеседі. Орташа квадраттық қателерді салыстыру болжау тапсырмасында қай модель жақсы жұмыс істейтінін анықтауға мүмкіндік береді. Белгілердің маңыздылығы модель болжамдарына қай айнымалылар көбірек әсер ететінін анықтауға мүмкіндік береді [14].

Бұл қосымша талдау модельдердің сипаттамаларын тереңірек түсінуге, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтауға, жақсарту және әрі қарай зерттеу мүмкіндіктерін анықтауға мүмкіндік береді.



### 3. Модельдің тиімділігін бағалау және нәтижелерді талдау

#### 3.1 Болжамды модельдің өнімділігі мен дәлдігін талдау

Менің дипломдық жұмысым үшін деректерді дайындау процесінде деректерді мұқият тазалауға және дайындауға ерекше назар аударылды, бұл су қоймасының аумағының өзгеруінің болашақ болжамдарының дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз етудің маңызды аспектісі болып табылады. Бұл процесс болжамды модельді оқытудың оңтайлы жағдайларын қамтамасыз ету үшін шикі деректерді бастапқы өңдеуден бастап оларды одан әрі қалыпқа келтіруге дейінгі бірнеше негізгі қадамдарды қамтыды.

Бастапқы деректерді жүктегеннен кейін бірінші қадам оларды құрылымдау болды. Соңғы 30 жылдағы су қоймасының ауданы туралы мәліметтер әртүрлі форматта ұсынылды, бұл оларды біріктіруді талап етті. Күндерді `datetime` форматына түрлендіру маған `pandas` кітапханасы ұсынатын қуатты уақыт қатарының құралдарын пайдалануға мүмкіндік берді, бұл кейінгі талдауды айтарлықтай жеңілдетеді. Мұндай түрлендіру деректерді уақыт аралықтары бойынша сұрыптау, сүзу және топтастыру операцияларын орындауға мүмкіндік берді, бұл уақыт сериялары үшін өте маңызды.

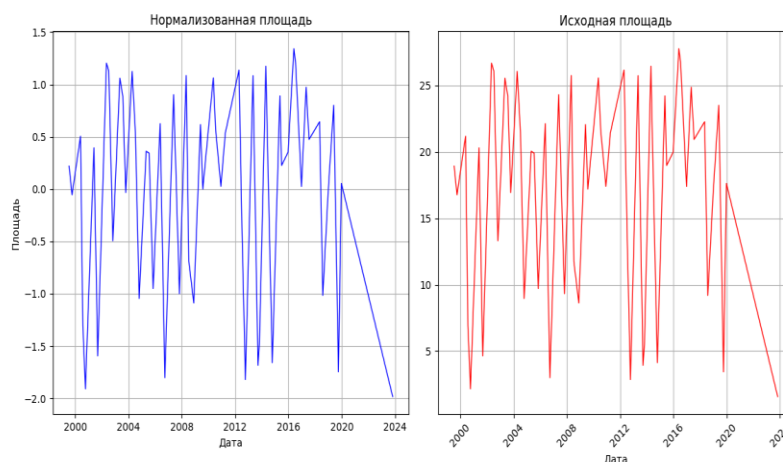
Дұрыс сандық талдау үшін ондық үтірлерді нүктеге түрлендіру қажет болды. Бұл түзету талдау мен болжау нәтижелерін бұрмалайтын арифметикалық амалдар мен деректерді біріктіру кезінде мүмкін болатын қателіктерден аулақ болды [28].

Әрі қарай болжам сапасына айтарлықтай әсер етуі мүмкін шығарындылар мен ауытқулар туралы деректерді талдау жүргізілді. Мен шығарындыларды нақты анықтау және жою үшін штрих-диаграммалар мен мұрт қораптары (`box plots`) арқылы деректерді визуализациялауды қолдандым. Бұл кезең маған деректерді енгізу қателерінен немесе табиғи апаттар сияқты ерекше оқиғалардан туындауы мүмкін сипаттамалық емес мәндерден деректерді тазартуға көмектесті.

Деректерді қалыпқа келтіру мәндер диапазонын стандарттау мақсатында жүзеге асырылды, бұл әсіресе атрибуттардың масштабына сезімтал Машиналық оқыту алгоритмдері үшін өте маңызды. Мен орташа мәнді алып тастайтын және әр белгінің стандартты ауытқуына бөлетін стандарттау әдісін қолдандым. Бұл тәсіл маған барлық деректерді мәндердің таралуындағы айырмашылықтарды бұрмаламай бір масштабқа келтіруге мүмкіндік берді.

Бұл стандарттау модельдің оқуын жақсартуда маңызды рөл атқарады, өйткені нөлдік орташа және бір стандартты ауытқуы бар біркелкі бөлінген деректер алгоритмнің конвергенциясын жеделдету және жергілікті минимумдарда тұрып қалу мүмкіндігін азайту арқылы оқу процесін жеңілдетеді.

Мүқият дайындалған мәліметтер кез-келген сәтті Машиналық оқыту жобасының негізінде жатыр. Менің зерттеуімде бастапқы өңдеуден қалыпқа келтіруге дейінгі әрбір қадам дәл және тиімді болжау моделін құру үшін сенімді негіз құруға бағытталған. Бұл дайындық жұмыстары деректердің сапасын жақсартып қана қоймай, кейінгі талдау мен қорытындылар мүмкіндігінше дәл және негізделген болатынына сенімді болды.



2.24 - сурет. Қалыпқа келтірген деректер

Деректер мен тапсырманың ерекшеліктеріне сүйене отырып, мен іске асыру үшін нейрондық желіні таңдадым. Бұл таңдау нейрондық желілердің деректердегі күрделі сызықтық емес тәуелділіктерді анықтау қабілетіне және олардың ұқсас уақыт қатарын талдау тапсырмаларында сәтті қолданылуына байланысты болды. Нейрондық желілер жоғары икемділікке ие және үлкен көлемдегі деректерді өңдей алады, бұл оларды су қоймаларының аумағын өзгерту уақыт қатарларымен жұмыс істеудің тамаша құралы етеді.

Мен жасаған Модель бірнеше қабаттардан тұрады:

Кіріс қабаты: су қоймасының ауданы туралы векторланған деректерді қабылдайды.

1. Жасырын қабаттар: ReLU белсендіру функциясы бар толық байланысты (dense) қабаттарды қамтиды. Бұл белсендіру функциясы тиімділігі мен терең желілерде градиенттің ыдырау ықтималдығын азайту қабілетіне байланысты таңдалады.

2. Шығу қабаты: су қоймасының үздіксіз аудан мәнін болжау үшін сызықтық белсендіруді қолданады.

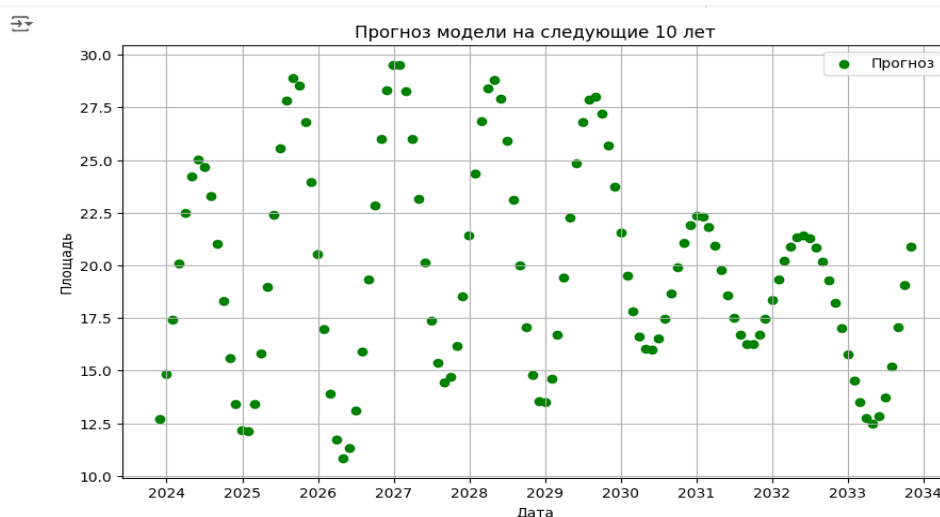
3. Модельдің конфигурациясы мен тереңдігі алдын-ала тестілеу негізінде таңдалды, бұл бірнеше қабаттарды қосу болжамдардың дәлдігін жақсартады, бұл модельге деректердегі күрделі тәуелділіктерді жақсырақ түсіруге мүмкіндік береді.

Қабаттағы нейрондар саны, қабаттар саны, оқу жылдамдығы және оптимизатор параметрлері сияқты модельдің гиперпараметрлерін реттеу итеративті түрде жүргізілді. Мен Adam оптимизаторын қолдандым, ол терең оқыту тапсырмаларының көпшілігі үшін тиімді таңдау болып табылады, оның әр параметр үшін оқу жылдамдығын бейімдеу қабілеті арқасында. Бұл оңтайландырғыш модель болжамдары мен нақты деректер арасындағы орташа квадраттық қатені (MSE) азайтуға көмектесті, бұл мақсатты функция болды, осы тұста [3]-[7] сілтеме жасаймын.

Оқыту процесі қатені есептеу және таразыны кері тарату арқылы жаңарту үшін модель арқылы деректерді беруді ғана емес, сонымен қатар қайта оқытудың алдын алу үшін оқу процесін бақылауды да қамтыды. Мен деректерді оқыту және валидация үлгілеріне бөлуді қолдандым, бұл оқытуға қатыспаған деректер бойынша модельдің жалпылау қабілетін бағалауға мүмкіндік берді.

Жаттығудан кейін модель мұқият тексерілді. Мен MSE және анықтау коэффициенті сияқты көрсеткіштерді талдадым, болжамдардың сапасын бағалау үшін. Оқу және валидация кезеңдеріндегі қателерді өзгерту кестелері модельдің деректерге қалай бейімделетінін және әртүрлі уақыт кезеңдеріндегі аумақтың өзгеруін қаншалықты тиімді болжай алатынын көрсетті.

Менің су қоймаларының ауданын болжау моделімде болжамдардағы айтарлықтай ауытқулар бастапқы деректердің өзгергіштігін көрсетеді. Бұл ауытқулар маусымдық өзгерістерге, экологиялық әсерлерге немесе су қоймаларының көлемі мен аумағына әсер ететін басқа факторларға байланысты болуы мүмкін.

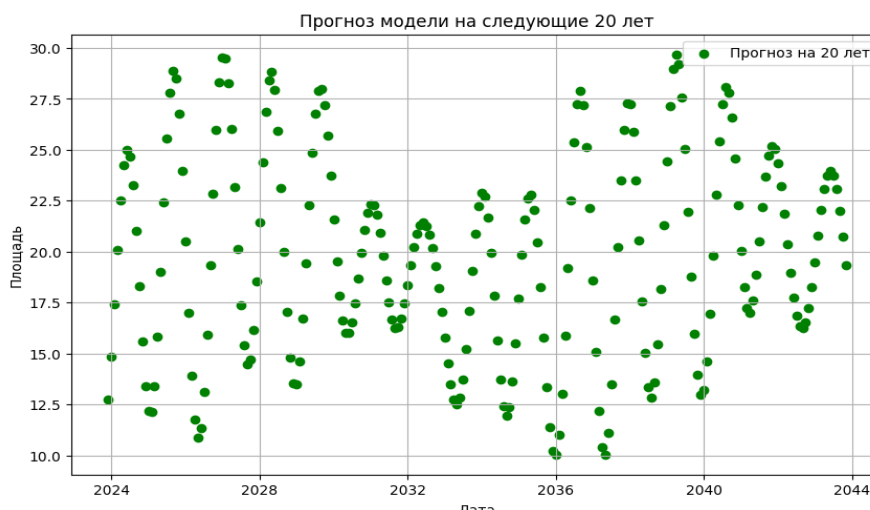


2.25 - сурет. 10 жылға жасалған болжам

Алдағы 10 жылдағы болжамдардың нүктелік графигінде бұл ауытқулар байқалады, бұл болжамдардың дәлдігін жақсарту үшін модельді үнемі бақылау мен жаңа деректерге бейімдеудің маңыздылығын көрсетеді.

Болжамның тиімділігі көптеген айнымалыларға байланысты және бұл жұмыс болжамды қабілеттерді жақсарту үшін әртүрлі деректерді пайдалану және модельді жаңарту қажеттілігін көрсетеді, бұл су ресурстарын пайдалануды жоспарлауға және ұзақ мерзімді перспективада су қоймаларын басқаруға көмектеседі.

Модельді әзірлеу мен оқытудың бұл процесі тапсырманы терең талдау мен түсінуді, сондай-ақ болашақта негізделген шешімдер қабылдау үшін аймақтың су ресурстарын басқару жүйесіне біріктірілуі мүмкін сенімді және тиімді болжау жүйесін құруға ұмтылуды көрсетеді.



2.26 - сурет. 20 жылға жасалған болжам

Графикте менің Машиналық оқыту моделімен жасалған келесі 20 жылға арналған су қоймасының ауданы туралы болжам бар. Болжам тарихи деректерге негізделген және уақыт өте келе су қоймасының ауданы қалай өзгереді деп күтілетінін көрсетеді. Диаграммадағы жасыл нүктелер деректер жиынындағы соңғы күннен бастап ай сайын болжамды аудан мәндерін білдіреді. Бұл болжам суды басқаруды жоспарлауға, сондай-ақ ықтимал экологиялық және климаттық өзгерістерге бейімделуге көмектеседі.

Модельдің 20 жылдық болжамы ұзақ мерзімді жоспарлау үшін маңызды ақпарат бере отырып, су қоймасының аумағын өзгертудің негізгі тенденцияларын көрсетеді. Бұл тәсіл ылғалдылықтың немесе құрғақшылықтың ықтимал кезеңдерін анықтауға мүмкіндік береді, бұл суды тиімді басқару және экологиялық әсерді азайту үшін өте маңызды. Бұл болжам тек ағымдағы талдау

үшін ғана емес, сонымен қатар ықтимал экологиялық қиындықтарға бейімделуге көмектесетін болашақ өзгерістерді бағалау құралына айналады.

Мен синусоидалы тәуелділіктерді имитациялайтын реттелетін қабаттары бар желіні жасадым, бұл уақыт қатарларын болжаудағы тривиальды емес тәсіл. Желі параметрлерін оңтайландыру үшін Adam алгоритмі қолданылды, бұл оқу процесінде қатені тиімді азайтуға мүмкіндік берді.

Модельді оқыту тарихи деректерде жүргізілді, содан кейін оның деректерді жаңа, бұрын көрінбеген мысалдармен болжау қабілетін тексерді. Оқу барысында мен жоғалту функциясының өзгеруін байқадым, ол тұрақты түрде төмендеді, бұл таңдалған модель мен оқу параметрлерінің дұрыстығын көрсетті.

Тарихи деректерде жұмыс істеп қана қоймай, болашаққа сенімді болжамдар жасай алатын модельді алу ерекше маңызды нәтиже болды. Мен модельді алдағы он жылға арналған аумақтарды болжау арқылы сынап көрдім, бұл модельді ұзақ мерзімді перспективада Жер ресурстарын пайдалануды жоспарлау үшін қалай пайдалануға болатынын көрсетті.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Су қоймасын бақылауға арналған жасанды интеллект моделін әзірлеуге және оқытуға арналған менің дипломдық жұмысымның соңында Су ресурстарын басқару мен талдаудағы жасанды интеллект технологияларының маңызды рөлін растауға болады. Әзірленген модель Киров су қоймасының қазіргі жағдайын талдап қана қоймай, оның аумағының болашақтағы өзгеруін жоғары дәлдікпен болжауға мүмкіндік берді.

Спутниктік суреттерді талдау үшін компьютерлік көру әдістерін қолдану су қоймасының шекараларын анықтауда өте тиімді болды. Бұл су қоймасының ағымдағы жағдайы туралы деректердің дәлдігін жақсартуға мүмкіндік берді, бұл болжаудың барлық кейінгі кезеңдері үшін өте маңызды. Метеорологиялық деректерді талдау су деңгейі мен су қоймасының аумағына тікелей әсер ететін жауын-шашын мен температура сияқты сыртқы факторларды ескеруге көмектесті.

Болжау үшін жасанды интеллект алгоритмдерін құру машиналық оқыту мен терең оқытудың жетілдірілген әдістерін қолдануды қажет ететін үлкен көлемдегі деректерді өңдеуге және талдауға бағытталған. Бұл әдістер маған өзгертін жағдайларға бейімделе алатын және ұзақ уақытқа сенімді болжамдар жасай алатын модель жасауға мүмкіндік берді.

Модельдің тиімділігін бағалау ұсынылған технологиялық шешімдердің жоғары өнімділікке ие екендігін және оларды тек су қоймаларын бақылау үшін ғана емес, сонымен қатар кеңістіктік деректердің үлкен массивтерін дәл және жедел талдау қажет болатын басқа салаларда да сәтті қолдануға болатындығын көрсетті. Нәтижелерді талдау модель климаттың өзгеруі жағдайында су ресурстарын пайдалануды жоспарлау және су объектілеріне антропогендік жүктемені арттыру үшін ерекше маңызды болып табылатын болжамдардың жоғары дәлдігін көрсете отырып, тапсырманы тиімді орындайтынын растады.

Жобаны одан әрі дамыту үшін модельді су қоймасын басқарудың нақты жүйесімен біріктіру ұсынылады, бұл өзгерістерге жедел ден қоюға және ресурстарды оңтайлы бөлуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, нақты уақыт режимінде барлық мүдделі тараптарға су қоймасының жағдайы туралы өзекті ақпарат бере алатын мобильді қосымшалар мен веб-қызметтерді әзірлеу маңызды аспект болып табылады.

Бұл жұмыс сонымен қатар тұрақты және тиімді суды басқару жүйелерін құру үшін Экология, Гидрология және жасанды интеллектті біріктіру арқылы пәнаралық тәсілдің маңыздылығын көрсетеді. Бұл күрделі экологиялық мәселелерді жаһандық және инновациялық түрде шешуге мүмкіндік береді.

Су ресурстарын басқаруда жасанды интеллект интеграциясы тақырыбын дамытуды жалғастыра отырып, ақпаратқа қол жетімділікті жақсартатын және шешім қабылдау процесін жеделдететін деректерді жинау және сақтау үшін бұлттық технологияларды қолдану мүмкіндігін атап өткен жөн. Сонымен қатар, білім беру бағдарламаларына жасанды интеллект элементтерін енгізу экология

және табиғи ресурстарды басқару саласындағы заманауи технологиялармен жұмыс істеуге дайын мамандардың жаңа кадрларын дайындауға көмектеседі.

Қорытындылай келе, бұл зерттеу экологиялық мониторинг пен табиғи ресурстарды басқаруға инновациялық технологияларды енгізудің маңыздылығы мен өзектілігін көрсетеді. Жұмыс нәтижелерін экологиялық қауіпсіздікті, тұрақты басқаруды және қоршаған ортаны қорғауды жақсарту үшін пайдалануға болады. Гидрологияда жасанды интеллект модельдерін қолдану су ресурстарын басқаруды оңтайландыруға және антропогендік әсер мен климаттың өзгеруінің ықтимал теріс салдарын азайтуға бағытталған ғылыми зерттеулер мен практикалық іс-шаралар үшін жаңа перспективалар ашады.