

4. Харборн А., Феннер Д., Барнс А., Бегер М., Хардинг С. и Роксбург Т. Отчет о состоянии коралловых рифов восточного побережья полуострова Малайзия (Соединенное Королевство: Coral Cay Conservation Ltd.) 2010 г.
5. Деккер А. Г., Брандо В. Е., Ансти Дж. М. 2006 Дистанционное зондирование экосистем морских водорослей: использование космических и бортовых датчиков (Нидерланды: Springer) 347 – 59
6. Шимель А. Г., Хили Т. Р., Джонсон Д. и Имменга Д. 2010. Журнал морской науки 67 1766–79

ӘОЖ 621.314

КІШІ ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫНЫҢ КҮН БАТАРЕЯСЫНЫҢ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІН БАСҚАРУДЫ КРЕН БОЙЫНША ТАЛДАУ

**Көлбай Ұлпан Сәлібекқызы, Қазтаева Диана Мұратқызы,
Мунайтбасова Айнур Абзалқызы, Ерболат Нурберген**
ulpan.kolbai@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, «Ғарыштық техника және
технологиялар» кафедрасының магистранттары
Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекші- Х.Молдамурат

Соңғы уақытта әскери және бейбіт мақсаттағы түрлі міндеттерді орындай алатын кіші ғарыш аппараттарына (КҒА) сұраныс байқалды. КҒА әзірлемелерінің дамуы микроэлектроникадағы, материалтану және техниканың басқа да салаларындағы жоғары технологиялардың жетістіктеріне негізделген, олар борттық өлшеу және қызметтік аппаратураның массасын, габариттерін және энергия тұтынуын айтарлықтай азайтуға мүмкіндік берді. Батыста, негізінен АҚШ-та, өнеркәсіптің азаматтық салаларында одан әрі жоғары технологияларды пайдалану үрдісі әртүрлі мақсаттағы кіші ҒА әзірлемелеріне жылдам көшуді жүзеге асыруға септігін тигізді.

Кіші немесе жеңіл ҒА массасы бойынша нано- ($m < 10$ кг), микро- ($m < 100$ кг), шағын- ($m < 300$ кг) және аса кіші спутниктерге ($m < 500$ кг) бөлінеді. Бұл жіктеу шартты болып табылады, бірақ ол КҒА конструкциясының, технологиясының және жарактануының сапалық ерекшеліктерін көрсетеді[1].

Орта және ауыр классқа жататын ҒА-мен КҒА-ын салыстырсақ, олардың артықшылықтарына келесілерді жатқызамыз:

- әзірлемелердің орташа құны (КҒА-ның әр түрлі типтері үшін 5-тен 50 млн. USD);
- әзірлеудің, дайындаудың және іске қосудың аз мерзімі (1,5-2 жыл);
- жаңадан әзірленетін технологиялар мен аппаратураны жедел пайдалану мүмкіндігі;
- әр түрлі міндеттерді шешу үшін КҒА-ның мақсатты топтарын құру мүмкіндігі және

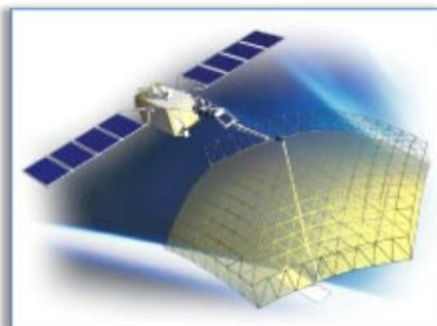
т.б;

Соңғы уақытқа дейін КҒА-ын пайдалана отырып Жерді бақылаудың негізгі жобалары зерттеу және көрсету сипатында болды. Сонымен қатар, соңғы жылдары шетелде жоғары шешімді бейнелерді алуға және таратуға шектеулерді алып тастауға байланысты ХКА негізінде бірқатар коммерциялық жобалар бойынша жұмыстар өрістетілді, олар жедел сипатқа ие бола бастады.

Ең озық фазалардың бірінде "Кондор-Э" радиолокаторы бар спутник орналасқан (1-суретті қараңыз). Ол ұшу трассасының сол және оң жағынан ені 500 км екі шолу жолағында 1 метрге жуық рұқсат етілген жер бетінің бейнелерін алуды қамтамасыз етеді. Осы орамдағы түсірілім нәтижелері радиоарна бойынша цифрлық формада жерге беріледі.

Бұл спутниктің күн батареяларын бағдарлауды "НПП ВНИИЭМ" (Мәскеу қ.) ФГУП әзірлеген P10 жетектер жүйесі жүзеге асырады. Крен және тангаж бойынша күн

батареяларының жетегі үшін тиісінше Р16К және Р16Т блоктары пайдаланылады.



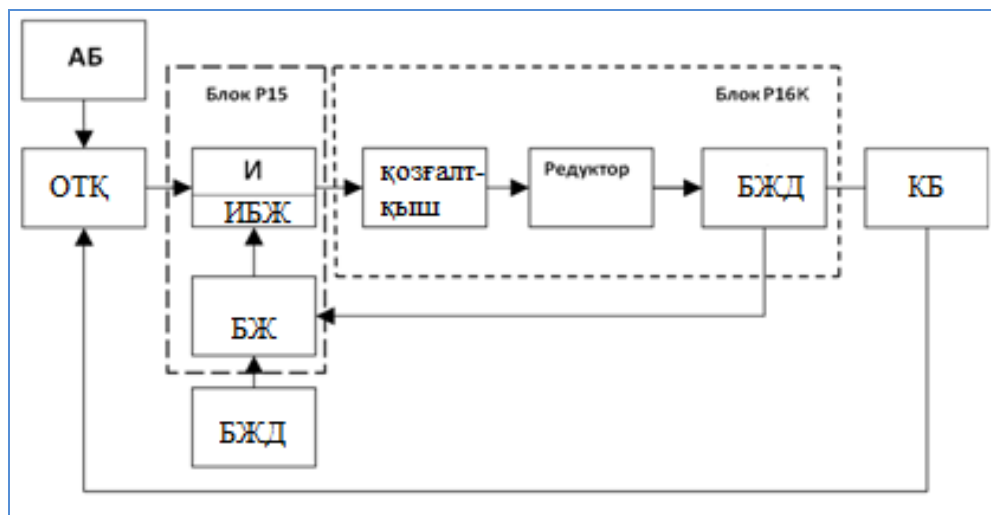
1 сурет. Оптикалық-электрондық аппаратурасы бар КОНДОР-Э кіші ғарыш аппараты

Р10 жүйесінде электромеханикалық түрлендіргіштер ретінде кадамдық электр қозғалтқыштары қолданылады. Бұл жұмыстың мақсаты Р16К блогына ұқсас, бірақ асинхронды қозғалтқыш негізінде крен бойынша күн батареясының электржетегі жүйесін әзірлеу және Р16К орнына әзірленген жүйені қолданудың орындылығын талдау болып табылады.

Асинхронды электрқозғалтқышты қоректендіру үшін 150Гц жиілігімен ауыспалы токтың үш фазалы кернеуі қажет, оны өндіру үшін үш фазалы көпірлі инвертор қолданылады[1].

Функционалдық тапсырма. Электржетектер жүйесі күн батареяларының крен бойынша оң және сол қанаттарының бұрылуын қамтамасыз етуі, сондай-ақ техникалық тапсырмада айтылған салмағы, инерция сәті, қуаты және орбитадағы кешеннің жұмысқа қабілеттілігін және ұшу тапсырмасының нақты орындалуын қамтамасыз ететін басқа да параметрлері болуы тиіс.

Функционалдық сызба. Қарастырылып отырған жүйенің негізіне "НПП ВНИИЭМ"ФМБҚ-да сериялық өндірілетін Р10 кешенінің Р16К және Р15 блоктары алынды. Крен бойынша Күн батареяларын жетек жүйесінің функционалдық сұлбасы 1.1-суретте көрсетілген.



1.1 сурет. Крен бойынша Күн батареяларын жетек жүйесінің функционалдық сұлбасы

- АБ – аккумуляторлық батарея;
- ОТҚ – орталық таратқыш қондырғы;
- КБ – күн батареясы;
- БЖД – бағдарлау жүйесінің датчигі
- Р15 блогының құрамына кіретіндер:
- И – инвертор;
- ИБЖ – инверторды басқару жүйесі;

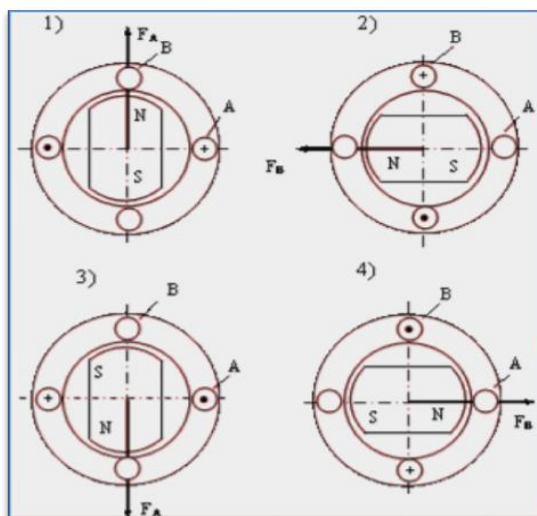
БЖ – бағдарлау жүйесі;
 Р16 блогының құрамына кіретіндер:
 Қозғалтқыш;
 Редуктор;
 БЖД – бұрыштық жағдай датчигі.

Жүйенің жалпы әрекет ету принципі. Электр жетегінің жұмыс істеу принципі мыналардан тұрады: жарық ағысына қатысты оңтайлы жағдайдан КБ панелінің жағдайы ауытқыған кезде КБ жағдайын түзету қажеттілігі туындайды. КБ жағдайының оңтайлы жағдайдан ауытқуының рұқсат етілген дәрежесін ҒА бағдарлау жүйесін және энергиямен жабдықтау жүйесін әзірлеушілер айқындайды. Бағдарлау жүйесінің сигналы түрлендіргіштің электрондық кернеу түрлендіргішінің басқару жүйесіне беріледі, ол инвертордың транзисторлық кілттері үшін басқару сигналдарын қалыптастырады. Инвертор шығарған айнымалы үшфазалы кернеу КБ жетегінің асинхронды қозғалтқышына беріледі, ол екі сатылы планетарлық редуктор арқылы КБ панелін қажетті бағытта қозғалысқа әкеледі. Бұл процесс бағдар жүйесінің датчиктері түсетін жарыққа қатысты КБ-ның оңтайлы жағдайы туралы сигнал беруді бастағанға дейін жалғасады.

Асинхронды электр қозғалтқышы. Асинхронды қозғалтқыштар айнымалы токтың бір фазалы, екі фазалы және үш фазалы желілерінен жұмыс істеу үшін дайындалады. Бірақ, негізінен, олар үш фазалы желілердің жұмысы үшін шығарылады[2].

Асинхронды қозғалтқыштардың роторлары екі түрді орындайды: қысқа тұйықталған ораммен және фазалы. Қозғалтқыштардың бірінші түрі қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштар деп аталады, ал екіншісі – фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыш[3]. Қарастырылып отырған жүйеде қысқа тұйықталған қозғалтқыш қолданылады. Ротордың орауын балқытылған алюминий қорытпасын пазға құю жолымен орындайды. Ротордың екі шетінен бір мезгілде алюминий сақиналар, паздардың тұйықтайтын өзекшелері құйылады. Қозғалтқышты салқындатуды күшейту үшін сақиналармен бірге оларға жанасатын желдеткіш қалақшалар құйылады.

Қарастырылатын жүйенің аналогы. Қарастырылып отырған электромеханикалық жүйенің (ЭМЖ) аналогы ретінде тұрақты магниті бар қадамдық қозғалтқышқа негізделіп отырып, Р16К блогының ЭМЖ-ін қараған жөн. ЭМЖ аналогының функционалдық элементтері дәл ЭМЖ-нің элементтерімен бірдей, бірақ қозғалтқыш және оны басқару жүйесінің алгоритмімен ерекшеленеді. Сондықтан бұдан әрі қарай тек қадамдық және асинхронды электр қозғалтқыштары салыстырылады. Тұрақты магнит түріндегі белсенді роторы бар екі фазалы екі полюсті қадамдық қозғалтқыштың жұмысын қарастырайық (сурет.1.2).



1.2 сурет. Екі фазалы екі полюсті қадамдық қозғалтқыш

Фазалардың магниттейтін күштері (МК) синусоидалы заң бойынша бөлінген деп есептейміз. Фазаны тұрақты кернеуге (шартты оң полярлыққа) қосқан кезде статор СК(статор кернеуі) векторы А фазасының осімен сәйкес келеді. Статордың СК ротордың тұрақты магнит өрісінің өзара әрекеттесуінің нәтижесінде синхрондау моменті $M_c = M_{\max} * \sin\psi$ пайда болады, мұнда ψ - ротордың осі мен СК векторы арасындағы бұрыш. Тежегіш момент болмаған кезде, ротор өзінің осі А фазасының осімен сәйкес келетін жағдайды алады (1.2 сурет, бірінші такт). Енді А фазасын өшіріп, В фазасын қоссақ, СК векторы мен ротор 90°-қа бұрылады (1.2 сурет, екінші такт). А фазасын кері полярлы кернеуге қосқан кезде (1.2 сурет, үшінші такт) СК және ротор тағы 90°-қа және т.б. бұрылады. Егер ҚҚ роторына жүктеме моменті қосылған болса, онда ротор фазаларын ауыстырып қосу кезінде СК векторынан белгілі бір бұрыш $\psi_n = \arcsin(M_n / M_{\max})$ артта қалады[4].

Қаралып отырған ЭМЖ және оның аналогты салыстыру. Қарастырылып отырған ЭМЖ және ЭМЖ-аналогы сәйкесінше, асинхронды және қадамдық (ҚҚ) қозғалтқыштардан тұрады. Электрқозғалтқыштардың әр түрінің өз ерекшеліктері бар, оларды салыстыру оларды қандай да бір жағдайларда қолданудың орындылығын анықтауға мүмкіндік береді.

Қозғалтқыштың бір түрінің басқасынан абсолюттік артықшылығы туралы айту мүмкін емес, өйткені пайдаланудың әр түрлі жағдайларында қозғалтқыштардың әр түрлі ерекшеліктері талап етіледі.

ҚҚ үшін айналдыру жылдамдығын реттеудің және біліктің бұрыштық координаттарының жоғары дәлдігі тән, бірақ сонымен бірге, айқын полюсті ротордың бөліктерінің көп болуы механикалық беріктігін азайтады, демек, бүкіл қозғалтқыштың сенімділігін төмендетеді. Сондай-ақ, ҚҚ жылуды көп жоғалту қасиетіне ие және қымбат басқару жүйелерін қажет етеді.

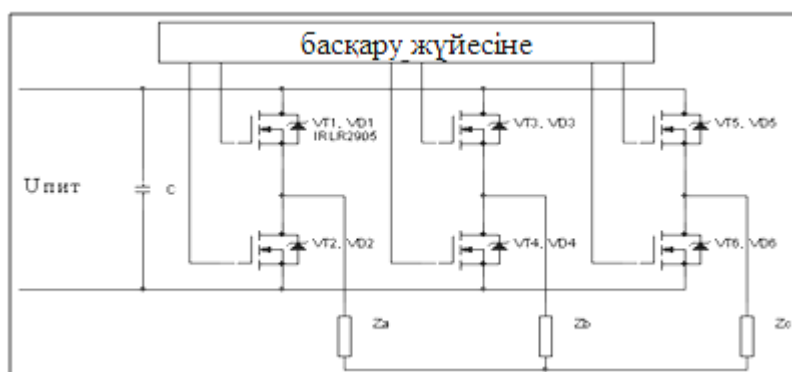
Бұл ретте қадамдық қозғалтқышқы қарағанда, асинхронды қозғалтқыш жоғары сенімділікке ие және ротордың салыстырмалы қарапайымдылығы мен оның теңгеріміне байланысты қарапайым және арзан болып келеді. Бірақ АҚ кемшіліктері де бар: жылдамдық реттеу күрделілігі және біліктің бұрыштық координаттары, төмен энергетикалық көрсеткіштер (әсіресе қозғалтқыштың аз мөлшері кезінде), нөлдік айналу жылдамдығы кезінде қозғалтқыш білігінде ұстап тұрған сәттің болмауы. Синхронды (атап айтқанда, қадамдық) және асинхронды қозғалтқыштардың масса габаритті көрсеткіштері өте жақын[7].

Осы жүйенің тапсырмалары үшін АҚ қолдану жоғары сенімділікті, өндіріс пен техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығын және бақылаудың қарапайымдылығының арқасында орынды болуы мүмкін.

Бұрыштық координаттарды реттеудің төмен дәлдігі жоғары жылдамдықты цифрлық бағдарлау жүйесін және беріліс қорабын қолданған кезде проблема тудырмайды, бұл қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығына қатысты жетек блогының шығу жылдамдығын төмендетеді және жетектің шығыс білігінде жеткілікті табиғи тежеу моментін қамтамасыз етеді[5].

Үшфазалы көпірлі инвертор қоректендіру тізбегі бойынша параллель, ал шығу бойынша жұлдызға немесе үшбұрышқа жалғанған үш фазалы инверторлы ұяшықтар түрінде орындалады. Инверторлы ұяшықтарды басқару 120 электр градустарының өзара жылжуы бар күрделі схема бойынша жүргізіледі[5].

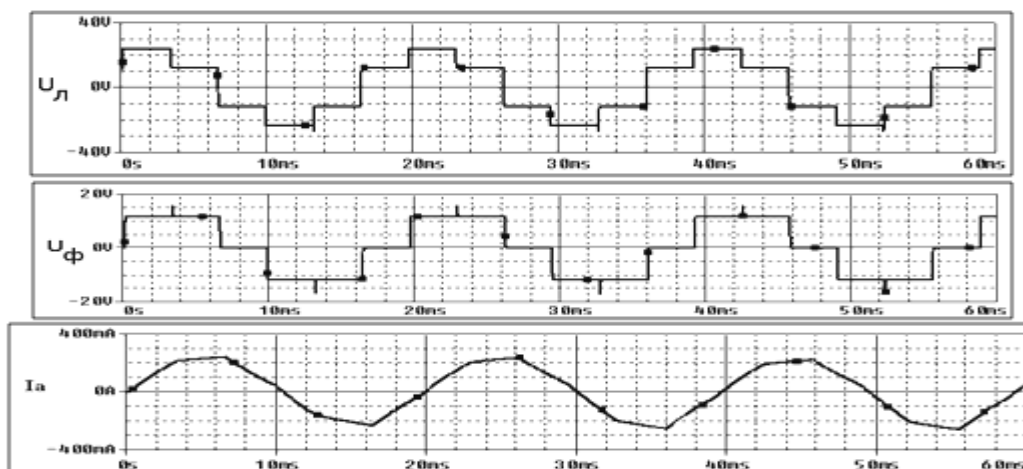
Үш фазалы көпірлік инвертордың артықшылығы конструкцияның қарапайымдылығы, трансформаторды қолдану қажеттілігінің болмауы және басқару тізбегінің шығу сатыларының салыстырмалы қарапайымдылығы болып табылады. Үш фазалы көпір тізбегі бойынша жасалған транзисторлық түрлендіргіштің шығу сатысы 1.3-суретте көрсетілген.



1.3 сурет. Үш фазалы көпірлі инвертор

Түрлендіргіштің транзисторлары келесі ретпен қосылады: VT1, VT4, VT5 транзисторлары $0 < \omega t < \pi / 3$ интервалында қанықтыру режимінде, ал VT2, VT3, VT6 кесу режимінде, $\omega t = \pi / 3$ кезінде VT5, VT6 транзисторлары ауысады әрі қарай $k\pi/3$ ығысуымен, мұндағы $k = 1, 2, 3$, транзисторлардың бір жұбы - VT1-VT4, VT2-VT5, VT3-VT6 ауысады.

Жүктеме кез-келген уақытта жұлдызға қосылған кезде, барлық үш фаза қуат көзіне қосылады, сонымен қатар, бір фаза бір-бірімен параллель қосылған басқа екеімен қатар қосылады. Егер VT2, VT4, VT5 транзисторлары қанықтыру режимінде болса, ал VT1, VT3, VT6 кесу режимінде болса, транзисторлардың әрбір жұбын, мысалы Vt1-VT2, $\pi/3$ тең интервалдар арқылы ауыстырып қосу кезекті екі параллель қосылған Z_a және Z_b (бұл жағдайда Z_a) фазасынан үшінші (Z_c) параллель қосылымға ауыстырады. 1.4-суретте сызықты және фазалық кернеудің шығыс өзгерісі, сондай-ақ фазадағы токтың өзгеруінің уақыттық диаграммалары көрсетілген.



1.4 сурет. PSpice бағдарламасының көмегімен алынған $120^\circ/240^\circ$ асимметриялық бақылауы бар инвертордың шығысындағы кернеу мен токтардың диаграммасы.

Транзисторлардың қанықтыру және кесу режимдерін ауыстырудың бұл тәртібі 180 градусқа арналған симметриялық басқару тізбегіне сәйкес келеді. Мұндай бақылау жоғары $\cos\varphi$ кезінде қолданылады ($0,6$ жоғары). Төмен $\cos\varphi$ жағдайында $120/240^\circ$ жұмыс циклі бар асимметриялық бақылауды қолданған дұрыс[7]. Бұл жағдайда кернеу мен токтағы транзисторларды қолдану симметриялы басқарумен бірдей, транзисторлардың ауысуы жақсарады.

Үшфазалы инвертордың сұлбасын таңдау

Ғарыш аппаратының күн батареяларымен қрен бойынша басқару жүйесінің құрамында әзірленетін инвертордың ең аз ұшу массасы болуы тиіс[1]. Бұл критерийге көпірлік схема бойынша орындалған инвертор толық сәйкес келеді, өйткені оның құрамында трансформатор жоқ, ал күштік транзисторларды басқару үшін схема элементтерінің ең аз саны қолданылады.

Қорытынды. Бұл жұмыста қысқа тұйықталған роторы бар үшфазалы асинхронды қозғалтқышты және оны қоректендіретін үшфазалы көпірлі инверторды қамтитын шағын ғарыш аппараты үшін крен бойынша күн батареяларының электржетегі жүйесі қарастырылды және жобаланды.

ЭМЖ жалпы қарастырылды, күн батареяларын бағдарлау жүйесінде қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқышты қолданудың орындылығы көрсетілді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Грузков С.А., Останин С.Ю., Сугробов А.М. и др. Магнитные материалы, обмоточные, монтажные и бортовые провода для систем электрооборудования летательных аппаратов: учебн. пособие. М.: Издательство МЭИ, 2005. – 182 с.
2. Криштафович А. К., Трифонюк В. В. Основы промышленной электроники. – 2-е изд. – М.: "Высшая школа", 1985. - 287 б.
3. Овсянников Н. И. Кремниевые биполярные транзисторы: Справ. пособие. – М.: "Высшая школа", 1989. - 211 б.
4. Беспалов В.Я., Котеленец Н.Ф. Электрические машины. М.: Издательский центр «Академия», 2006 г. - 316 б.
5. Мойн В.С. Стабилизированные транзисторные преобразователи. М.: Энергоатомиздат, 1986 г. - 354 б.
6. Остриров В.Н. Проектирование электронных преобразователей для регулируемых электроприводов. Издательский дом МЭИ, 2008 г. - 72 б.
7. Амирова, С. С. Автоматизированный электропривод с асинхронными двигателями: Учеб. пособие / С.С. Амирова, В. И. Елизаров, В. Г. Макаров. – Казань: Казан. гос. технол. ун-т, 2005. – 223 с.
8. Водовозов, А. М. Идентификация параметров асинхронной машины в установившихся режимах / А. М. Водовозов, А. С. Елюков // Вестник ИГЭУ. – 2010. № 2 – С. 69 – 71.

УДК 528.88

РАСЧЕТ ИНДЕКСОВ NDVI НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ СО СПУТНИКОВ LANDSAT-8 И SENTINEL 2

**Максутбеков Абай¹, Керімбай Бахыт¹, Әбдіхалық Нұрдәулет¹,
Керімбай Баян²**

abaymaksutbekov@gmail.com

Магистранты¹ ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Докторант² ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Керімбай Н.Н.

В настоящее время, применение дистанционного зондирования Земли охватывает все большие отрасли жизнедеятельности человека. Одним из основных направлений является сельское хозяйство. ДЗЗ способствует и во многом облегчает процесс проведения анализа роста, заболеваний и проблемных зон растительности. С помощью данной технологии появляется возможность быстрого и своевременного мониторинга поверхности Земли и наблюдения за ростом растительности в динамике, не выезжая на местность. Использование различных индексов растительности позволяют получать различную информацию, необходимую для решения той или иной задачи.

Влияние пространственного разрешения на точность определения индекса NDVI и анализ изменения растительного покрова за определенный период времени.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности - простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом). [1]