

^{1,2}Какимжанов Е., ³Мукалиев Ж., ⁴Мамутов Ж.

¹аға оқытушы, Сәтбаев университеті, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: erka_7717@mail.ru

²аға оқытушы, e-mail: erka_7717@mail.ru

³оқытушы, e-mail: zh_gis@mail.ru

⁴профессор, e-mail: zhekenmamutov@gmail.com

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.,

АРАҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДЫЛАУ МӘЛІМЕТТЕРІН ӨНДЕУДІҢ ӘДІСТЕМЕЛІК ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ *(Іле Алатау Табиғи Паркі мысалында)*

Ерекше қорғалатын табиғи территорияларды (ЕҚТТ) бақылау үлкен қалалы жерлерді сауатты басқару мен халықтың өсуі негізінде табиғи жерлердегі ластанудың мәселелерін шешетін ажырамас және ажырамас бөлігі болып табылады. Іле Алатау қорығын бақылау кезінде табиғи ресурстарды қолдану кезінде антропогендік факторлардың табиғи ортаға тигізетін әсері төмен екенін көрсетеді. ЕҚТТ құрамындағы жерлерді бақылау әуеғарыштық әдістерді тиімді қолдану қажет етеді. Спутниктік суреттерді автоматты дешифрлеу әдістерін жетілдіру және әуеғарыштық бақылау технологияларын өңдеу Іле Алатау қорығының өзекті сұрақтарының бірі болып табылады. Мақалада спутниктік суреттерді автоматты дешифрлеудің жалпы дәлдігін бағалау әдістері және оның орташа 10,5% жақсартылғанын негіздеп, жүзеге асыруын ұсынды. Берілген суреттер бойынша бөлінуі арқылы анықталатын, бірнеше бөліктегі классификацияның толық дәлдігіне байланысты болып келеді. Классификацияның дәлдігі суреттің бөлінуіне сәйкес ұлғаяды, егер олар 4 бөліктен көп болып бөлшектенсе соған байланысты болып келеді. Сондай-ақ мақалада ЕҚТТ жерлердегі ауыл шаруашылық жерлерін классификациялаудағы өзекті мәселелерді шешудегі негіз болып қаралады. Оның ішінде спутниктік суреттерді дешифрлеуді автоматтандыру әдістерінің жетілдіруі болып максималды ақиқатқа жақын классификациясы таңдалып алынды және ол орташа 10,5% классификацияның дәлдігін жақсартқанын көрсетеді. Спутниктік суреттер мен бақыланбалы классификацияларға салыстырмалы талдау жасай отырып автоматтандырылған дешифрлеудің әртүрлі алгоритмдерінің негізінде: минималды арақашықтық, параллелепипед, максималды ықтималдылықтардан қарағанда максималды ақиқатқа жақын ($T = 71,5\%$) алгоритмі классификацияның толық дәлдікке жақын мәліметтерді ала аламыз. Басқа әдістердің нәтижесі классификациялық төменгі дәлдікті береді.

Түйін сөздер: Landsat 8 TM, ENVI 4.8, зондылау, дешифрлеу, NDVI (Normalised Difference Vegetation Index), картография, әуе-ғарыштық.

^{1,2}Kakimzhanov Y., ³Mukaliev Zh., Mamutov Zh.

^{1,2} senior lecturer Satbayev University, Mining and Metallurgical Institute, Department Mine surveying and geodesy, Kazakhstan, Almaty, e-mail: erka_7717@mail.ru

² senior lecturer, e-mail: erka_7717@mail.ru

³ lecturer, e-mail: zh_gis@mail.ru

⁴ professor e-mail: zhekenmamutov@gmail.com

al-Farabi Kazakh National University, Department of Geography and Environmental Sciences,
Department of geography, land management and cadastre, Kazakhstan, Almaty,

Feature Methods for Processing Remote Sensing Data *(On the Example of Ili Alatau Park Natural)*

Monitoring of land of SPNTs (specially protected natural territories) is an indispensable and important task in the growing human impacts and environmental pollution and the need to develop systems of specially protected natural territories on the lands of a large city and competent management increases. SPNT or Alatau reserve park monitoring is using natural resources and minimizing the impact of anthro-

pogenic factors on the environment. This requires the monitoring of the composition of SPNTs land using effective aerospace methods. Improving the techniques of automatic decoding the satellite imagery and developing technology of aerospace monitoring SPNTs of Ili Alatau reserved Park are relevant research questions. In the paper the method of estimating the overall accuracy of automatic decoding of satellite imagery and its increase by an average of 10.5% was improved, substantiated and implemented. The dependence of the overall accuracy of the classification on the number of parts, which are divided into the original picture was determined. Dependence shows that classification accuracy increases according to the separation of the image, but if it is disaggregated more than 4 parts. Further division does not significantly improve the accuracy. In the article the solutions of the urgent problems of classification of agricultural land of SPNTs or Ili Alatau, improvement of methods of automatic decoding of satellite images by means of maximum likelihood method, which allows to increase the overall accuracy of the classification by an average of 10.5% are presented. A comparative analysis of methods of supervised classification and cluster analysis of satellite imagery is made on the basis of various algorithms for automatic decoding: the minimum distance, the parallelepiped, the maximum likelihood. It was established that in order to achieve the most accurate classification it is necessary to choose the maximum likelihood algorithm ($T = 71.5\%$). Other methods give results with less classification accuracy.

Key words: Landsat 8 TM, ENVI 4.8, sounding, interpretation, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), cartography, aerospace.

^{1,2}Какимжанов Е., ³Мукалиев Ж., ⁴Мамутов Ж.

¹ст. преподаватель, Горно-металлургический институт имени О. Байконурова, Сатпаев университет, Казахстан, г. Алматы, e-mail: erka_7717@mail.ru

²ст. преподаватель, факультет географии и природопользования, e-mail: erka_7717@mail.ru

³преподаватель, факультет географии и природопользования, e-mail: zh_gis@mail.ru

⁴профессор, факультет географии и природопользования, e-mail: zhekenmamutov@gmail.com
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы,

Особенности методов обработки данных дистанционного зондирования

(На примере Или-Алатауского природного парка)

Мониторинг земель ООПТ (особо охраняемых природных территорий) является неотъемлемой и важной задачей в растущих людских загрязнение и необходимость разработки систем особо охраняемых природных территорий на земли большого города и грамотное управление. Мониторинг парка заповедников СПНТ или Алатау использует природные ресурсы и сводя к минимуму воздействие антропогенных факторов на окружающую среду. Это требует мониторинг состава земли СПНТ с использованием эффективных аэрокосмических методов. Совершенствование методов автоматического декодирования спутниковых изображений и разработки технологии аэрокосмического мониторинга СПНТ заповедного парка Или – Алатау актуальны исследовательские вопросы. В статье предложен метод оценки общей точности автоматического декодирования спутниковых изображений и его увеличение в среднем на 10,5% было улучшено, обоснованы и реализованы. Зависимость полной точности классификация по количеству частей, которые делятся на исходную картину, была определяется. Зависимость показывает, что точность классификации увеличивается в соответствии с разделением изображения, но если оно дезагрегировано более чем на 4 части. Дальнейшие не значительно улучшает точность. В статье рассмотрены решения актуальных проблем классификации сельскохозяйственных земля СПНТ или Или Алатау, совершенствование методов автоматического декодирования спутниковые изображения являются средством максимального правдоподобия, что позволяет увеличить представлена общая точность классификации в среднем на 10,5%. Сравнительный анализ методов контролируемой классификации и кластера анализ спутниковых снимков производится на основе различных алгоритмов автоматического декодирование: минимальное расстояние, параллелепипед, максимальная вероятность, это было установлено, что для достижения наиболее точной классификации необходимо выберите алгоритм максимального правдоподобия ($T = 71,5\%$). Другие методы дают результаты с меньшей точностью классификации.

Ключевые слова: Landsat 8 TM, ENVI 4.8, зондирования, дешифрирование, NDVI (Normalised Difference Vegetation Index), картография, аэро-космическая.

Кіріспе

Жерді қашықтықтан зондтаудың деректері қоршаған орта жағдайын жедел және анық зерттеуге және табиғи ресурстарды қолдану мен элементтің объективті бейнесін алуға мүмкіндік беретін тиімді құрал болып табылады.

Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) – жер үсті және ондағы объектілер: атмосфера, мұхит, жер қабығының жоғарғы қабаты туралы электромагниттік сәулеленудің әсерінен тіркеуші құрылғының зерттелетін объектіден айтарлықтай қашықтықта болатын түйіспесіз әдістер арқы-

лы ақпарат алу. Түсірілімдік аппаратуралардың қабылдайтын толқын ұзындықтарының жұмыс диапазоны микрометрден (көрінетін оптикалық сәуле) метрге (радиотолқындар) дейін болады. Жерді қашықтықтан зондтаудың жалпы физикалық негізі объектінің өзіндік және шағылысқан сәулеленуінің тіркелген параметрлерінің арасындағы функционалдық тәуелділік және оның биогеофизикалық сипаттамалары мен кеңістіктік орналасуы болып табылады.

Ғарыштық мәліметтерді қолдану, ерекше қорғалатын табиғи аймақтарға географиялық зерттеулер жүргізуге, жаңалықтар ашуға, баға беруге және сол аймақтарда болып жатқан өзгерістерді бақылап отыруға мүмкіндік береді. Заманауи жер серіктік жүйелерінде өте жоғары кеңістіктік рұқсаттар бар және нысандардың жіктелуі мен оларды танып – білуді жақсартуға арнайы болашағы құрылған. Сонымен қатар, жер серіктік жүйелері үлкен аудандар мен аймақтардағы табиғи экожүйелерді зерттеуге арналған (<http://www.kosmoaerogeology.by/2009-12-12-01-36-16/content/96-2009-12-28-14-36-50>).

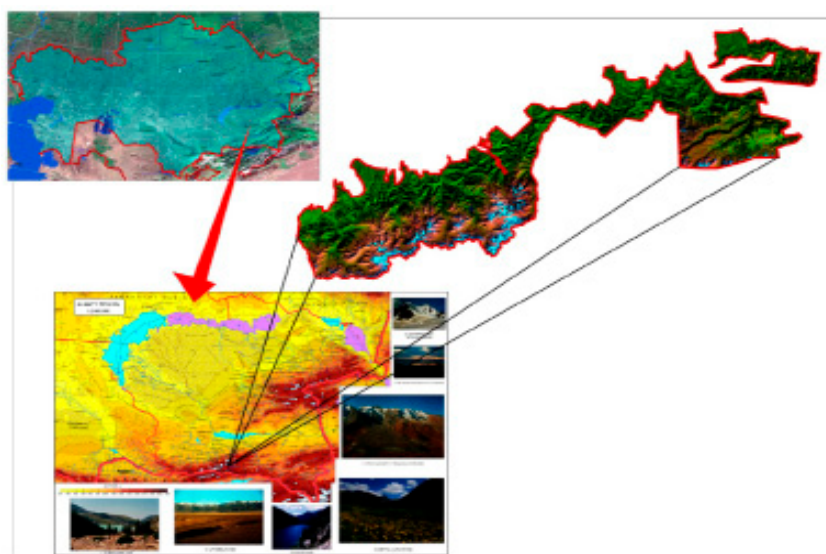
Сондықтан әуе және ғарыштық суреттерді қолдану – қазіргі экожүйенің жай-күйін үздіксіз бақылап отыруға жағдай жасайтын бірден бір жүйе болып табылады. Суреттерді өткен он жылдықта жасалған суреттердің нәтижелерімен салыстыру арқылы аумақта болған өзгерістерді нақты байқай аламыз.

Қазіргі таңда әуе – ғарыштық мәліметтерді қолдану, үлкен аумақтарды алып жатқан жерлерді тез арада болатын үрдістердің ғана емес (өрт, су тасқыны және т.б.), сонымен қатар, жай жүретін

үдерістердің де (кесілген ағаштардың қайта өсуі, су алқаптарының кебуі және т.б.) мағлұматтарын өңдеп отыруға мүмкіндік беретіні мәлім.

Әр түрлі уақыттағы, түрлі типтегі, түрлі деңгейдегі түсіріс мәліметтерінің нақтылығы және барлық қол жетімді картографиялық мәліметтерінің жақсы деңгейде талдануының жүзеге асуы заманауи геоақпараттық технологияларды пайдаланумен тікелей байланысты. Ерекше қорғалатын табиғи аймақтар туралы нақты тақырыптық және жалпыгеографиялық мәліметтерді, әр түрлі жылдардағы әуе және ғарыштық түсірістердің мәліметтерді, тест жүргізілетін аумақтардағы стационарлық бақылаулардың нәтижелерін және басқа да қосымша ақпараттарды жергілікті деңгейдегі геоақпараттық жүйені белгілі бір мақсатта құру арқылы жүзеге асырылады.

Зерттеу нысаны. Қазақстанның Іле Алатау табиғи паркінің геожүйесі мен табиғи ландшафттардың заманауи құрылымы мен динамикасы болжамдар құрастыруға, білуде өте маңызды рөл атқарады. Ұлттық парк Алматы қаласының оңтүстігінде Іле Алатауының баурайында орналасқан. Батыстан шығысқа қарай 120 км, ал көлденеңінен 30 км созылып жатыр. Ұлттық парктің ауданы 164,4 мың шаршы км, шекарасының кейбір бөлігі қаламен жалғасып жатыр. Парктің аумағы 1200 м-ден 5000 м-ге дейінгі абсолюттік биіктікте орналасқан және вертикальды белдемдердің барлық ландшафт түрлері кездеседі олар: тау алды жазықтар, Тянь-Шань шыршалы ормандары, жапырақты және қылқан жапырақты ормандар, альпі шалғыны мен мұз басқан биік таулы шыңдар кездеседі (1-сурет).



1-сурет – Іле Алатау табиғи паркінің сұлбасы

Іле-Алатауы мемлекеттік ұлттық табиғи паркі 1996 жылы 22 ақпанда Қазақстан Республикасының Үкіметі Қаулысымен құрылған. Парк оңтүстік астана Алматының жанында Іле-Алатауының солтүстік жоталарында орналасқан. Оның көлемі батыста Шемалған өзенінен, шығыста Түрген өзеніне дейінгі 120 км-ді, ал көлденеңінен 30 км-ді алып жатыр. Парктің ауданы – 202292 га.

Ұлттық парктің басты мақсаты мен міндеті – теңдесіз табиғат кешенін қайта қалпына келтіру және қорғаумен бірге, адамдарға табиғатта алуан түрлі демалыс құруға ұсыну мүмкіншілігі.

Ұлттық парк теңіз деңгейінен 600-ден 500 метрге дейін абсолютті биіктікте орналасқан. Парк табиғатының негізін Шренк шыршаларының көркем ормандары және ұсақ жапырақтылар түрлерінен – Сиверс алма ағашы, долана, жабайы өрік, тянь-шань шетені және басқа да ағаш және бұта түрлері құралған.

Парк өзінің табиғи және эстетикалық ерекшеліктерімен өзгеше. Туристер Паркқа кіре берістен аптаған аласа таулы, жайтылай шөлейт және құрғақ даладан альпі шалғындығы, тундралардың салықындығы мен мәңгі, аппақ қары әрі мұздықтарымен жарқыраған жартасты шыңы бар, тауларға дейінгі теңдесіз, тік ландшафты аймақты бақылау мүмкіншілігіне ие болады.

Ұлттық парктің өсімдік әлемі 1200-ден астам өсімдік түрлерінен тұрады және алуан түрлілігіне қарай Солтүстік Тянь-Шаньның өсімдік атаулысын құрайды. Альпілік және субальпілік аймақтар (2400 метрден 3400 метрге дейін) көркем, ашық, сан түрлі шөп шалғындықты болып келеді. Оның ішінде биік таулы қияқ-мүк сазын кездестіруге болады. Ал одан төмен түссеңіз, арша бұтақтарын жолықтырасыз. Бұталы-орманды белдеу 1600-ден 2800 метр биіктікте орналасқан (Elvidge, C. D. and Lyon, R. J. P.). Бұл аймаққа түрлі-түсті раушан көшеті, түрлі шөпті-дәнді жұрындар мен кезектескен жапырақты және қылқан жапырақты ормандар тиісілі. 1400 – 1600 метр алатын баурай – «дүңгіршек» деген атпен белгілі. Оларға аз кездесетін жабайы алмалар, өріктер, көктерек тоғайлары араласқан тау даласы жатады. Ғалымдардың айтуы бойынша, Жетісу жеріндегі Іле Алатауының аласа таулары әлемнің барлық мәдени алма сұрыптарының шығу орталығы деп санайтындығын мақтанышпен айтуға болады. Ұлттық парк флорасы аз кездесетін және эндемикалық түрлерден тұрады.

Қызыл кітапқа шөп, бұта және ағаш тәріздес өсімдіктердің 36 түрлері енгізілген. Олардың ішінде гүлдердің ежелгі түрлері саналатын жауқазынның екі түрі және сарыгүл мен шұғынықтың бір – бір түрлері кездеседі. Тарихшылардың пікірі бойынша, орта ғасырларда жауқазын Іле Алатауынан Ұлы Жібек жолы арқылы, Кіші Азияға, ол жақтан, бүгінгі таңда жауқазын ұлттық символға айналған Голландияға жеткен. Парктің жан-жануар әлемі бай әрі сан қилы. Бұл аймақта омыртқасыздардың 1500 түрлері, ал омыртқалы жануарлардың 213 түрлері мекендейді. Оның ішінде 47 түрі сүтқоректілер, 148 құс түрлері, бауырымен жорғалаушылардың 8 түрі, ал қосмекенділердің 2, балықтардың 8 түрлері ұшырасады.

Көбінесе орман алқабында және ашық орындарда бұғы тұқымдас – марал, елікті, ал жоғарырақ жартастар қорымында – сібір тауешкісін (теке) кездестіруге болады. Қабан, қасқыр, түлкі, борсық және басқа да кемірушілердің түрлерін жолықтырасыз. Бұл аймақты мекендеген көптеген аңдар Қызыл кітапқа енген. Құстардан — тау өзені жағалауында мекендеуші – балшықшы құсы, ителгі тұқымынан – қырғи, тұрымтай; таулы жартастарды мекендейтін қырандар тобынан – құмай, сақалды бүркіт, және тазқара; аз кездесетін торғай тұқымдастардан – ақсағал және кара құтан кездеседі. Сүтқоректілерден жыртқыш аңдар – қызыл қасқыр, қар барысы, ортаазиялық сілеусін, тянь-шаньдық сұр аю және тассусар және тұяқтылардан арқар, дуадақ кездеседі. Тау су қоймаларында анда-санда жолығатын балық түрі – Іле Маринкасы. Қар барысы Халықаралық Қызыл кітапқа енгені жөнінде айта кету қажет.

Парктің территориясында табиғат ескерткіштері мен Қазақстан халықтарының тарихи-мәдени мұрасының археологиялық объектілері орналасқан. Олар – Ұлы мұздану дәуірінен бері сақталған «Шыңтүрген орман шыршалары», Үлкен Алматы биік таулы көлі, Бозкөл, Ақкөл, Қайрақ және Аюлы сарқырамалары, Тұйықсу, Дмитриева, Тәуелсіздік мұздықтары, Түрген шатқалындағы ерте темір дәуірі қорғандары, Есік өзені жағалауындағы сақ қорғандары, атақты «Алтын адам», сонымен қатар Талқыз және Түрген қалалары. Парктің территориясымен Ұлы Жібек жолы жол тартқан. Туристерді ұлттық паркте, ең бастысы, толыққанды демалыс пен экологиялық туризм тартады. Парк жаппай рекреация мен денсаулықты қалпына келтіру үшін теңдесіз шарттар ұсынады. Мысалы, рекреациялық аймақта тау өзені

жағалауында тыныш серуен құру және киіз үй-шатырлық кемпингте демалыс, тікұзақпен сапар, атпен серуендеу, тау туризмі және альпинизм. Туристер назарына Түрген арнасындағы Киелі бұлақ орталығына жолдама, Парк территориясында оншақты жаяу және атты бағыттар, треккинг және рафтинг ұсынылады. Экологиялық соқпақтар бойымен біркүндік экскурсиялар, ғылыми-танымдық туризм, табиғатта түнеу көпкүндік сапарлары және тағы басқалар. Ал қыс мезгілінде тау жолдарынан шанамен, атты шанамен сырғанау және тау шаңғы спорты күтеді.

Зерттеу әдістері. Бұл мәселені шешуде жерді ара-қашықтықтан зондтау мәліметтерінің негізіндегі сандық картографиялаудың қарқынды дамып келе жатқан әдістері тиімдірек болып саналады. 1972 жылы LANDSAT 1 жер серігін ұшырумен басталған ғарыштық суреттер мәліметтерін кеңінен пайдалану табиғи ресурстардың жағдайы мен мониторинг жасауға жаңа мүмкіндіктер ашты. Қашықтықтан зондтау тәсілдерін дамыту нәтижесінде жер және су ресурстарын, топырақты, ормандарды, ауылшаруашылық дақылдар мен қалалық инфраструктураны, өнімді бағалау және тағы басқаларды картографиялау оңайлады (Baret, F., Guyot, G., and Major, D). Ғарыштық суреттерді географиялық информациялық жүйе арқылы нәтижелі шешім қабылдауда қолданады. Қашықтықтан зондтаудың ең маңызды пайдалану аясы қарастырылады және әртүрлі зерттеу кезіндегі қолданылып жүрген тәсілдердің ерекшелігін түсінуге көмектесетін мысал келтіріледі. Айта кететін жайт, дешифрлеудің визуальді тәсілі мен сандық тәсілі қатар маңызды болып табылады. Практикада сандық тәсілді пайдаланудың жетістігі көп жағдайда зерттеушінің визуальді дешифрлеу икеміне байланысты болады.

Берілген аумақтың ғарыштық зондылаудың тиімді жағы сол жердің ескі нұсқадағы суреттерін ғана алып қоймай, дәл қазіргі сәттегі суреттерін де пайдалана алу мүмкіндіктері болып табылады. Осы жобадағы табиғи ландшафттардың динамикасын білу үшін Landsat 8 TM ғарыштар суреттері пайдаланылды (Huete, A. R.). Ара-қашықтықтан зондылау мәліметтерін сандық тематикалық өңдеу ENVI 4.8 компьютерлік бағдарламасының көмегімен жүзеге асырылды. Оның үлкен артықшылығы – бір пакетте тақырыптық, әрі алдын ала өңдеу және ара-қашықтықтан зондылау мәліметтерінің өңделген нәтижелерінен геоақпараттық техноло-

гиямен түрлі операциялар жасау жағдайына тез ауыса алу мүмкіндігі.

Табиғатты қорғау инспекциясын құру өте маңызды шара болып табылады және олар барлық шаруашылық пен рекреациялық қызметтерді, табиғи қорғауды бақылау жүктеледі. Ол мыналарды қамтамасыз етеді:

- Суды қорғау (су қорғау аймақтарын белгілеу);
- Әуе бассейнін қорғау (экологиялық бақылау, жолдардыабаттандыру және автотранспорттардың ағымын қатаң реттеу);
- Геологиялық орта мен топырақты қорғау;
- Тірі табиғатты қорғау (экологиялық тұрақтылықты және басқа да ерекше қорғалатын аумақ белдемдерін бөлу, жобалық шешімдер мен режимдік тежеу, жануарлар санын қадағалауды есептемегенде аң аулау кәсібіне тиым салу, жануарлар мен өсімдіктердің түрлерін жерсіндіруден бас тарту, орманды алқаптарды көбейту, өртке қарсы шаралар жүйесін өңдеу және іске асыру, ормандарды түрлі аурулар мен зиянкестерден қорғау, рекреациялық жүктемелерді тұрақтандыру, жайылымдық жерлер жүктемесін оңтайландыру);
- Ландшафттарды қорғау (ландшафттарды консервациялау, қалпына келтіру, мониторинг);
- Экологиялық білім беру.

Дешифрлеудің барлық әдіс-тәсілдері екі негізгі әдіс арқылы жүзеге асырылады: визуалды және автоматтандырылған (компьютерлік). Визуалды дешифрлеуде суреттері фототаңба немесе компьютер экранындағы кескін болса да, барлық үрдістер зерттеушінің өзімен атқарылады. Бұған кері, яғни автоматтандырылған әдісте дешифрлеу компьютерде арнайы өңдеу, бағдарламаларының көмегімен жүзеге асырылады. Автоматтандырылған дешифрлеу визуалды дешифрлеуді толық алмастырады деу қате түсінік. Себебі, өте жоғары кеңістіктік рұқсатты суреттерді пайдаланғанда визуалды дешифрлеудің ролі өте маңызды. Бұл адамның суреттерді талдау қабілеті, есептегіш техникадан да асып түсетінін көрсетеді. Кеңістіктік мәліметтерді оңай талдау визуалды дешифрлеудің үлкен мүмкіндігі болып табылады. Дешифрлеуші нысанның пішінін, өлшемін және үлестіру ерекшеліктерін қиындықсыз анықтайды. Визуалды дешифрлеудің тағы бір баға жетпес мүмкіншілігі – дешифрлеу нысандарының барлығын бір мезгілде қолдана алу. Компьютерлік технологиялар дамуының заманауи кезеңінде, бұл мәселе әлі шешімін тапқан жоқ. Сонымен қатар, суреттен нысандар жайлы

ақпараттарды ғана алып қоймай, үрдістер мен оқиғаларды біліп, айыра білу ешқандай компьютерге жетпейтін адамның логикалық ойлау қабілеті, интуициясының арқасында. Компьютерлік дешифрлеу әдістерінің мүмкіншіліктеріне адамға жақсы қабылдау үшін, сандық суреттердің жарық деңгейін өзгертуді, әртүрлі математикалық операцияларды және берілген белгілердің классификациясын жатқызамыз. Көп белдемді суреттерді өңдегенде және әсіресе нысандардың өзгерісін анықтау мақсатында, әр түрлі уақытта түсірілген суреттер мен картографиялық мәліметтерді салыстырғанда, бұл әдістің артықшылықтары басым. Алынған нәтижелерге келетін болсақ, қашықтықтан зондылаудың мәліметтерін компьютерлік өңдеуде, суретті талдаудың ресми ерекшеліктері бойынша жүзеге асырылады, сондықтан алынатын нәтижелеріміз субективизмнен айырылады. Алайда, олардың барлығы толық нысаналы деп айту шындыққа толық жанаспайды.

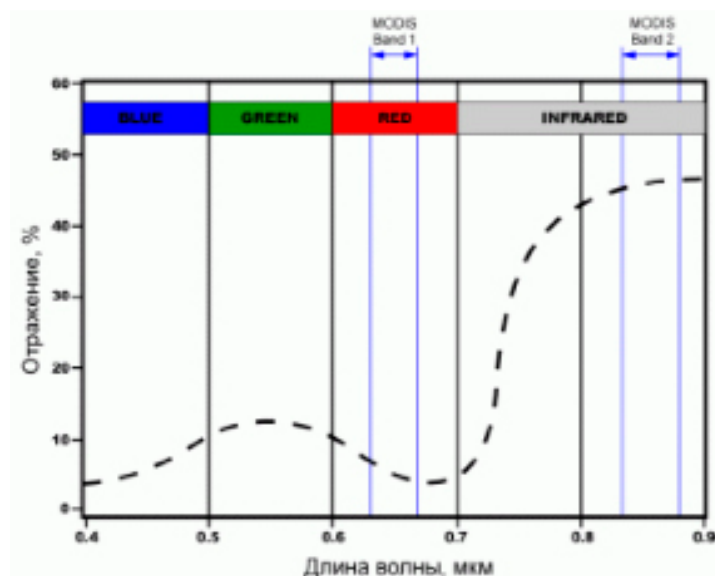
Сандық әуе – ғарыштық түсірістер, растрда әр түрлі үлгіде берілуі мүмкін, мысалы: TIFF (Tagged Image Format), HDF (Hierarchical Data Format), суреттерді өңдейтін арнайы форматты пакеттер үлгісінде болуы мүмкін. Осы және басқа да үлгілерде суреттер ақпараттарын жоғалтпай сақталатынын ескерген жөн, бірақ басқа жерге ауыстырғанда белгілі бір бөлігі жоғалып кететін, қысқартылған да үлгілер кездеседі (JPEG, GIF, PNG және т.б.). Ара-қашықтықтан зондылау мәліметтерін компьютерлік өңдеу геометриялық, жарық өзгерту және классификацияны қамтамасыз етеді. Жарық өзгертудің көбісі экранда визуалды дешифрлеу мүмкіндігіне қол жеткізу үшін суреттердің сапасын жақсартуда қолданылады, бірақ кей кездері өзгерту арқылы өзімізге керекті нақты нәтижені алуға болады. Өзгертулердің ішінде кеңінен қолданылатыны суреттің жақсы көрінуі үшін, жарықтың сапасын көрсетіп тұратын, гистаграмманың көмегінің контрастын көбейту, филтрлеу, суретті жарық деңгейіне байланысты кванттау, түрлі түсті суреттерді синтездеу, суретті басқа да кеңістіктік орталармен біріктіру (синегризм), индексті суреттерді жасап шығару.

Кванттау – жарық деңгейінің бірнеше топтарынан тұратын, суреттің жарығын өзгерту тәсілі. Бұндай өзгертулердің нәтижесінде суреттегі жарық біртіндеп, нақты белгіленген шекараға айналады. Жарықтың барлық интервалы (мысалы, вегетациялық индекстің мәні) бірдей сатыларға бөлінуі мүмкін. Бірақ көбінесе

дешифрлеуші жаңа сатылардың шекараларын өзі таңдап, өзіне керекті нысандарды гистаграмманың немесе жарық интервалының көмегімен жасаса, ең жақсы нәтижеге қол жеткізеді. Кванттау көбінесе белгіленбеген шекараларда, біртіндеп ауысуда қолданылады. Көпбелдемді суреттердің жарық деңгейін өзгертудің екі негізгі мақсаты бар: мәліметтерді қысқарту, яғни бірнеше суреттердің орнына бір сурет алу және суреттің визуалды қабылдануын жақсарту.

Түрлі түсті суреттің синтезі – әрбір түсіру каналында суретке өзіндік түс беретін өзгертудің қарапайым әрі ең көп қолданылатын түрі. Синтездеуге көбінесе 0,5–0,6; 0,6–0,7 және 0,8–1,1 мкм белдемдері немесе соларға ұқсас көк, жасыл, қызыл түстер сәйкес келетін белдемдер пайдаланылады (Crist, E. P. and Cicone, R. C.). Синтездің бұл нұсқасын стандартты деп атайды. Өсімдіктер суретте қызыл түспен беріледі, ол жақын инфрақызыл спектр зонасындағы жоғары дәрежедегі жарықпен түсіндіріледі. Егер түсіру каналдарының және түстердің комбинациясын өзгертіп, инфрақызыл белдемге жасыл түсті енгізетін болсақ, табиғи түске ұқсас түсалуға болады. Тек қана белдемдік суреттерді ғана емес, сонымен қатар әр түрлі уақытта жасалынған, күрделі өзгертулер нәтижелерінде пайда болған суреттер мен түсірістерді де синтездеуге болады (Jackson, R. D.). Түрлі түсті суреттің кеңістіктік рұқсатын жақсарту үшін, кеңістіктік рұқсатты жақсарту деген операция орындалады. Бұл үш сурет арқылы бір сурет құрудың бір нұсқасы – біреуін жоғары рұқсатпен (әдетте бұл панхроматикалық каналдағы суреттер, бірақ басқа да түсіру жүйесінің суреті болуы мүмкін, мысалы радиолокациялық), және екі белдеулік суреттер, мысалы, инфрақызыл және қызыл каналдардағы суреттер.

Екі сандық суреттердің (біріктіру, көбейту және т.б.) пиксельдердегі жарықтың мәнін беретін *матрицалармен математикалық операциялар* да қарапайым өзгертуге жатады (Stippen, R. E.). Көп белдеулік суреттермен жұмыс істегенде, көбінесе екі белдеулік суреттердің жарық мәні ерекшеленеді. Спектрдың екі немесе бірнеше бөлігіндегі табиғи нысандардың әр түрлі жарық деңгейіне негізделген өзгертудің *индексті анықтау* тәсілі де кеңінен таралған. Индекстердің көбісі вегетациялық өсімдіктерді көрсететін жасыл түсті дешифрлеуге жатады, оны басқа нысандардан, әсіресе топырақ және су қабатынан айыру үшін қолданылады.



2-сурет – NDVI көрсеткішін есептеу диаграммасы (MODIS мәліметтерімен)

Вегетациялық индекстер өсімдіктердің сипатына көбірек келетін қызыл және жақын қашықтық инфрақызыл спектральды белдеулердегі жарық мәндерінің қатынасына негізделген. Көбінесе NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) қалыпты вегетациялық индексі қолданылады, ол мына формула арқылы шығарылады:

$$NDVI = \frac{BIK - K}{BIK + K},$$

мұндағы, К – қызыл белдеудегі жарық мәні болса, ал БИК – жақын қашықтық инфрақызыл белдеудегі жарық мәні. Индекстің мәні -1 -ден +1 аралығында өзгереді. Өсімдіктерге NDVI қалыпты мәні сәйкес келеді және фитомасса қаншалықты көп болса, мәндері де соншалықты жоғары болады. Индекстің мәніне, сонымен қатар, өсімдіктердің түрлік құрамы, жағдайы және жер бетінің еңістік бұрышы да әсер етеді (2-сурет).

1-кесте – Бұл кестеде ғарыштық түсірістің каналдарының ерекшеліктері көрсетілген:

Каналдар	Спектральды белдеулер ерекшеліктері	Диапазон
B1	Coastal aerosol	0.43 – 0.45 μm
B2	Blue	0.45 – 0.51 μm
B3	Green	0.53 – 0.59 μm
B4	Red	0.64 – 0.67 μm
B5	Near Infrared	0.85 – 0.88 μm
B6	Short-wave Infrared	1.57 – 1.65 μm
B7	Short-wave Infrared	2.11 – 2.29 μm
B8	Panchromatic	0.50 – 0.68 μm
B9	Cirrus	1.36 – 1.38 μm
B10	Thermal Infrared	10.60 – 11.19 μm
B11	Thermal Infrared	11.50 – 12.51 μm
BQA	Data quality assessment band	

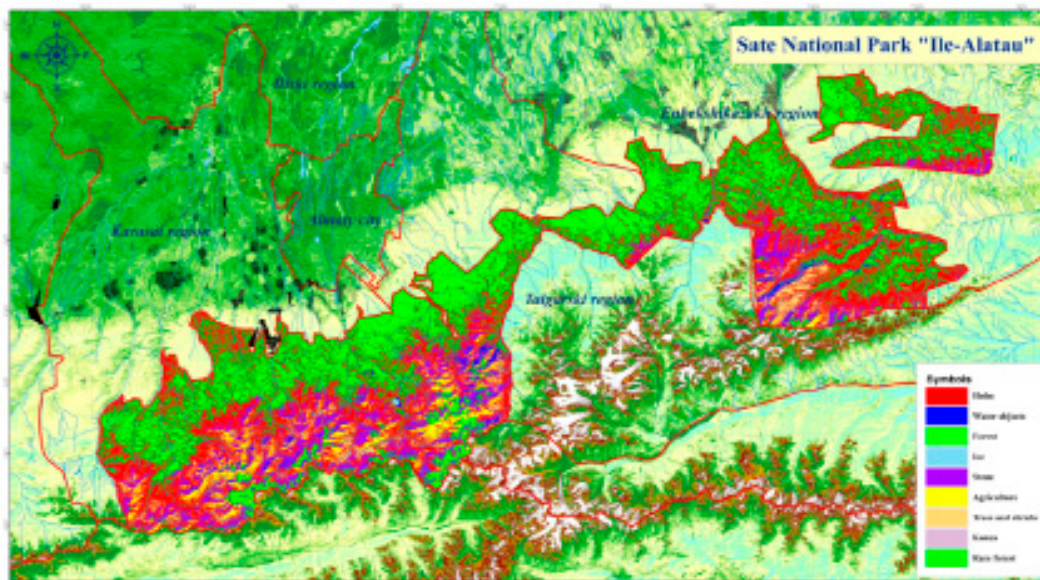
Қалыпты ауылшаруашылық мәдени дақылдар спектрдің көрнекі бөлігінде (0,4-тен 0,7-ге дейін) жоғары шағылыстырушы мүмкіндігі жақын инфрақызыл диапазоны 1,45 1,95 және 2,6 мкм ұзын толқындағы мінездік терезелер жұтылуымен ерекшеленеді. Өсімдік жамылғысының спектральді мінездемесі оның құрылымы мен басқа да факторларға-мысалы, өсімдік беті, егістік тығыздығына, өсу сатысына, климаттық жағдайларға және т.б жағдайларға байланысты болады. Сонымен қатар топырақ түрі мен оның ылғалдылығы да маңызды (Clevers, J. G. P. W.) (1-кесте).

Өсімдіктердің түрлері құрылысымен, вегетативті кезеңімен және ғарыштық суреттерде көрінетін әртүрлі мінездемелерімен айырмашылық жасайды (Huete, A. R., Jackson, R. D., and Post, D. F.). Осы мінездемелердің кейбіреуі егістік аумақтарын бағалауға, түсімді болжауға және өсімдіктің жағдайын анықтауда қолданылады. Соның ішінде спектральді жарықтықтың жақын инфрақызыл және қызыл диапазонмен байланысы ауылшаруашылық дақылдарының жақсы индикаторы болып табылады.

Зерттеу нәтижелері. Қазіргі таңда картографияда аэрокосмостық суретке түсіру кең

қолданысқа ие болды. Космостық түсірулердің жаңа әдістері жер бедерінің жай-күйін, табиғи процестер мен құбылыстардың динамикасын, табиғи ресурстардың орналасуы жайлы жан-жақты мәліметтерді береді. Алынған мәліметтердің нақтылығы жоғары. Аэрофотосуреттер сияқты космостық түсірулер жергілікті жердегі нысандар жайлы жалпы және жеке мәліметтер береді. Суреттердің классификациясының нәтижесінде, алынған кеңістіктік салыстырмалы анализ, ENVI 4.8 бағдарламалық кешенінде жүргізіледі (Baret, F. and Guyot, G.). Геоақпараттық технологияларды қолдану картографиялық және атрибутивтік мәліметтерді, сандық және сапалық ақпараттарды жүйелеуге, жалпы географиялық негізге салуға мүмкіндік береді. Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесі табиғи қорықтың аумағындағы пайдаланылатын жерлердің тематикалық карталары болып табылады (3-сурет).

Зерттеу нәтижесінде Іле Алатау табиғи қорығының 3-4 карталары жасалған. Бұл карталар қазіргі таңда әкімшілік сұранысы өте жоғары. Карталар әр салада қолданылады. Ғарыштық суреттерді пайдаланылғандықтар бұл карталардың мәліметтері нақты болып табылады.



3-сурет – Landsat-8 TM ғарыштық түсірістің классификация нәтижесі

Қорытынды.

Соңғы уақытта ғарыштық түсіріс қоршаған ортаның және ерекше қорғалатын табиғи аймақтардың мониторингін жүргізу жүйесінде басты орын алады. Ара-қашықтықтан

зондтау мәліметтері бойынша шешілген тақырыптық тапсырмалар тізімін маңыздылығы соншалық, тіпті олардың классификаторы (Классификатор..., 2008) жасалынған. Ғарыштық суреттердің кеңінен таралуы

оларды қолданғандағы ақпаратты алудың оңай екенін білдірмейді. Негізінде, табиғи нысандардың жай-күйі және уақыт өте келе олардың өзгеруі туралы, нақты ақпараттарды алу қиын жұмыс болып саналады. Кескіндерді жақсарту визуальді және машиналық анализге ыңғайлы келетін формаға айналдыруға ықпал жасайды және кескіннің маңызды белгілерін көрсетуге және интерпретация тапсырмасын оңайлатуға арналған. Әдетте кескінді жақсарту үшін жарықтылықты және түстер контрастын қолданады, сондай-ақ кеңістіктік фильтрацияны пайдаланады.

Ғарыштық түсірілімдер Жер бетін глобалды тұрғыда зерттеу үшін дәйекті ақпарат көзі болып табылады, Жер бетінің картографиясын жүргізуге тиімді және жылдам мүмкіндіктер туғызады. Ғарыштан бақылау адамзат баласына метеорологиялық болжамға маңызды атмосфера цирку-

ляциясына өте үлкен қашықтықта нақты уақытта бақылауға мүмкіндік берді.

Түсіріс мәліметтерінен алынған ақпараттардың сенімділігі олардың бірнеше факторларына тәуелді, атап айтсақ, зерттелетін нысандардың құрылымдары мен орындаушының біліктілігі жатады. Табиғи нысандарды танудың анықтылығы олардың спектральды құрылымына, шекаралардың белгіленуіне, өзгертілу деңгейіне және басқа нысандармен тұрақты ара қатынасының болуына байланысты. Орындаушы табиғатты білудің базалық дайындығынан басқа, ара – қашықтықтан зондылаудың теориялық негіздерін, дешифрлеу тәжірибесі және геоақпараттық технологияны білу қажет. Нәтижелердің сенімділігінің басқа да факторларына суреттердің сапасы және қаржыландыруға тәуелді болатын жұмыстың техникамен қамтамасыздандырылуы жатады.

Әдебиеттер

- 1 Baret, F. and Guyot, G. (1981) «Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment, *Remote Sensing of Environment*, vol. 35, pp. 161-173.
- 2 Baret, F., Guyot, G., and Major, D. (1989) “TSAVI: A vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI or APAR estimation,” in 12th Canadian Symposium on Remote Sensing and IGARSS 1990, Vancouver, Canada, July`10-14.
- 3 Clevers, J. G. P. W. (1988) “The derivation of a simplified reflectance model for the estimation of leaf area index, *Remote Sensing of Environment*, vol 35., pp. 53-70.
- 4 Crippen, R. E. (1990) “Calculating the Vegetation Index Faster,” *Remote Sensing of Environment*, vol 34., pp. 71-73.
- 5 Crist, E. P. and Cicone, R. C. (1984) “Application of the tasseled cap concept to simulated thematic mapper data,” *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 50, pp. 343-352.
- 6 Elvidge, C. D. and Lyon, R. J. P. (1985) “Influence of rock-soil spectral variation on the assessment of green biomass,” *Remote Sensing of Environment*, vol. 17, pp. 265-269.
- 7 Huete, A. R. (1988) “A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI),” *Remote Sensing of Environment*, vol. 25, pp. 295-309.
- 8 Huete, A. R., Jackson, R. D., and Post, D. F. (1985) “Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds, *Remote Sensing of Environment*, vol. 17., pp.37-53.
- 9 Jackson, R. D. (1983) “Spectral indices in n-space,” *Remote Sensing of Environment*, vol. 13, pp. 409-421.
- 10 Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. (2004) *Аэрокосмические методы географических исследований: учеб. для студентов вузов. М.: Академия. 306 с.*
- 11 Лабутина И.А. (2004) *Дешифрирование аэрокосмических снимков: учеб.пособие для студентов вузов. – М.: Аспект Пресс. 184 с.*
- 12 Лабутина, И. А. (2011) *Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. Методическое пособие // И. А. Лабутина, Е. А. Балдина. – М.: WWF России. – С. 69-69.*
- 13 Лурье И.К., Косиков А.Г. (2003) *Теория и практика цифровой обработки изображений: учеб. пособие. М.: Научный мир. 168 с.*
- 14 (2009) *Применение геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования для мониторинга особо охраняемых природных территорий Беларуси [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kosmoaerogeology.by/2009-12-12-01-36-16/content/96-2009-12-28-14-36-50>.*
- 15 Тутубалина О.В. (2009) *Компьютерный практикум по курсу «Космические методы исследования почв»: учеб. пособие / под ред. В.И.Кравцовой. М.: Географический факультет МГУ. 112 с.*

References

- 1 Baret, F. and Guyot, G. (1981) “Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment, *Remote Sensing of Environment*, vol. 35, pp. 161-173.
- 2 Baret, F., Guyot, G., and Major, D. (1989) “TSAVI: A vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI or APAR estimation,” in 12th Canadian Symposium on Remote Sensing and IGARSS 1990, Vancouver, Canada, July`10-14.

- 3 Clevers, J. G. P. W. (1988) "The derivation of a simplified reflectance model for the estimation of leaf area index, *Remote Sensing of Environment*, vol 35., pp. 53-70.
- 4 Crippen, R. E. (1990) "Calculating the Vegetation Index Faster," *Remote Sensing of Environment*, vol 34., pp. 71-73.
- 5 Crist, E. P. and Cicone, R. C. (1984) "Application of the tasseled cap concept to simulated thematic mapper data," *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 50, pp. 343-352.
- 6 Elvidge, C. D. and Lyon, R. J. P. (1985) "Influence of rock-soil spectral variation on the assessment of green biomass," *Remote Sensing of Environment*, vol. 17, pp. 265-269.
- 7 Huete, A. R. (1988) "A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)," *Remote Sensing of Environment*, vol. 25, pp. 295-309.
- 8 Huete, A. R., Jackson, R. D., and Post, D. F. (1985) "Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds," *Remote Sensing of Environment*, vol. 17., pp.37-53.
- 9 Jackson, R. D. (1983) "Spectral indices in n-space," *Remote Sensing of Environment*, vol. 13, pp. 409-421.
- 10 Knizhnikov Yu.F., Kravcova V.I., Tutubalina O.V. (2004) *Aerokosmicheskie metody geograficheskix issledovaniy: ucheb. dlya studentov vuzov*. M.: Akademiya. 306 s.
- 11 Labutina I.A. (2004) *Deshifirovanie aerokosmicheskix snimkov: ucheb.posobie dlya studentov vuzov*. – M.: Aspekt Press. 184 s.
- 12 Labutina I.A. (2011) *Ispolzovanie dannyx distancionnogo zondirovaniya dlya monitoringa ekosistem oopt. metodicheskoe posobie // I.A. Labutina, E.A. Baldina*. – M.: WWF Rossii. – s. 69-69.
- 13 Lure I.K., Kosikov A.G. (2003) *Teoriya i praktika cifrovoj obrabotki izobrazheniy: ucheb. posobie*. M.: Nauchnyj Mir. 168 s.
- 14 (2009) *Primenenie geoinformacionnyx sistem i dannyx distancionnogo zondirovaniya dlya monitoringa osobo ohranyayemyx prirodnyx territorij belarusi [elektronnyj resurs]*. Rezhim dostupa: <http://www.kosmoaerogeology.by/2009-12-12-01-36-16/content/96-2009-12-28-14-36-50>.
- 15 Tutubalina O.V. (2009) *Kompyuternyj praktikum po kursu «kosmicheskimetody issledovaniya pochv»: ucheb. posobie / pod red. V.I.Kravcovej*. M.: Geograficheskij fakultet MGU. 112 s.