

ӘОЖ 629.78

**ЖҚЗ СЕРІГІНІҢ ОПТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ СИПАТТАМАЛАРЫНА ТАЛДАУ
ЖАСАУ**

Амангелды Жасұлан

Amankeldi.zhasulan@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ «Ғарыштық техника және технологиялар» кафедрасының
4-курс студенті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – С.Р.Есенғали

ЖҚЗ серігінің оптикалық жүйесі жерсерігінің ең маңызды элементтерінің бірі болып табылады. Себебі жерсеріктен Жерге жіберілетін ақпараттың барлығы дерлік орбитадан түсірілген суреттермен байланысты. Сол себепті кез-келген алынған ақпарат жоғары сапада болу қажет. Ал жоғары сапалықтықамтамасыз ететін осы оптикалық жүйені құрайтын

элементтер болып табылады. Оптикалық жүйені пайдалану мақсатына қарай біз оның сипатталарын анықтай аламыз. Сипаттамалары қаншалықты сәйкес келетін болса біз соншалықты тиімді әрі сапалы суреттер ала аламыз. Сипаттамаларына мысал ретінде мыналарды жатқыза аламыз: апертура диаметрі, спектралды каналдары, кеңістік тік ажыратылымы, қамту жолағы және тағы да басқа. Біз осы мақаламызда айтып қтілген сипаттамалардың маңызы туралы және оларды мақсаттарына байланысты талдаймыз және де бірнеше оптикалық жүйелерді мысалға келтіріп кетеміз.

Негізгі оптикалық сипаттамалар

1. Кеңістіктік ажыратылымы

Кеңістіктік ажыратылымы деп әдетте суретте бейнеленген жер бөлшектерінің ең аз сызықтық шамасын түсінеді. Фотографиялық суреттер үшін мұндай сандық көрсеткіш ретінде сызықтық ажыратылымы, яғни нақты суретпен қайта жаңғыртылатын желілік ұзын объектінің ең аз ені қабылданады. Сандық суреттердің кеңістіктік ажыратылымы деп ең аз сурет элементі – пиксел өлшемін түсінеді. Ғарыш түсірілімдері километрлер мен өлшенетін төменнен өте жоғары, субметрге дейін өзгереді.

Саннан басқа, түсірілімдерді бағалау үшін сондай-ақ сапалық көрсеткіш – белгілі (репрезентативтік) объектілердің суреттерінде қалпына келтірілетіндігін сипаттайтын географиялық ажыратылымы ұсынылды.

Кеңістіктен басқа, ажыратылымының басқада түрлерін қолданады.

2. Қамту жолағы

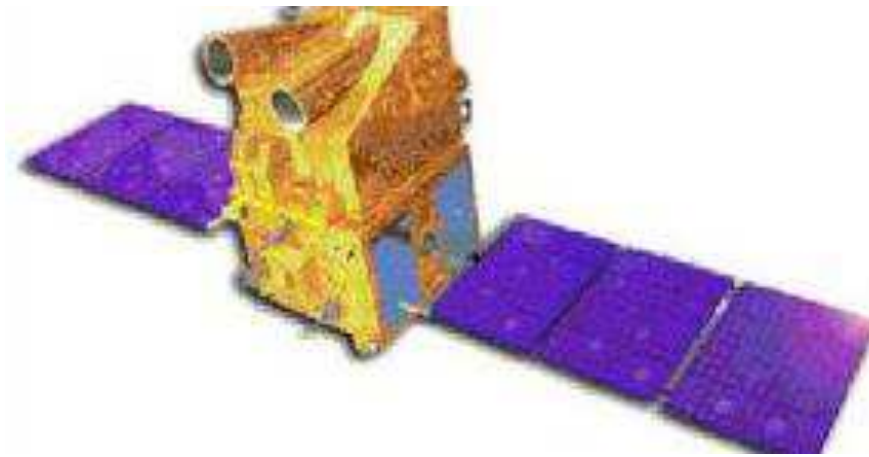
Қамту жолағы (ағылш. swath) – қашықтықтан зондтау саласындағы термин, спутниктің түсірілім (тіркеу) аппаратурасымен байқалатын ғаламшардың бетінің жолағын білдіретін.

Қамту жолағының ені (ағылш. swathwidth)–ұшу траекториясына перпендикуляр және километрмен өлшенетін бетінде орналасқан. Механикалық тербелу есебінен немесе электрондық қашау және тіркелетін электромагниттік сәулеленуді КА сенсорына (қабылдау құрылғысына) беретін тарату көмегімен сканерлеуші механизмнің көлденең ұңғыларымен іске асырылады (яғни ға қозғалыс бағытына перпендикуляр). Оның ішінде, спутниктің орбитасының биіктігіне, түсіру аппаратурасының кеңістіктік ажыратылымына және сканерлеу құрылғысының геометриялық сипаттамаларына байланысты. Жоғары кеңістіктік ажыратылым етілген жерсеріктер (сурет пикселіне 1 метрден кем). Әдетте 10-20 км шегінде басып алу жолағының ені болады, ал геостационарлық жерсеріктер барлық жартысын қамтуы мүмкін. Басып алу жолағының ені қашықтықтан зондтау спутнигінің қайталануы сияқты параметрлерімен тығыз байланысты: жолақ ені қаншалықты болса, аспан денесінің берілген учаскесін түсірудің қайталануы сирек.

Мысал ретінде IRS-P5 (Indian Remote Sensing Satellite -P5) / Cartosat1 ғарыштық түсірілім жүйесін қарастырайық

IRS-P5 (CartoSat - 1) ғарыш аппараты Үнді ғарыштық зерттеулер ұйымы (ISRO), Бангалор, Үндістан құрылды. 1.5) .IRS-P5 миссиясының мақсаты жоғары дәлдікпен позицияланатын жоғары шешімді панхроматикалық суреттерді пайдалану арқылы геоинженерлік (картографиялық) қосымшаларды қамтамасыз ету болып табылады. Аппараттың ерекшелігі екі панхроматикалық камерадан тұрады, олар ұшу да стереоизображение алу үшін пайдаланылуы мүмкін. Бұл жүйелер DTM (Digital Terrain Model) / DEM (Digital Elevation Model) генерациялау және кадастрлық картографиялау, жер пайдалану және ГАЗ қосымшаларда пайдалану үшін арналған.

IRS- 1C/1D/P3 жерсеріктері үшін жалпы ғарыштық платформа 2.4м x 2.7м (биіктігі) өлшеміне ие. Платформа 3 ось бойынша тұрақтандырылған (контурда жұлдызды датчик, магнитті гироскоптар, 16 соплы, 1N кіші тартқыш қозғалтқышы, 4- соплы 11n кіші тартқыш қозғалтқышы). Барлық осьтер бойынша $\pm 0.05^\circ$ позициялау дәлдігі, өлшеу дәлдігі 0.01° , тұрақтылығы (бұрыштық дрейф) $5 \times 10^{-5}/с$, және жердегі позициялау дәлдігі 220 м кем.



1-сурет – CartoSat-1 жерсерігінің сыртқы түрі

Қуат көзінің қуаты 1.1 кВт. Бастапқы салмағы 1560 кг (отынды қоса алғанда). Тек 131 кг гидразин 5 жыл өмір сүрудің ең аз уақытын қамтамасыз ету үшін қолданылады.

IRS-P5 спутнигі 5 мамыр 2005 жүзеге асырылды. Үндістанның шығыс жағалауында SDSC (Satish Dhawan Space Centre) PSLV зымыран тасығышы. Деректерді беру үшін жаңа электронды басқарылатын антенналық фазалық тор пайдаланылады. Сыйымдылығы 120 Гбит борттық қатты жазу құрылғысы деректерді жазу үшін қолданылады (бақылаудың 9.5 мин. дейін). Ғарыш аппараты Istrac (ISRO Telemetry, Tracking and Command Net work) Бангалор, Lucknow, Mauritius, Bearslake және Индонезиядағы Biak станциялардың желісін пайдалана отырып, Бангалордың командалық желісін басқарады. Хайдерабад NRSA (National Remote Sensing Agency) қашықтықтан зондтау ұлттық агенттігі деректерді қабылдайды және CartoSat-1 миссиясы үшін өңдеу орталығы болып табылады.

Күн-синхронды, шеңбер орбитасы биіктігі 618 км, еңісі 97.87, кезеңі 97 мин, көтерілу түйіні уақыты 10С 30 мин. қайта бару уақыты 116 күн. Алайда, 5 күннен кейін қайта бару мүмкіндігі қисаю бойынша $\pm 26^\circ$ -ге ең кейту мен қамтамасыз етіледі.

Пайдалы жүктеме IRS-1C/D жерсеріктеріндегі ұқсас камералардың екі панхроматикалық камералардан тұрады, екі қатты құрастырылған камералардың (екі сызықты стерео конфигурация) көмегімен алға және артқа түсіруді стереоқамтамасыз ету мақсатында. Биіктіктердің айырмашылығын анықтау 5 м –ден жақсы мұндай деректерді карталарды жасау және рельефті модельдеу үшін ерекше жарамды етеді.

PAN-F (панхроматикалық алға қарайтын камера), 26° Алға бұрылды. PAN-A (панхроматикалық артқа қарау камерасы) артқа- 5° бұрылды. Камералардың сипаттамалары 1-кестеде келтірілген. Сурет Стерео екі камераның алға және артқа шағын көру бұрыштарының арқасында аз уақыт аралығымен (шамамен 50 с) алынады. Осы кезеңде түсіру жағдайларында ең көп өзгеріс жердің айналуынан туындайды. Түсірудің кідіруін өтеу үшін жердің айналуын есепке алу алгоритмі пайдаланылады.

PAN камерасының негізгі сипаттамалары

Параметр	Камера PAN-F	Камера PAN-A
Спектральдыдиапазон	500-850 нм	500-850 нм
Надирден траектория бойымен еңіс бұрышы	+26°	-5°
Кеңістіктік ажыратылым	2.5м x 2.78м	2.22м x 2.23м
Радиометрикалық ажыратылым а) динамикалық диапазон б) сигнал / шум		10 бит 345
Қамтуаймағы	30 км	27 км
ССD линейка Элемент өлшемі	1x 12288 7 мкм x 7 мкм	1x12288 7 мкм x 7 мкм
Оптика: Айнасаны Эффективті фокус аралығы F саны		3 1980 мм f/4.5 ±1.08
Жинақтау уақыты		0.336мс
Деректерді қысу		JPEG алгоритм, 1/3.2 (макс)
Деректерді беру жылдамдығы		105 Мбит/с (бастапқы жылдамдық 340 Мбит/с)
В/Н номиналды қатынасы		0.62

Деректер ағынын 105 Мбит/с дейін азайту үшін 3.2:1 қысу коэффициентімен ADPCM/JPEG қысу алгоритмі қолданылады.

Әрбір PAN камерасының оптикалық жүйесі ұстап алу жолағымен ажыратылым беру талаптарына қол жеткізу үшін үш айналы телескоп ретінде құрастырылған. Әрбір камера CCD12288 пиксел сызғышы бар. Әрбір Pan камера өлшемі 150x850x100 (см) және салмағы 200 кг.



2-сурет – PAN камерасының электрондық оптикалық модулінің жалпы түрі

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Максудов Д.Д. Астрономическая оптика // Л.:Наука. Ленингр. Отд-ние, –2009.// <http://vinek.narod.ru/satellites.html>
2. Попов Г.М. Современная астрономическая оптика //М.:Наука, –2010.// <https://sovzond.ru/products/spatial-data/satellites/>
3. Samoylo K.A., Fedosova T.S. Criterion of disappearances of the regime cyclical fluctuations in the PLL// Izv. vuzov SSSR. Radioelektronika – Proc. of Higher School of the USSR, Radioelectronics, –2012, –P. 147-155.