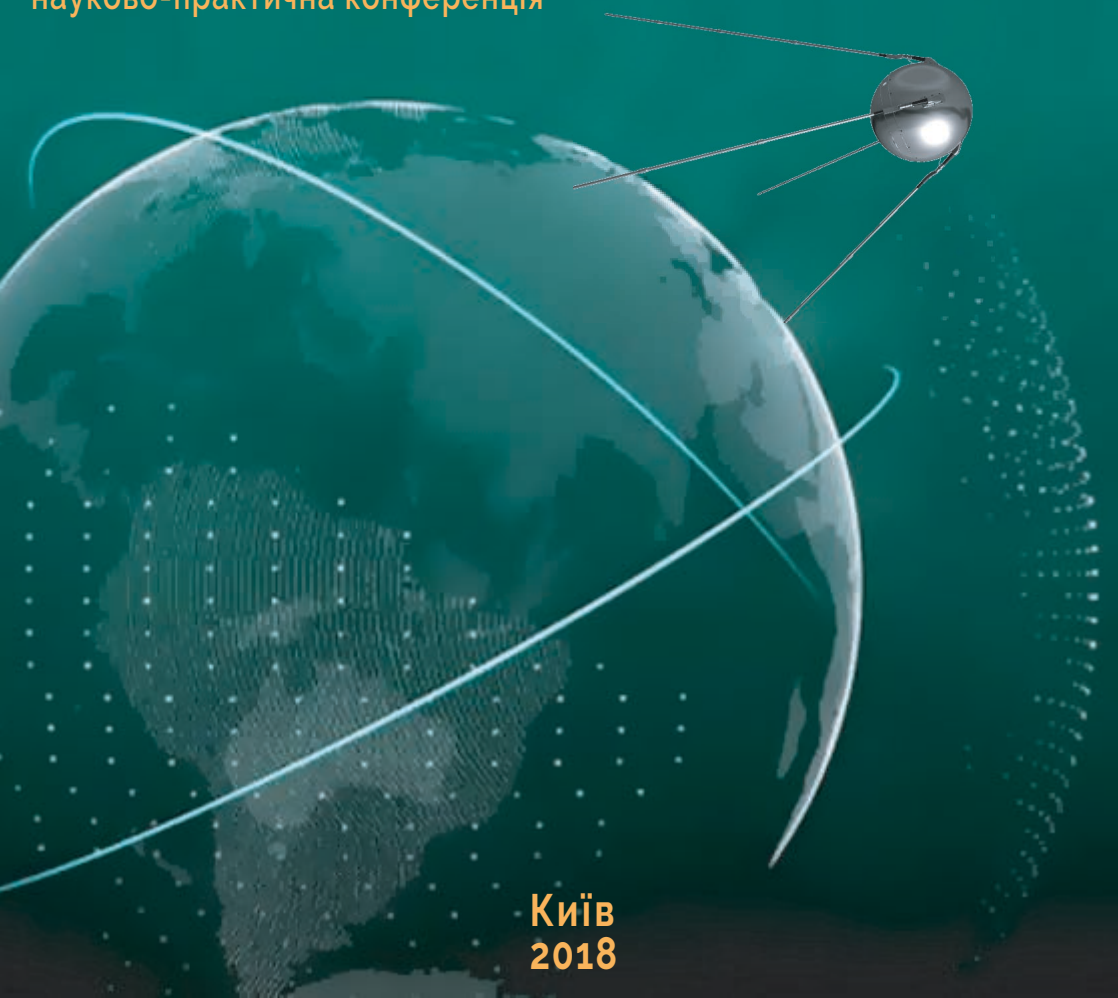




АЕРОКОСМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Присвячена 61-ій річниці запуску першого штучного супутника Землі науково-практична конференція



Київ
2018

ДЕРЖАВНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР УПРАВЛІННЯ
ТА ВИПРОБУВАНЬ КОСМІЧНИХ ЗАСОБІВ



ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

II науково-практична конференція АЕРОКОСМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Присвячена 61-ій річниці запуску
першого штучного супутника Землі
науково-практична конференція

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ



✎ С.В. Капштик, С.А. Матвієнко	5
НИЗЬКООРБІТАЛЬНА СУПУТНИКОВА СИСТЕМА ШИРОКОСМУГОВОГО ДОСТУПУ ДЛЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	
✎ S.A. Stankevich	7
ADVANCED DATA FUSION FOR INFORMATIVITY ENHANCEMENT IN REMOTE SENSING	
✎ Ю.С. Алексєєв, С.М. Дарьков, С.В. Спіркін	8
АВІАЦІЙНО-КОСМІЧНИЙ РАКЕТНИЙ КОМПЛЕКС ПОВІТРЯНОГО СТАРТУ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ	
✎ В.І. Маренков	9
ТЕЛЕДІАГНОСТИКА ГЕТЕРОГЕННИХ ПЛАЗМОВИХ УТВОРЕНЬ В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ ТА КОСМОСІ ШЛЯХОМ МОНІТОРИНГУ ЇХ ГАЛЬМІВНОГО РАДІОЧАСТОТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗАСОБАМИ НАЗЕМНОГО БАЗУВАННЯ	

НИЗЬКООРБІТАЛЬНА СУПУТНИКОВА СИСТЕМА ШИРОКОСМУГОВОГО ДОСТУПУ ДЛЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

С.В. Капшик¹, С.А. Матвієнко²

¹ Національний центр управління та випробувань космічних засобів, м. Київ

² Науково-виробничий комплекс «Курс», м. Київ

Розвиток та впровадження Інтернету речей є новим перспективним напрямком розвитку сучасних інформаційних систем та мереж. Впровадження Інтернету речей обумовлює зростання потреби у передачі Інтернет-трафіку і, як наслідок, попиту на вільну пропускну здатність. Особливістю систем Інтернету речей є потреба в хмарних обчислювальних потужностях, до яких необхідно доводити весь обсяг інформації. Перспективним рішенням є впровадження технології туманних обчислень. Вагоме місце займають супутникові проекти широкосмугових послуг, на кшталт OneWeb, StarLink, LeoSat. Недоліком цих систем є відсутність власних обчислювальних потужностей для хмарних обчислень.

Для комплексного розв'язання проблем передачі зростаючих обсягів трафіку та мінімізації часу реакції системи Інтернету речей пропонується низькоорбітальна супутникова система широкосмугового доступу, адаптована до вимог і особливостей Інтернету речей. Система побудована на основі концепції «Розподіленого супутника» (РС) [1]. В основу концепції «Розподіленого супутника» покладено розподіл корисного навантаження одного супутника між декількома супутниками меншого класу (за класифікацією по показнику маси космічного апарату). До складу розподіленого супутника входять кореневий та декілька прикінцевих супутників. Супутники, які утворюють «Розподілений супутник», здійснюють груповий політ у безпосередній близькості один від одного. Кореневий супутник здійснює управління польотом РС, маршрутизацію трафіку у межах РС та до сусідніх РС, інші функції. Прикінцеві супутники реалізують цільові задачі системи. Функціональні завдання корисного навантаження розподілені між корисним навантаженням супутників. Це дозволяє максимально спростити та полегшити конструкцію супутників і використовувати космічні апарати на платформі кубсатів.

Зона обслуговування системи будується аналогічно зоні обслуговування низькоорбітальних систем і залежить від висоти орбіти та зони пріоритетного обслуговування. У межах зони пріоритетного обслуговування система забезпечує суцільне покриття завдяки перетину смуг обслуговування окремих орбітальних площин. Смуга обслуговування орбітальної площини формується як сукупність зон обслуговування розподілених супутників, які в ній знаходяться. Зона обслуговування кожного розподіленого супутника сформована як сукупність зон обслуговування супутників-ретрансляторів. Кожен супутник-ретранслятор формує два рознесені промені на одній частоті в ортогональній поляризації.

Для забезпечення інформаційного обміну та управління в межах РС створюється мережа WiMAX для передачі інформації та вимірювань параметрів відносного руху космічних апаратів у РС.

До складу кожного РС включено супутник-обчислювач, який має в якості корисного навантаження обчислювальний модуль і реалізує туманні обчислення. Усі супутники-обчислювачі формують розподілену обчислювальну мережу космічного базування з розподіленою базою даних. На кожному супутнику-обчислювачі зберігається локалізована база даних – сегмент бази даних, який містить консервативну та оперативну інформацію про споживачів Інтернету речей, які знаходяться в зоні обслуговування РС в поточний час.

Висновки: Запропонована низькоорбітальна супутникова система широкосмугового доступу для Інтернету речей, яка побудована на базі архітектури «Розподіленого супутника» і адаптована до особливостей систем Інтернету речей. До переваг системи відносяться:

- мінімізація затрат на створення системи;

- гнучкість системи та її модернізація шляхом заміни окремих складових частин без порушення цілісності системи;
- надійність та малий час відновлення працездатності системи;
- реалізація туманних обчислень для Інтернету речей.

Література:

1. OneWeb Non-Geostationary Satellite System. Attachment A. Technical Information to Supplement Schedule S.
2. SpaceX Non-Geostationary Satellite System. Attachment A. Technical Information to Supplement Schedule S.
3. Ильченко М.Е., Нарытник Т.Н., Рассмакин Б.М., Присяжный В.И., Капштык С.В. Создание архитектуры «распределенного спутника» для низкоорбитальных информационно-телекоммуникационных систем на основе группировки микро- и наноспутников». ISSN 1727-7337. Авиационно-космическая техника и технология, 2018, №2 (146), стр. 33-43.

UDC 528.83:004.942

ADVANCED DATA FUSION FOR INFORMATIVITY ENHANCEMENT IN REMOTE SENSING

Sergey A. Stankevich

Scientific centre for aerospace research of the Earth, Kiev

Novel methods for remote sensed and ground-based data fusion and eliminating uncertainties resolving in quantitative parameters of terrestrial entities and phenomena are presented.

The main principles of the advanced data fusion in remote sensing are:

- system approach, multidisciplinary, proper scientific utilization of all possible information sources;

- physical background, assimilation of existing miscellaneous physical models;

- a joint unified raster model for multidimensional heterogeneous data representing;

- spectral/spatial/temporal superresolution based on information augmentation;

- robust methods for the multidimensional hypercube flattening transform into the desired (bio)physical parameters domain;

- pass-through control of informativity enhancement and uncertainties freezing;

- computational interoperability, chain processing pipeline.

The specifics of advanced data fusion implementing in various remote sensing applications will be discussed. Examples of successful solutions for the maps restoration of land surface informative features will be demonstrated.

References

Stankevich S.A., Kharytonov N.N., Dudar T.V., Kozlova A.A. Remote risk assessment of land degradation using satellite imagery and geospatial modeling in Ukraine // *Land Degradation and Desertification – a Global Crisis* / Ed. by A. Kaswamila.– Rijeka: InTech, 2016.– P.53-77.

Stankevich S.A., Kozlova A.A., Piestova I.O., Lubskiy M.S. Leaf area index estimation of forest using Sentinel-1 C-band SAR data // *Proceedings of 5th Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium (MRRS-2017)*.– Kiev: IEEE, 2017.– P.253-257.

Stankevich S.A., Filipovich V.E., Titarenko O.V., Arkhipov A.I. Remote sensing for mineral exploration // *Abstract Book of International Conference "GIS and Remote Sensing for the Analysis of the Dynamics of the Oasis Ecosystem and Natural Risks under Climate and Socio-Economic Changes" (OASIS-2017)*.– Ouarzazate: ANDZOA, 2017.– P.13.

Stankevich S.A., Kharytonov M.M., Kozlova A.A., Korovin V.Yu., Svidenyuk M.O., Valyaev A.M. Soil contamination mapping with hyperspectral imagery: Pre-Dnieper chemical plant (Ukraine) case study / *Hyperspectral Imaging in Agriculture, Food and Environment* / A.I.L. Maldonado, H. Rodriguez-Fuentes, J.A.V. Contreras (Eds).– London: InTech, 2018.– P.121-136.

АВІАЦІЙНО-КОСМІЧНИЙ РАКЕТНИЙ КОМПЛЕКС ПОВІТРЯНОГО СТАРТУ:
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ

Ю.С. Алексєєв¹, С.М. Ларьков², С.В. Спіркін³

¹ Центр космічних ініціатив, м. Київ

² Національний центр управління та випробувань космічних засобів, м. Київ

³ ДП «Виробниче об'єднання Південний машинобудівний завод ім. О.М. Макарова», м. Дніпро

Бурхливий розвиток мікро- та наносупутників, який спостерігається останнього десятиріччя, та перспективи значного зростання кількості пусків космічних апаратів мікро- та нано класів, ставлять науково-технічну задачу з розробки та введення до експлуатації ракет-носіїв надлегкого класу, які спроможні з мінімальними витратами забезпечити доступ до космічного простору, в тому разі на нестандартні орбіти. Проведені у 2018 році пуски РН «Electron» та «SS-520-5» довели, що сучасний рівень розвитку техніки, зокрема електроніки, забезпечує створення ефективних ракет-носіїв, які забезпечують економічно доцільний вивод на навколосемну орбіту космічних апаратів з вагою 10-100 кг.

Україна, в силу свого географічного розташування, не має можливості експлуатувати ракетно-космічні комплекси традиційної побудови, а розташування стартового майданчика на території іноземних держав, як показав досвід, не може ставати основою державної політики у сфері доступу до космічного простору. Саме тому розробці ракетно-космічних комплексів з авіаційною компонентою, як у вигляді «повітряного космодрому», так і у вигляді використання першого ступеня у вигляді авіаційно-космічного літака-розгінщика, Державне Космічне Агентство України приділяло особливу увагу, а створений набір тематик як «Ориль», «Грач» та інші, може послужити основою для розробки АКРК нової генерації.

Прийнятий ДКА у 2016 р. аван-проект за темою «Космотехніка-РКК» показав можливість створення силами українських підприємств та експлуатації з території України АКРК надлегкого класу, який забезпечить економічно привабливий доступ до навколосемної орбіти для ринку, що бурхливо розвивається. Основними рисами такого комплексу повинні стати:

- а) висока готовність до пуску та скорочення терміну проведення передпускових операцій;
- б) використання середнього військово-транспортного літака з мінімальними доробками в якості літака-носія та «повітряного космодрому»;
- в) аеромобільні засоби забезпечення монтажу КА на РН;
- г) можливість забезпечення пуску у необхідній площині орбіти будь-коли з мінімальними енергетичними втратами.

Запропонований АКРК з РН надлегкого класу має можливість забезпечити виведення КА на навколосемну орбіту безпосередньо з території України, має значні конкурентні переваги та привабливу економічну ефективність. Створення АКРК МАЛЬВА забезпечить розвиток Української космічної галузі як в інтересах національної безпеки та оборони, так і з урахуванням потреб участі в Європейських та світових програмах використання космічного простору.

УДК 533.93:533.951.2:536.6

ТЕЛЕДІАГНОСТИКА ГЕТЕРОГЕННИХ ПЛАЗМОВИХ УТВОРЕНЬ
В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ ТА КОСМОСІ ШЛЯХОМ МОНІТОРИНГУ
ЇХ ГАЛЬМІВНОГО РАДІОЧАСТОТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
ЗАСОБАМИ НАЗЕМНОГО БАЗУВАННЯ

В.І. Маренков

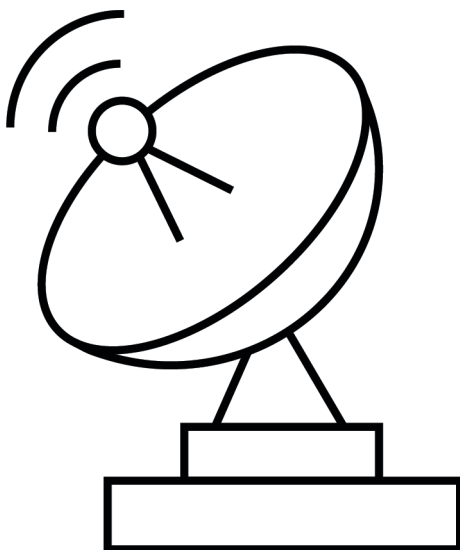
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова (ОНУ), м. Одеса

Гетерогенні плазмові утворення (ГПУ) в земній атмосфері та космосі виникають внаслідок взаємодії газової плазми та розпорошеної в її об'ємі підсистеми макрочастинок (МЧ) конденсованої дисперсної фази, які в динамічному режимі обмінюються електронами. Із-за значного розходження у масах електронів та іонів газової фази і МЧ, такий обмін кожного моменту часу в областях локальної термодинамічної рівноваги (ЛТР) ГПУ супроводжується прискореним рухом електронів та випромінюванням електромагнітних хвиль – гальмівною радіацією плазми (ГРП). Для плазми продуктів згоряння, зокрема ракетних двигунів на твердому пальному, гальмівне випромінювання електронного компоненту плазми з МЧ належить дециметровому діапазону довжин хвиль. Інтегральний радіосигнал плазмового утворення зазвичай характеризується широким спектром радіохвиль, які у системі центру мас ГПУ, генеруються також і більш важкими структурними елементами плазмової системи. Самоузгоджене електромагнітне поле в об'ємі ГПУ, де власне і породжується ГРП, несе в собі у «закодованому» виді інформацію, щодо компонентного складу, температури та загального рівня іонізації ГПУ, а саме – відносно розміру, концентрації, сорту та заряду наночастинок, які утворюються в факелі плазми продуктів згоряння ракетного двигуна. Вирішення зворотної проблеми щодо відносних парціальних складових амплітудно-частотної функції (АЧФ) потужності ГРП для окремих підмножин вільних зарядів плазмової системи, і які для певного моменту часу мають однакові прискорення в об'ємі ГПУ, та їх усереднення за статистичним ансамблем чарунок квазінейтральності, надає можливість, у рамках запропонованого підходу, незводжувальну проблему взаємодії мікрополів та зарядів перевести в ранг вирішення системи рівнянь збереження та кінетики ГПУ, у якій незалежні визначальні параметри плазми представлено у виді трансцендентних функцій відносних парціальних інтенсивностей сигналу гальмівної радіації на окремих частотах, доступних експериментальному виміру, із використанням засобів наземного базування.

У кінцевому підсумку, із залученням методів комп'ютерної симуляції і моделювання, підхід дозволяє вирішити головну проблему теледіагностики – визначення типу та класу працюючого ракетного двигуна за визначальними характеристикам АЧФ його факелу в радіочастотному діапазоні.

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОВАДЖЕННЯ КОСМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
У СФЕРІ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

СЕКЦІЯ 1



✂ S.A. Stankevich, <u>V.V. Andronov</u> IMPROVED METHOD FOR SUBPIXEL TARGET DETECTION IN HYPERSPECTRAL AEROSPACE IMAGE	13
✂ Л.В. Ковальчук, Д.В. Грищак, <u>С.В. Гринюк</u> СУЧАСНІ МЕТОДИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА КОСМІЧНИХ ЗНІМКАХ: ОГЛЯД ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ	14
✂ О.П. Закусило КРИТЕРІАЛЬНИЙ ВИБІР МЕТОДУ ПІДВИЩЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ РОЗРІЗНЕННОСТІ КОСМІЧНОГО ЗНІМКУ ПРИ ВИРІШЕННІ ТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ (ДЗЗ)	15
✂ <u>Д.М. Кожухов</u> , В.В.Ситко, А.П. Озерян, О.М. Піскун, Р.В. Радзівєвський ПОРЯДОК ОРГАНІЗАЦІЇ ПЛАНУВАННЯ БОРТОВОГО РЕСУРСУ ІНОЗЕМНИХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ	16
✂ О.М. Кондратов УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ЗА РОЗРІЗНЮВАЛЬНОЮ ЗДАТНІСТЮ ЗНІМАЛЬНОЇ АПАРАТУРИ	17
✂ С.С. Кохан УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО МОНІТОРИНГУ ПОСІВІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	18
✂ В.В. Мамонтов ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ БОРТОВИХ СПЕЦІАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ В ІНТЕРЕСАХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗС УКРАЇНИ	19
✂ S.A. Stankevich, <u>O.V. Maslenko</u> STRAIGHT THROUGH DATAFLOW FOR COMPACT TARGETS IDENTIFICATION IN SATELLITE IMAGERY	20
✂ <u>О.А. Машков</u> , Ю.В. Мамчур, С.В. Жукаускас МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ТЕХНОГЕННЕ НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	21
✂ <u>О.А. Машков</u> , С.А. Нігородова МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ТА ЗАГРОЗ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	22
✂ А.М. Мельник СУПУТНИКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ НАДАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПОСЛУГ	23

✂	В.А. Миклуха ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ІНТЕРЕСАХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ	24
✂	<u>В.С. Мороз</u> , Ф.В. Глуган ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦІНКИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	25
✂	М.Ю. Пакшин, І.І. Ляска, <u>Б.О. Мялковський</u> МОНІТОРИНГ СТАНУ ХОТИСЛАВСЬКОГО КАР'ЄРУ ЗА ДАНИМИ ДЗЗ І ФОТОГРАММЕТРИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ	26
✂	<u>І.В. Пулеко</u> , А.А. Єфіменко ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ГРУПОЮ МАЛИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА БАЗІ FANET	27
✂	<u>І.В. Пулеко</u> , В.О. Чумакевич, В.І. Шестаков ФОРМУВАННЯ ЕТАЛОННИХ МАСОК ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ДАНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ ТА КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ З LANDSAT-8	28
✂	<u>А.В. Савчук</u> , М.П. Романчук НЕЙРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ АЕРОКОСМІЧНОГО ЗНІМАННЯ	29
✂	С.О. Сластін ІНТЕГРАЦІЯ АПК УКРАЇНИ В ЄВРОПЕЙСЬКУ СИСТЕМУ СУБСИДІЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ АГРОВИРОБНИЦТВА CAP	30
✂	<u>О.В. Усиченко</u> , А.Б. Данілін ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНЦІЙ УПРАВЛІННЯ КА, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	32
✂	<u>П.В. Фриз</u> , О.В. Кальватинський МЕТОДИ ЗАВАДОСТІЙКОГО КОДУВАННЯ В ЦІЛЬОВИХ РАДІОЛІНІЯХ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ ДЗЗ	33
✂	П.В. Фриз ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМАЛІЗОВАНОГО ОПИСУ ПРОЦЕСІВ В КОСМІЧНИХ СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ	34
✂	<u>О.Б. Шиятий</u> , Ю.М. Пуховий, Г.В. Гнатюк ШЛЯХИ РОЗВИТКУ КОСМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ ОБОРОНИ	35

UDC 528.854:519.248

IMPROVED METHOD FOR SUBPIXEL TARGET DETECTION IN HYPERSPECTRAL AEROSPACE IMAGE

S.A. Stankevich¹, V.V. Andronov²

¹ Scientific centre for aerospace research of the Earth, Kiev

² А1906 military unit, Kiev

At moment the algorithm for subpixel target detection in hyperspectral image is known, which performs the target and background spectra unmixing by the modified TCMI-NCLS matched filter [Stankevich & Shklyar, 2008]. This algorithm provides the target spectra optimal fractions calculation with non-negative constraints.

However, the target spectra fractions accuracy provided by the TCMI-NCLS filter strongly depends on objects and backgrounds structure in mix, as well as on similar spectra separation reliability. Therefore, the correction of the TCMI-NCLS outputs is proposed, the essence of which is the adjustment to particular set of spectra within the scene.

The correction is performed in two stages. The first stage uses the exponential regression dependence of the adjusted pixel fraction from the initial one. Regression dependence is restored by the scene simulation. The second stage of correction takes into account the reliability of the similar spectra correct separation in pixel mix based on the contrast signal-to-noise ratio (CSNR), which is determined for each target spectrum in each pixel of hyperspectral image.

Thus, in the proposed improved method for subpixel target detection in hyperspectral aerospace image, a consistent adjustment of the target spectra pixel fractions is made: first the known algorithm TCMI-NCLS calculates the initial approximation of pixel shares, then the regression adjustment is carried out using the statistics of hyperspectral imaging whole area, and last the fine adjustment of pixel fractions is performed using CSNR in every hyperpixel.

References

Stankevich S.A., Shklyar S.V. Advanced algorithm for endmembers unmixing on hyperspectral image // Proceedings of the 1st Ukrainian Conference with International Participation "Earth Observations for Sustainable Development and Security" (GEO UA). – Kiev: Naukova Dumka, 2008. – P.85-89.

УДК 528.854

СУЧАСНІ МЕТОДИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА КОСМІЧНИХ
ЗНІМКАХ: ОГЛЯД ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗЛ.В. Ковальчук¹, Д.В. Грищак², С.В. Гринюк²¹ Фізико-технічний інститут Національного технічного університету України "КПІ імені І. Сікорського", м. Київ² Національний центр управління та випробування космічних засобів, м. Київ

Стрімкий розвиток технічних засобів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) розширив сфери застосування інформації, отриманої космічними засобами спостереження. Доступність до космічних знімків з високим просторовим розрізненням дозволяє оперативно вирішувати великий спектр завдань у різних галузях національного господарства, а також у сфері національної безпеки та оборони держави.

Основою сучасних досліджень є автоматизація процесів цифрової обробки, дешифрування та інтерпретації матеріалів космічної зйомки. Космічні знімки можуть мати різне просторове, спектральне та радіометричне розрізнення, що впливає на вибір методу реалізації автоматизованої системи розпізнавання. Різде збільшення угруповання супутників високого та надвисокого просторового розрізнення дозволяє проводити розпізнавання невеликих за розмірами, компактних об'єктів. Водночас, при оцінці методів розпізнавання об'єктів необхідно провести аналіз спроможності реалізації зазначених методів засобами обчислювальної техніки, виділити їх переваги та недоліки, визначити критерії якості розпізнавання, а також передбачити перспективу їх використання при розпізнаванні певних класів об'єктів.

Методи розпізнавання об'єктів на зображеннях за принципом реалізації поділяють на три типи: метод перебору, метод аналізу характеристик об'єкту та метод використання штучних нейронних мереж. У методі перебору зображення об'єкта, що досліджується порівнюється з інформацією, що зберігається в базі даних, в якій для кожного виду об'єкта представлені різноманітні модифікації відображення. Аналіз характеристик об'єкту заснований на проведенні більш глибокого вивчення характеристик об'єктів. У разі оптичного розпізнавання це може бути визначення різних геометричних та спектральних характеристик. Для застосування методу штучних нейронних мереж потрібно або велику кількість прикладів розпізнавання при навчанні, або спеціальна структура нейронної мережі, в якій враховується специфіка даної задачі.

Варто зазначити, що найважливішим завданням є виділення ключових класифікаторів. Саме вони будуть мати найвищий пріоритет для перевірки знайдених ознак на зображенні. Кількість слабших класифікаторів варто зменшувати за рахунок схожості один на одного, а також віддаленні класифікаторів, що виникли за рахунок шумових викидів.

Провідні розробники програмного забезпечення відеоаналізу, як правило комплексують методи, що використовуються при обробці зображень враховуючи особливості зображення та клас складності об'єкту.

На сьогоднішній день найбільш поширеними методами та їхніми модифікаціями, що використовують для розпізнавання є:

- штучні нейронні мережі (Neural network: Multilayer Perceptrons);
- метод головних компонентів (Principl Component Analysis (PCA));
- факторний аналіз (Factor Analysis);
- лінійний дискримінантний аналіз (Linear Discriminant Analysis);
- метод опорних векторів (Support Vector Machines (SVM));
- простий Баєсовий класифікатор (Naive Bayes classifier);
- приховані Марковські моделі (Hidden Markov model);
- метод розподілу (Distribution-based method);
- розріджена мережа відбору (Sparse network of winnows (SNoW));
- активні моделі (Active Appearance Models);
- метод побудови гістограм;
- методи характерних симетричних ознак та виділення особливих точок: SURF, SIFT, RIFF, BRISK;
- метод Віоли-Джонса та ін.

В доповіді наведено огляд сучасних методів розпізнавання об'єктів за даними дистанційного зондування Землі. Обґрунтовано доцільність організації автоматизованого процесу дешифрування космічних знімків. Представлено основні недоліки, переваги зазначених методів та доцільність їх реалізації при вирішенні завдань розпізнавання певних класів об'єктів.

УДК 528.8

КРИТЕРІАЛЬНИЙ ВИБІР МЕТОДУ ПІДВИЩЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ РОЗРІЗНЕННОСТІ КОСМІЧНОГО ЗНІМКУ ПРИ ВИРІШЕННІ ТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ (ДЗЗ)

О.П. Закусило

Державна установа «Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук
Національної академії наук України», м. Київ

Відомо, що доволі часто якість наявних космічних матеріалів не задовольняє вимогам вирішуваної тематичної задачі й тоді постає завдання підвищення їх просторової розрізненності. Для багатоспектральних космічних знімків такого підвищення звичайно намагаються досягти через процедуру паншарпенінгу.

В роботі проведено класифікування методів паншарпенінгу і оцінено їх можливості при вирішенні тематичних задач ДЗЗ. При оцінюванні можливостей використовувались такі критерії: 1) ступень підвищення просторової розрізненності і збереження "гострих" границь,

- 2) радіометрична розрізненність, 3) мінімізація спектральних спотворень,
- 4) можливості щодо послаблення шумів і підвищення контрасту,
- 5) обчислювальна складність.

Проведений аналіз показав, що одним з найбільш ефективних з точки зору задоволення більшості з означених критеріїв є підхід, оснований на розкладі вихідних зображень у суму зображень різних кратних масштабів з послідуочим застосуванням до них спеціальних несепарельних просторових перетворень (Wavelet та Curvelet Transformation).

Наводиться загальна схема паншарпенінгу на основі застосування означених перетворень і обговорюються компоненти її реалізації. Показано, що такий підхід не впливає на відображення зареєстрованих спектральних портретів об'єктів, дозволяє зберегти й навіть підвищити "гостроту" просторових границь деталей об'єктів, а також за рахунок можливості проведення фільтрації сигналів в частотній Фур'є-області забезпечити зниження рівня шумів. Обговорюються прикладні аспекти використання розглянутого методу паншарпенінгу.

УДК 528.8

ПОРЯДОК ОРГАНІЗАЦІЇ ПЛАНУВАННЯ БОРТОВОГО РЕСУРСУ ІНОЗЕМНИХ
КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІД.М. Кожухов, В.В.Ситко, А.П. Озерян, О.М. Пісчун, Р.В. Радзівський

Національний центр управління та випробування космічних засобів, м. Київ

Аналіз досвіду застосування космічних систем дистанційного зондування Землі у збройних конфліктах останніх років, дозволяє стверджувати що жодна з країн світу не здатна належним чином забезпечувати власні військові формування інформацією виключно військових систем космічної розвідки. При цьому, оперативне нарощування угруповання космічних систем спостереження досягається за рахунок залучення комерційних операторів.

За відсутності на орбіті власного космічного апарату ДЗЗ, Україна має досвід використання бортового ресурсу комерційних операторів – власників космічних апаратів ДЗЗ в інтересах державних споживачів.

В доповіді представлена інформація про порядок організації планування роботи корисного навантаження в умовах обмежень. При його формуванні значна увага приділялась розв'язанню задачі оптимальності формування зведеної заявки, для якої мінімальна кількість зйомок забезпечує максимальну кількість виконаних заявок споживачів. Розроблений фахівцями Національного центру управління та випробування космічних засобів механізм оцінки хмарності над зонами інтересу споживачів, за результатами валідації у 2017 та 2018 роках забезпечує точність визначення на триденному інтервалі прогнозу на рівні 0,75 та на добовому інтервалі прогнозу на рівні 0,85.

Представлені наукові результати можуть будуть використанні при організації планування роботи корисного навантаження вітчизняних КА ДЗЗ та розширення можливостей інформаційного забезпечення споживачів сектору безпеки та оборони за рахунок використання даних комерційних операторів.

УДК 629.78

УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ЗА РОЗРІЗНЮВАЛЬНОЮ ЗДАТНІСТЮ ЗНІМАЛЬНОЇ АПАРАТУРИ

О.М. Кондратов

в/ч А1906, м. Київ

На сьогоднішньому етапі, коли Україна не має власних космічних засобів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), постає питання щодо раціонального вибору доступних іноземних космічних апаратів (КА), придатних для отримання космічних знімків (КЗ) заданих об'ємів і якості. Одним із основних показників для такого вибору виступає просторова розрізнювальна здатність оптико-електронної бортової знімальної апаратури (БЗА) зазначених КА. Традиційно за критерій вибору БЗА приймають умову, коли її розрізнювальна здатність сумірна з характерною деталльністю очікуваних КЗ наземних об'єктів (НО), на основі чого визначається задана ймовірність правильного розпізнавання НО.

В той же час, як свідчать досвід використання доступних іноземних КА та результати експериментів, при виборі КА за деталльністю КЗ доцільно додатково враховувати радіометричний (яскравісний) контраст НО, обумовлений радіометричною модуляцією корисних випромінювань. При цьому для врахування впливу контрасту на ймовірність правильного розпізнавання НО пропонується скористатись удосконаленим критерієм.

У доповіді показано, що в такому разі з'являється можливість послабити вимоги до просторової розрізненості БЗА і тим самим розширити спектр придатних КА. Так, для високих контрастів (наприклад,) для заданої ймовірності достатньо вибрати ті КА, БЗА яких забезпечує деталльність у два рази гіршу, ніж характерна деталльність ОР.

Для малих контрастів – навпаки, задана ймовірність правильного дешифрування може не забезпечуватись, що призводить до ризику невиконання поставленого завдання. Через це, наприклад, при і необхідно вибрати ті КА, БЗА яких забезпечує деталльність КЗ у два рази кращу, ніж характерна деталльність ОР.

Запропонований критерій становить основу удосконаленої технології вибору релевантних КА для ефективного вирішення завдань ДЗЗ в інтересах вітчизняних користувачів.

УДК 528.8.04

УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО МОНІТОРИНГУ ПОСІВІВ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

С.С. Кохан

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Вступ і постановка проблеми. Питання розвитку аграрного сектору економіки виступає не лише важливою соціально-економічною проблемою, але й відноситься до питань продовольчої безпеки держави. Поряд з цим продуктивний розвиток сільськогосподарського виробництва можливий лише за впровадження сучасних технологій збору та оброблення даних. Використання різнорідних геопросторових даних, у тому числі даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у сільському господарстві та галузі рослинництва зокрема, пов'язане в першу чергу з необхідністю забезпечення моніторингу стану посівів. З цієї метою застосування даних ДЗЗ на основі сенсорів космічного, авіаційного та наземного базування передбачає формування часового ряду та оптимізацію підходів до попереднього оброблення різнорідних даних.

Основна частина. Використання даних космічних зйомок залишається пріоритетом за базового рівня моніторингу посівів (у межах адміністративного району), а також регіонального та національного рівнів, маючи на меті моніторинг ряду біометричних і біофізичних параметрів рослинності. Проведення досліджень у межах тестових полігонів також передбачає визначення структурних характеристик посівів, кількості рослин на одиницю площі, локалізацію та видовий склад бур'янів тощо. Зазвичай при цьому широко застосовують безпілотні літальні апарати (БПЛА) з багатоспектральними і гіперспектральними камерами.

Висновки. Результати останніх досліджень засвідчили необхідність застосувань додаткових доступних джерел даних ДЗЗ для оперативного моніторингу стану посівів. Набори даних для геопросторового аналізу, одержані на основі наносупутників PlanetScope, що виконують зйомку двічі-тричі на день з достатньо високим просторовим розрізненням, виступають унікальним і достовірним джерелом даних, які можуть використовуватись у часовому ряду.

УДК 629.78

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ БОРТОВИХ СПЕЦІАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ В ІНТЕРЕСАХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗС УКРАЇНИ

В.В. Мамонтов

Київське представництво генерального замовника – Державного космічного агентства України, м. Київ

Досвід ведення бойових дій провідними країнами світу доводить, що інформація космічних систем значно підвищує ефективність застосування підрозділів та частин. У доповнення до безпілотних авіаційних комплексів, бортові оптико-електронні засоби космічного базування дозволяють досягти комплексності та необхідної якості інформаційного забезпечення ЗС України на етапі планування операцій.

Слід зазначити, що сьогодні в Україні приділяється значна увага розвитку безпілотних літальних комплексів, в той же час питання створення вітчизняної космічної системи ДЗЗ залишається практично без уваги. Протягом останніх років Міністерство оборони України, усвідомивши доцільність та ефективність застосування інформації космічних систем ДЗЗ, сформувало як замовник свої вимоги до неї. При цьому в своїй більшості, підприємства космічної галузі України не мають розвинутих технологій та виробничих потужностей для створення КА ДЗЗ за сформованими вимогами. При цьому розвиток виробничих потужностей є недостатнім та не ефективним, оскільки на момент впровадження технологій вже не задовольнятиме постійно зростаючим потребам замовника.

В доповіді представлено результати аналізу світових тенденцій розвитку космічних систем ДЗЗ, на основі якого автором сформульовано пропозиції щодо напрямків та етапності модернізації та розвитку підприємств космічної галузі України з метою забезпечення потреб ЗС України в інформації ДЗЗ.

UDC 528.854:621.397.3

STRAIGHT THROUGH DATAFLOW FOR COMPACT TARGETS IDENTIFICATION
IN SATELLITE IMAGERYS.A. Stankevich¹, O.V. Maslenko²¹ Scientific centre for aerospace research of the Earth, Kyiv² А1906 military unit, Kyiv

The best practice in visual and automated interpreting of compact targets satellite imagery has shown that at moment the most efficient in terms of accuracy and productivity the following combined sequence of operations: visual recognition at the stage of compact targets occurrence in image, automated machine-learning classification at the next stage, and final definition of sub-class and type of compact targets by visual analysis. The purpose of the preliminary automatic classification is quick search and identification the unified template for a current compact target in reference images database of the automated image interpretation support system (IISS).

The straight through processing dataflow for satellite imagery interpreting of compact targets using IISS is proposed in this research. The high (intellectual) data processing thread forms the semantic model for knowledge representation about the structural elements of compact target, according to which the structure of identification features database is optimized. The low (basic) thread contains operations for automatic identification of compact target by image attributes based on one of known methods such as characteristic keypoints, contour invariants, SIFT descriptors, parametric transformations, etc. The implementation of the described two-level model will provide the compact targets interpretation efficiency enhancement, first and foremost the processing productivity and sometimes identification accuracy, which is very important for an advanced IISS development.

References

Stankevich S.A., Maslenko O.V. Two-level model for compact targets recognition and visualization in satellite imagery // Abstracts of research and application conference "Aerospace technologies in Ukraine: Problems and perspectives". – Kiev: National Space Facilities Control and Test Center, 2017.– P.106.

УДК 574.08

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ
ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА
ТА ТЕХНОГЕННЕ НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

О.А. Машков¹, Ю.В. Мамчур², С.В. Жукаускас³

¹ Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

² Верховна Рада України, м. Київ

³ Міністерство екології та природних ресурсів України, м. Київ

Розглядаються питання впровадження аерокосмічних технологій в системі екологічного моніторингу навколишнього природного середовища та техногенне небезпечних об'єктів. Пропонується комплексне застосування космічних апаратів, дистанційно пілотованих літальних апаратів, аеростатів у якості елементів системи спостереження за екологічним станом довкілля. Аналізуються задачі екологічного моніторингу та формуються вимоги та технічних характеристик як аерокосмічних систем, так й бортового обладнання. З метою підвищення ефективності екологічного моніторингу та оцінки екологічних загроз та ризиків пропонується методологія створення тренажерів дистанційно-пілотованих літальних апаратів екологічного моніторингу. Обґрунтовується необхідність створення спеціалізованих тренажерів екологічного моніторингу навколишнього середовища та техногенне небезпечних об'єктів. Розглядаються особливості роботи оператора на тренажері екологічного моніторингу при керуванні польотом дистанційно пілотованого літального апарату. Запропоновано критерії оцінки спеціалізованого тренажера екологічного моніторингу. Обґрунтовується модульність конструктивної побудови тренажера екологічного моніторингу. Сформульовано проблеми сертифікації спеціалізованого тренажера при вирішенні різних завдань екологічного моніторингу. Сьогодні потрібна розробка нових вимог щодо візуалізації на тренажері моніторингової обстановки та до запізнювання інформації при керуванні бортовим спеціалізованим обладнанням. Адаптація міжнародних стандартів до оцінки тренажера екологічного моніторингу дозволить створювати навчальні системи та засоби, які є конкурентноспроможні на світовому ринку авіаційних тренажерів. Програма сертифікації тренажера екологічного моніторингу повинна містити методологічну та організаційну частини.

УДК 574.08

**МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ТА ЗАГРОЗ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**О.А. Машков, С.А. Нігородова

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

Розглядаються питання впровадження аерокосмічних технологій для оцінки екологічних ризиків та загроз стану навколишнього середовища.

Пропонується комплексне застосування космічних апаратів, дистанційно пілотованих літальних апаратів, аеростатів у якості елементів системи спостереження за екологічним станом довкілля з метою пошуку та створення оптимальних форм управління екологічною безпекою.

Аналіз та оцінювання ризиків у сфері техногенної безпеки є основою системи управління безпекою технічних і технологічних аерокосмічних. Аерокосмічні технології застосовуються при вирішенні наступних завдань: обґрунтування цілей і завдань аналізу ризику; аналіз технологічних особливостей виробничого об'єкта; виявлення всіх джерел небезпеки; визначення подій, здатних ініціювати виникнення аварій; формування ймовірних сценаріїв розвитку аварій; аналіз сценаріїв; оцінювання ймовірності виникнення аварії для кожної події, що ініціює аварію; визначення чинників ураження; моделювання і прогнозування масштабів наслідків аварій для персоналу, населення, навколишнього середовища за різними сценаріями розвитку аварій; оцінювання ймовірностей впливу зовнішніх чинників, які не залежать від умов експлуатації потенційно небезпечних об'єктів; оцінювання й аналіз ризику щодо його прийнятності; побудова полів потенційного ризику навколо кожного з виділених джерел небезпеки; визначення достатності превентивних заходів для забезпечення стійкості об'єктів до внутрішніх і зовнішніх впливів.

Аналізуються задачі оцінки загроз та ризиків з використанням як аерокосмічних систем, так й відповідного бортового обладнання. З метою підвищення ефективності екологічного моніторингу та оцінки екологічних загроз та ризиків пропонується методологія застосування експертних оцінок та математичне моделювання екологічних сценаріїв.

Розглядаються проблеми та перспективи оцінювання екологічних ризиків та загроз з комплексним використанням як експертних оцінок та ГІС-технологій, так і математичного моделювання екологічних сценаріїв на прикладі Запорізького степового ландшафту та техногенне небезпечних об'єктів цього регіону.

УДК 621.396.046

СУПУТНИКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ НАДАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПОСЛУГ

А.М. Мельник

ДП "Український НДІ радіо і телебачення", м. Одеса

Головною задачею мереж зв'язку України є реалізація оперативного доступу користувачів до телекомунікаційних послуг поза залежністю від виду послуг, часу їх надання та місця розташування абонентів. Мережі мають забезпечувати: повноту покриття послугами, оперативність організації каналів, широкосмуговість, впровадження нових послуг, електромагнітну сумісність, мобільність абонента, застосування ефективних методів організації каналу, захист інформації — за умови прийнятної вартості ресурсів каналу. Задоволення комплексу визначених вимог можливо тільки за умови використання супутникових систем зв'язку (ССЗ) за винятком економічних питань, вплив яких можна зменшити, наприклад, за рахунок обміну енергетики на смугу та її ефективним використанням.

Розвиток супутникових технологій в телекомунікаційних мережах України пропонується розглядати з трьох позицій:

- надання традиційних послуг (передавання даних, доступ в Інтернет, телефонія тощо), у тому числі мобільним абонентам. Для них можливо застосовування негеостационарних ССЗ, але доцільніше використання геостационарних ССЗ, наприклад Inmarsat п'ятого покоління;
- надання послуг безпосереднього мовлення, у тому числі мобільним користувачам (Inmarsat) та побудова системи розподілу програм мовлення, також і мовлення даних, на регіональні (субрегіональні) центри;
- продовження робіт з національної ССЗ та подальший перехід на використання національного супутника. Перспективи реалізації проекту "Либідь" практично відсутні. Необхідно розпочати роботи з отримання нового частотно-орбітального ресурсу з використанням діапазону Ка.

Необхідно орієнтуватися на використання діапазонів Ku або Ka. Наявна тенденція до більш широкого застосування діапазону Ka, ресурс у якому зростає більш високими темпами. Це пов'язано з реалізацією покриття з повторним використанням смуги частот у неперетичних зонах та збільшенням частотного ресурсу супутника. Масагабаритні показники земного обладнання зменшуються.

УДК 528.715

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ
В ІНТЕРЕСАХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

В.А. Миклуха

ЖВІ імені С.П. Корольова, м. Київ

На сучасному етапі розвитку технологій все більшого розвитку набувають безпілотні літальні апарати (БПЛА). Аналіз сучасних робіт та проєктів в галузі застосування БПЛА показує, що проблематика є надзвичайно актуальною. БПЛА застосовуються в нових сферах цивільного та військового сектору, значно розширивши спектр виконуваних задач. В даній роботі пропонується розглянути та виділити перспективи застосування БПЛА в інтересах дистанційного зондування землі (ДЗЗ).

На сьогодні для отримання даних ДЗЗ використовують лише інформацію, отриману із супутників, що накладає ряд суттєвих проблем. По-перше, Україна на жаль не має своїх супутників, що обмежує можливості, щодо отримання даних від супутників інших країн. По-друге, дані надані або отримані від супутників інших країн, чи комерційних супутників не завжди відповідають поставленим вимогам (роздільна здатність отриманих знімків не завжди достатня для проведення повного дешифрування та чіткого виділення потрібних об'єктів – зазвичай вона складає від 2,5 до 10 м на піксель). По-третє, неможливість використання знімків з супутників при природних завадах (велика хмарність, задимленість та інше). Вище перелічених недоліків можна уникнути застосувавши для отримання даних ДЗЗ знімки з БПЛА. За рахунок великої роздільної здатності (роздільна здатність може досягати показника від 1 до 10 см на піксель) такі знімки будуть більш детальними та якіснішими. Ще однією перевагою застосування БПЛА є можливість застосування в умовах хмарності та інших природних завад. Також, за рахунок зависання БПЛА над об'єктом або територією, є можливість спостереження за змінами на місцевості в реальному масштабі часу.

Отже, як висновок можна зауважити що, сумісне застосування даних зі супутників та БПЛА в інтересах ДЗЗ відкриває нові можливості: створення 3-D моделей території; спостереження за територіями в реальному масштабі часу; значне підвищення оперативності обробки інформації (за рахунок зменшення часу на отримання даних з БПЛА); ефективний моніторинг протяжних об'єктів.

УДК 911.2:528.8

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦІНКИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

В.С. Мороз, Ф.В. Глуган

Національний центр управління та випробування космічних засобів, м. Київ

Сучасні інформаційні технології стають невід'ємною складовою забезпечення прийняття рішення. Оцінка зовнішніх умов, ресурсів, сил та напрямків розвитку передбачає безперервне врахування динамічних процесів, дослідження яких пов'язане з великою кількістю вимірювань. Аналіз просторової інформації в реальному часі можливий лише за умови використання потужних програмно-технічних засобів, таких як ГІС.

Один з передових розробників геоінформаційного програмного забезпечення, компанія Esri дає наступне визначення ГІС. Геоінформаційна система (ГІС) - це комп'ютеризована система збору, керування та аналізу даних. Вирішення завдань за допомогою ГІС будується на використанні інструментів картографування, візуалізації, моделювання та інтеграції великої кількості типів даних.

ГІС організує інформацію в шари у вигляді географічних карт. Просторове представлення інформації дозволяє проводити аналіз у візуально сприятливій формі на відміну від табличного представлення.

НЦУВКЗ спільно з ДСНС проводять реєстрацію коливань земної поверхні сейсмічними засобами під час землетрусів та вибухів. обов'язковим атрибутом реєстрації є визначення географічних координат джерела тому, ГІС найкращим чином підходить для відображення та аналізу геофізичної інформації.

Збір геофізичної інформації включає: реєстрацію факту виникнення події, проведення первинної обробки та визначення координат джерела. Після визначення параметрів явища відбувається віднесення події до певного типу, згідно класифікатора та проводиться запис до бази даних.

Аналіз інформації передбачає: фільтрацію подій за критеріями, часовими інтервалами, просторовими ознаками; обчислення статистичних характеристик (карт просторової щільності), визначення екстремальних показників; створення пояснювальних записок, схем з метою підтримки прийняття рішення органу виконавчої влади.

УДК 528.721.22

МОНІТОРИНГ СТАНУ ХОТИСЛАВСЬКОГО КАР'ЄРУ ЗА ДАНИМИ ДЗЗ
І ФОТОГРАММЕТРИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХМ.Ю. Пакшин, І.І. Ляска, Б.О. Мялковський

Центр прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля, с. Залісці

Актуальним питанням при вирішенні завдань екологічної безпеки України є вивчення компонентів довкілля на транскордонних територіях. Традиційний спосіб отримання інформації про стан навколишнього природного середовища і техногенних об'єктів, який здійснюється наземними службами, не завжди забезпечує необхідну оперативність і оновлення даних. Альтернативою зазначених методів є використання космічних засобів та сучасних методів обробки даних дистанційного зондування землі (ДЗЗ). Оптичні та радіолокаційні супутникові системи дозволяють з мінімальними затратами часу і коштів отримувати картографічну і довідкову інформацію про стан небезпечних об'єктів та територій. Одним з таких об'єктів, який загрожує екологічній безпеці України є Хотиславський кар'єр. У роботі з використанням даних ДЗЗ досліджений його стан і визначені основні характеристики. Проект є продовженням циклу робіт, що проводяться у Центрі з метою забезпечення екологічної безпеки держави і інформуванню загальнодержавних і регіональних органів влади про ризики, які виникають. Хотиславський кар'єр розташований на території Республіки Білорусь в 350 метрах від кордону України. Видобуток у ньому крейди та піску може порушити підземні водоносні системи, які живлять Шацькі і інші озера, і в цілому змінити екосистему регіону. Враховуючи, що отримати достовірну інформацію про стан кар'єру можливо лише дистанційними методами, проведено дослідження об'єкту із застосуванням оптично-стереоскопічної зйомки та фотограмметричних методів її обробки. За результатами роботи створено цифрову модель місцевості. Космічні вимірювання, які виконані у період з 27.08.2016 по 22.04.2018 р., дозволили отримати інформацію про динаміку розробки кар'єру і станом на 07.06.2018 р. визначити його основні характеристики: границі, довжину периметру, площу, максимальну глибину і об'єм добутих корисних копалин.

УДК 621.391

ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ГРУПОЮ МАЛИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА БАЗІ FANET

І.В. Пулеко, А.А. Єфіменко

Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир

За останнє десятиліття широкого розвитку набули так звані рухомі сенсорні мережі, що самоорганізуються, MANET (англ. Mobile Ad Hoc Network), зокрема і на базі безпілотних літальних апаратів FANET (англ. Flying Ad Hoc Network). Особливістю їх розвитку є те, що спочатку вони розглядалися у рамках концепції «Інтернету речей» на основі відомих IP-протоколів, а згодом переросли у власний напрямок досліджень.

FANET – це бездротова мережа, що самоорганізується, вузлами якої є малі безпілотні літальні апарати. Дана мережа характеризується високою мобільністю вузлів, динамічно змінною топологією, рухом у 3D-просторі, обмеженими фізичними характеристиками вузлів (потужність передавача, заряд батареї, тощо). Взаємодія між вузлом-відправником та вузлом-отримувачем у мережі здійснюється випадковим чином через ряд проміжних вузлів, що вимагає від них виконання функції маршрутизації. Зазначені особливості створюють велику кількість додаткових труднощів по організації мережевого зв'язку та вимагають вирішення цілого ряду проблем:

- на фізичному рівні – розробки спеціальних структур антен та дослідження моделей поширення радіохвиль;
- на каналному рівні (MAC-рівні) – забезпечення якості каналу зв'язку внаслідок зміни значення затримки при передачі кадрів, високої мобільності і великої різниці відстаней між вузлами;
- на мережевому рівні – проблеми маршрутизації;
- на транспортному рівні – створення надійного транспортного механізму.

Таким чином, розвиток FANET потребує рішення цілого ряду досить нових і складних проблем.

УДК 550.38

ФОРМУВАННЯ ЕТАЛОННИХ МАСОК ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ДАНИХ
ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ ТА КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ З LANDSAT-8І.В. Пулюко¹, В.О. Чумакевич², В.І. Шестаков¹¹ Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир² Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Важливим процесом у наукових і практичних дослідженнях є виявлення і подальший контроль водних об'єктів на поверхні Землі. Особливої актуальності набуває контроль за прісною водою, запаси якої з кожним роком зменшуються. Тому у наш час здійснюється моніторинг поверхневих водних об'єктів, який контролює зміни їх числа і стану: площі, забрудненості, берегової лінії та інше. Для кількісної оцінки динаміки змін геометрії, часто застосовують порівняння зображень водних об'єктів, отриманих з космосу системами дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), з еталонними картами чи масками. Однак, суттєвим недоліком космічних знімків з високою детальністю є їх велика вартість. Зважаючи на це, для формування еталонних масок водних об'єктів доцільно застосовувати аерокосмічні знімки високого розрізнення з відкритих геоінформаційних сервісів (Google Earth, Яндекс, Arc-GIS та ін.). Недоліками даних з таких сервісів є певна давність знімків (1-2 роки) відсутність спектральних складових (лише RGB-композит) та негарантована точність місцевої прив'язки. Альтернативний варіант застосування набагато дешевших (а у багатьох випадках і безкоштовних) космічних знімків середньої детальності, наприклад, таких як надає космічний апарат Landsat-8. Але слід зважати і на те, що у цьому випадку водні об'єкти, розмірами менше 30 м фактично не фіксуються.

У доповіді пропонується методика формування еталонних масок водних об'єктів на основі контрольованої класифікації знімків з геоінформаційних сервісів та їх уточнення за рахунок обробки знімків з космічного апарата Landsat-8.

УДК 528.7

НЕЙРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ АЕРОКОСМІЧНОГО ЗНІМАННЯ

А.В. Савчук, М.П. Романчук

ЖВІ імені С.П. Корольова, м. Житомир

В останні десятиліття об'єм, якість та різноманітність матеріалів аерокосмічного знімання (МАКЗ) суттєво зросла. Однією з актуальних задач, що виникають при їх обробці, є задача розпізнавання наземних об'єктів. Правильно виконаний попередній етап – автоматизована класифікація наземних об'єктів на МАКЗ значно спрощує процес їх розпізнавання, а також дозволяє реалізувати оперативний моніторинг та попередження надзвичайних подій (катастроф) природного та техногенного характеру. Розвиток методів класифікації об'єктів і розробка систем автоматизованого розпізнавання, що працюють в реальному масштабі часу, стоять в ряду пріоритетних наукових завдань.

В доповіді розглядаються та порівнюються методи машинного навчання при класифікації наземних об'єктів (метод опорних векторів (SVM), AdaBoost, k-найближчий сусід (kNN), умовне випадкове поле (CRF), розріджена класифікація на основі представлення (SRC) та штучна нейронна мережа (ANN)).

Порівняльний аналіз методів машинного навчання при класифікації наземних об'єктів показує, що найбільш якісно враховують ознаки об'єктів на основі штучної нейронної мережі (ANN) – штучні нейронні мережі глибокого навчання (англ. deep learning). Нейронні мережі глибокого навчання можуть бути застосовані для дослідження процесу аерокосмічного знімання складних об'єктів. Об'єднання фізичного моделювання та нейронної мережі глибокого навчання, окрім вирішення технічних проблем, відкриває також нові можливості для моніторингу глобальних змін на планеті.

УДК 631.1

ІНТЕГРАЦІЯ АПК УКРАЇНИ В ЄВРОПЕЙСКУ СИСТЕМУ СУБСИДІЮВАННЯ
ТА КОНТРОЛЮ АГРОВИРОБНИЦТВА CAP

С.О. Сластін

Національний центр управління та випробування космічних засобів, м. Київ

На даний час і в майбутньому основною задачею людства стоїть забезпечення себе продуктами харчування. З цією метою створюються та діють міжнародні організації які намагаються збудувати та впровадити ефективні системи агровиробництва.

Одним з ефективних методів впливу, який успішно діє в Сполучених Штатах Америки та в Європі, є діюча система сільськогосподарського субсидіювання. Основною задачею такої системи є налагодження ефективного та керованого виробництва сільськогосподарської продукції, забезпечення мінімального впливу на екологію, розвиток сільськогосподарських територій, цінова та маркетингова підтримка фермерів. Діючим важелем системи є субсидіювання агровиробників, що має достатньо ефективний вплив. Проте система вимагає жорсткого контролю за використанням субсидій та виконанням поставлених вимог.

Система сільськогосподарського субсидіювання CAP, виконує функції субсидіювання та контролю на території Європи. На протязі наступних двох років система має на меті включити в свою структуру всі європейські держави.

Україна є досить вагомим гравцем на міжнародному ринку сільськогосподарської продукції. Останні роки в агросекторі України з'являються передові технології, методи обробітку, техніка. Фермери все частіше виходять зі своєю продукцією на світовий ринок. Проте для реалізації на території України системи субсидіювання агровиробників та залучення до системи CAP, необхідним є створення певних умов.

На даний час не існує державної програми інтеграції АПК України до європейського сектору. Проводяться лише експериментальні науково-дослідні проекти по окремим областям, вивчаються алгоритми та досвід європейських спеціалістів. Проте для реалізації ефективної системи субсидіювання українських агровиробників необхідна відповідна законодавча база, фінансування, державна структура контролю, збору, зберігання та аналізу наземних даних, забезпечення моніторингу у тому числі космічними знімками, залучення науково-дослідних інституцій для аналізу, прогнозування, інформування. Необхідна діюча єдина система починаючи з рівня товаровиробника, закінчуючи міністерством аграрної політики, яка візьме на себе роль ефективного інтегратора системи субсидіювання.

Можна виділити основні питання, які система має вирішувати:

- ведення векторної бази даних земельних ділянок;
- збір наземної інформації;
- організація передачі та зберігання даних;
- аналіз інформації ДЗЗ;
- визначення видового складу культур;
- аналіз фермерських ділянок, що користуються субсидіюванням;
- інспекційні перевірки по результатам виявлених порушень;
- прийняття рішень щодо субсидіювання;
- забезпечення відкритості та доступності даних роботи системи;
- аналіз міжнародного ринку сільськогосподарської продукції, та формування політики субсидіювання;
- моніторинг порушень екологічних норм;
- моніторинг порушень сівозмін;
- моніторинг нецільового використання земельного фонду;
- звітність перед державними органами щодо економічних показників;

- формування та оприлюднення на гео-порталі щорічної карти сільськогосподарських культур на територію України.

Національний Центр управління та випробування космічних засобів має певні напрацювання в сфері агромоніторингу та пропонує свій потенціал: приймальні станції, персонал, методи та напрацювання для створення, підтримки та розвитку системи агромоніторингу на території України з метою підвищення ефективності господарювання та покращення економіки Держави в цілому.

УДК 621.05

ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНЦІЙ УПРАВЛІННЯ КА,
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИО.В. Усиченко, А.Б. Даніліні¹ ДП «ЗАО НДІРВ» м. Харків

Створення національних станцій управління КА було розпочате АТ НДІРВ у 90-роках минулого сторіччя у відповідності з Першою Державною космічною Україною з модернізації наземного автоматичного комплексу управління космічного апарату «Січ-1», який був розташований в Центрі контролю космічного простору в м. Євпаторія.

За роки незалежності України колектив АТ НДІРВ забезпечив формування наземного комплексу управління в частині створення:

- командно-вимірювальних комплексів управління КА ДЗЗ – станції СКТРЛ, СКТРЛ-М та СКТРЛ-М1;

- мобільних станцій прийому телеметричної інформації від ракет-носіїв для роботи на неоснащених трасах запуску – виносні вимірювальні пункти для забезпечення запусків з космодрому Алькантара та SeaLaunch;

- станції прийому телевізійної інформації від ракет-носіїв – НПРС СІРЛ.

- пеленгатору з розширеним сектором для забезпечення управління супутниками під час перших витків та у випадку нештатних ситуацій.

У зв'язку з втратою наземних технічних засобів під час анексії Криму у 2014 році та для забезпечення управління перспективними вітчизняними КА ДЗЗ у 2015 році в ДКА було прийнято рішення про створення наземного комплексу управління на базі модернізованої НС СКТРЛ-М1 (ЦПОСІ та КНП) та нової станції НСУПД на базі 7м антенної системи. Станом на 2018 рік завершується модернізації НС СКТРЛ-М1 та продовжуються роботи по створенню НСУПД.

Розпочаті роботи по створенню універсальної наземної станції управління комерційними іноземними та перспективними вітчизняними КА, що дозволить розширити можливості наземного інформаційного комплексу та наземного комплексу управління.

УДК 621.391

МЕТОДИ ЗАВАДОСТІЙКОГО КОДУВАННЯ В ЦІЛЮВИХ РАДІОЛІНІЯХ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ ДЗЗ

П.В. Фриз¹, О.В. Кальватинський²

¹ ЖВІ імені С.П. Корольова, м. Житомир

² ДКАУ, НЦУВКЗ, ЦПОСІ та КНП, с. Залісці

Збільшення просторового розрізнення оптико-електронного обладнання КА ДЗЗ спонукає до використання швидкісних радіоліній передачі інформації. Враховуючи тенденції збільшення використання мікросупутникових технологій, виникає протиріччя щодо високої швидкості передачі цільової інформації та низької потужності бортового передавача. Використання завадостійкого кодування в радіолініях цільової інформації від КА ДЗЗ зменшує необхідну мінімальну потужність передавача для забезпечення заданого коефіцієнта бітових помилок.

В доповіді розглянуті особливості побудови радіоліній цільової інформації КА ДЗЗ. Розглянуті стандарти передачі цільової інформації які впровадженні в космічні системи ДЗЗ: CCSDS та DVB – S2. Досліджені схеми модуляції та кодування цільової інформації які застосовуються в радіолініях КА типу CUBESAT. Розглянуто ефективність застосування згорткових завадостійких кодів при модуляціях: BPSK, QPSK та 8 – PSK. Здійснено порівняльний аналіз стандартів передачі даних та ефективність застосування різних видів завадостійких кодів. Висунуто вимоги до приймальних трактів наземних станцій прийому спеціальної інформації.

УДК 629.78

ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМАЛІЗОВАНОГО ОПИСУ ПРОЦЕСІВ
В КОСМІЧНИХ СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

П.В. Фриз

ЖВІ імені С.П. Корольова, м. Житомир

Космічні системи спостереження (КСС) як складні організаційно-технічні системи, як правило, потребують моделювання процесів на всіх етапах свого життєвого циклу, зокрема, при створенні, виборі, цільовому застосуванні, управлінні, оцінюванні стану, модернізації тощо. Аналіз існуючих підходів до моделювання цих процесів показав, що дослідники зазвичай використовують такий математичний апарат, який найкращим чином може задовольняти їх потреби. Але в той же час різні автори можуть застосовувати різні підходи до опису процесів в рамках своїх інтересів, не піклуючись щодо єдиної технології моделювання в масштабах системи більш високого ієрархічного рівня, що суттєво ускладнює узгодження кінцевих результатів.

У зв'язку з цим автором запропонована технологія формалізованого опису процесів в КСС з єдиних позицій, основу якої становлять комплексна модель КСС, універсальний алфавіт для формалізованого опису явищ, процесів, станів та умов функціонування космічних засобів, а також ряд оригінальних логічних, аналітичних і логіко-аналітичних функцій на базі теорії множин та булевої алгебри. Особливість алфавіту полягає в тому, що він є відкритим для нарощування і удосконалення до будь-якої ступені деталізації. Алфавіт базується на кирилицькій, латинській та грецькій абетках, використовує розгалужену систему верхніх, нижніх, лівих та правих індексів, дужок різної форми та інших математичних символів. В той же час, запропонований алфавіт є відносно простим для користування, оскільки максимально наближений до вербальної мови.

Використання формалізованого опису процесів в КСС на базі запропонованої технології у наукових дослідженнях автора та його учнів протягом багатьох років підтвердило її достатню дієздатність. Через це було до-цільно її застосовувати й іншими зацікавленими організаціями і відомствами як універсального інструмента у завданнях моделювання процесів в складних інформаційних системах.

УДК 355.45

ШЛЯХИ РОЗВИТКУ КОСМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ ОБОРОНИ

О.Б. Шиятий, Ю.М. Пуховий, Г.В. Гнатюк

НУОУ, м. Київ

На сьогодні у світі стрімко зростає значення космосу, як простору для проведення військових операцій. Зазначене підтверджується розвитком космічного озброєння провідними країнами світу, особливо Сполученими Штатами Америки (далі – США), Китайською Народною Республікою та Російською Федерацією.

Україна, враховуючи своє геополітичне положення, не зможе залишитись осторонь від впливу космічного озброєння, а враховуючи стан космічної діяльності в Україні сектор оборони є вразливим до нових загроз.

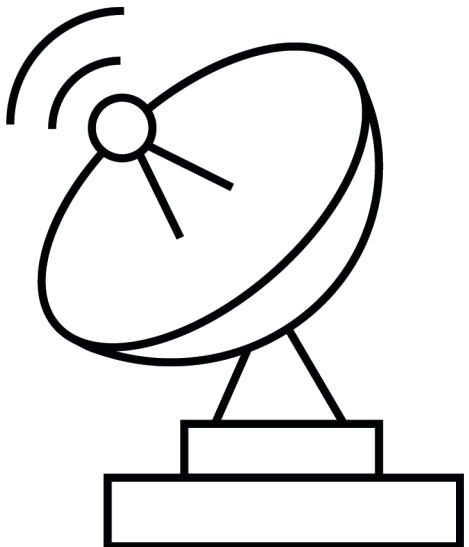
В доповіді розглядаються шляхи розвитку космічної діяльності у сфері оборони, враховуючи заяву Президента США Дональда Трампа, щодо створення "Космічних сил", досвід застосування космічних систем під час проведення провідними країнами світу військових операцій, під час проведення Збройними Силами України Антитерористичної операції та операції Об'єднаних сил. При цьому акцент робиться на необхідність створення у державі системи космічної оборони.

На перший погляд до шляхів розвитку космічної діяльності у сфері оборони можливо віднести: створення у складі Міністерства оборони України та Збройних Сил України структури з основними функціями формування та реалізації космічної діяльності у сфері оборони держави; огляд органів державної влади, сектору безпеки та оборони, установ, підприємств, організацій держави щодо спроможностей у сфері космічної діяльності для потреб сектору оборони; переопрацювання нормативно-правової бази у сфері космічної діяльності щодо залучення спроможностей зазначених організацій до виконання завдань сектору оборони.

Надалі проводиться вивчення шляхів розвитку космічної діяльності у сфері оборони з врахуванням нових загроз та способів їх реалізації.

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОВАДЖЕННЯ КОСМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ:
МОНІТОРИНГ КОСМІЧНОГО ПРОСТОРУ, НАВІГАЦІЯ,
ГЕО- ТА ГЕЛІОФІЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ

СЕКЦІЯ 2



✂	Г.Л. Авдєєнко ЗАСТОСУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ РАДІОЧАСТОТНОГО РЕСУРСУ ЛІНІЙ РАДІОРЕЛЕЙНОГО ТА МІЖСУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ	41
✂	О.І. Лящук, <u>Ю.А. Андрущенко</u> , І.В. Корнієнко, Є.В. Карягін КОМПЛЕКСУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНОГО, АКУСТИЧНОГО ТА МАГНІТНОГО МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПРОЦЕСІВ В АТМОСФЕРІ ТА ІОНОСФЕРІ	42
✂	<u>Г.Л. Баранов</u> , О.С. Комісаренко МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СТВОРЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	43
✂	<u>Г.Л. Баранов</u> , А.В. Цулая, В.П. Шарко ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИГНАЛОВ ДВУХ НАВИГАЦИОННЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА КЕЙПОНА	44
✂	<u>Г.Л. Баранов</u> , І.Я. Горішна МОДЕЛЮВАННЯ БОРТОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ	45
✂	<u>І.А. Беспалко</u> , В.П. Кравчик, Д.В. Пекарев ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНОЗЕМНИХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ЩОДО ЗНІМАННЯ ОБ'ЄКТІВ	46
✂	<u>О.І. Бондар</u> , Д.П. Пашков, Р.Ю. Шевченко, К.В. Сметанін ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КООРДИНАТ КОСМІЧНОЇ ГЕОДЕЗІЇ У ЦІЛЯХ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	47
✂	С.В. Ковбасюк, І.А. Беспалко, <u>Д.М. Випорханюк</u> КОСМІЧНА СИТУАЦІЙНА ОБІЗНАНІСТЬ ЯК ФАКТОР БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ	48
✂	<u>В.Ю. Вишняков</u> , А.О. Касімов, О.С. Можаровський ОСОБЛИВОСТІ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ПОБЛИЗУ ТЕХНОГЕННО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБЕКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ДЗЗ	49
✂	<u>Д.І. Власов</u> , О.С. Парновський ПРОГНОЗУВАННЯ ЛОКАЛЬНОГО МАГНІТНОГО ЗБУРЕННЯ МЕТОДОМ РЕГРЕСІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	50
✂	Р.А. Габрук ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ БОРТОВОЇ РЛС В СКЛАДІ ІНТЕГРОВАНОГО АВІАЦІЙНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСУ	51
✂	С.В. Іванов ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СПЕЦІАЛІСТІВ КОСМІЧНОЇ ГАЛУЗІ	52

✂	<u>Н.М. Карашук</u> , В.П. Манойлов ПРОЕКТУВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ АНТЕН КОЛОВОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ САНТИМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ	53
✂	<u>Д.В. Карлов</u> , А.Я. Яцуценко, М.Ф. Пічугін, А.Д. Карлов, О.В. Коробецький ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧА СИСТЕМА ПОВІТРЯНО-КОСМІЧНОГО ЗАХИСТУ	54
✂	<u>Д.В. Карлов</u> , А.Я. Яцуценко, М.Ф. Пічугін, І.М. Пічугін, М.В. Борцова, О.В. Коробецький ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ОРБІТАЛЬНОГО РАДІОЛОКАТОРА БІЧНОГО ОГЛЯДУ ПРИ РАДІОЕЛЕКТРОННОМУ ПОДАВЛЕННІ	55
✂	<u>Д.В. Карлов</u> , Ю.В. Резников, С.В. Логачов ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ З КОСМІЧНОГО АПАРАТУ "СІЧ-2М" В ІНТЕРЕСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ	56
✂	<u>Д.В. Карлов</u> , С.І. Березіна, О.І. Солонець ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ОБРОБКИ ДАНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ	57
✂	В.В. Гавриленко, <u>О.П. Ковальчук</u> БАГОТОЦІЛЬОВЕ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ТРУБОПРІВІД-РІДИНА ТА ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНА СТІЙКІСТЬ ПРИ ШВИДКІСНІЙ ТЕЧІЇ РІДИНИ	58
✂	<u>А.М. Кожухов</u> , С.В. Рыщенко, Т.А. Дементьев, В.П. Епишев, И.И. Мотрунич, И.Ф. Нойбауэр, В.М. Периг, С.Л. Янчевский, Д.М. Кожухов, О.Н. Пискун КОНТРОЛЬ СТАНУ НАНОСПУТНИКІВ ЗА СПОСТЕРЕЖЕННЯМИ ТЕЛЕСКОПІВ З МАЛОЮ АПЕРТУРОЮ (НА ПРИКЛАДІ КА ARKYD 6A)	59
✂	<u>А.М. Козуб</u> , Р.В. Радзівський ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ	60
✂	<u>О.В. Колодійцев</u> , О.В. Кулешов, С.І. Клівець, В.В. Пустоваров ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СТИКУВАННЯ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ	61
✂	<u>І.В. Корнієнко</u> , О.І. Ляшук, Ю.А. Андрущенко МОНІТОРИНГ ГЕОФІЗИЧНОЇ ОБСТАНОВКИ В МІСЦЯХ ДИСЛОКАЦІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗС УКРАЇНИ	62
✂	<u>І.В. Корнієнко</u> , О.І. Ляшук, Ю.А. Андрущенко ОРГАНІЗАЦІЯ ОБ'ЄДНАНОГО ПУНКТУ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ КОНТРОЛЮ КОСМІЧНОЇ ПОГОДИ ТА ПІДСУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ	63
✂	С.С. Кохан УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО МОНІТОРИНГУ ПОСІВІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	64

✂	<u>Г.В. Лісачук</u> , А.В. Захаров, А.П. Гребенюк СТВОРЕННЯ НОВИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ НАДВИСОКОЧАСТОТНОЇ ТЕХНІКИ	65
✂	<u>О.І. Ляшук</u> , І.В. Толчонов, І.В. Корнієнко, Ю.А. Андрущенко, О.М. Ковтун ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОФІЗИЧНОЇ МЕРЖІ ГОЛОВНОГО ЦЕНТРУ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ	66
✂	<u>С.А. Мамрай</u> , О.Л. Павловський СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА АНАЛІЗУ КОСМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ, ДІЙСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	67
✂	В.І. Маренков ТЕЛЕДІАГНОСТИКА ГЕТЕРОГЕННИХ ПЛАЗМОВИХ УТВОРЕНЬ В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ ТА КОСМОСІ ШЛЯХОМ МОНИТОРИНГУ ЇХ ГАЛЬМІВНОГО РАДІОЧАСТОТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗАСОБАМИ НАЗЕМНОГО БАЗУВАННЯ	68
✂	М.С. Медіна ДОСЛІДЖЕННЯ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЧАСТОТИ ТА ШКАЛИ ЧАСУ КОРИСТУВАЧІВ ЦПОСІ ТА КНП З ВТОРИННИМ ЕТАЛОНОМ ОДИНИЦЬ ЧАСУ ТА ЧАСТОТИ УКРАЇНИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ РТР IEEE1588V2	69
✂	<u>В.В. Онисько</u> , Д.М. Кожухов, О.Н. Пискун, О.Н. Ілючок, А.М. Кожухов, С.В. Рыщенко, Т.А. Дементьев, С.С. Москаленко, С.Н. Корниевский, Н.И. Кошкин, С.Л. Страхова ОСОБЛИВОСТІ ОПТИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НИЗЬКООРБІТАЛЬНИХ КОСМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ, ЩО ОБУМОВЛЕНІ МІСЦЕПОЛОЖЕННЯМ ПУНКТУ СПОСТЕРЕЖЕННЯ	70
✂	А.П. Відмаченко, <u>П.В. Невадовский</u> , М.Д. Гераїмчук, О.В. Івахів, О.В. Збруцький, Ю.Б. Гірняк КОНТРОЛЬ АЕРОЗОЛЕЙ СТРАТОСФЕРНОГО ШАРУ ЗЕМНОЇ АТМОСФЕРИ	71
✂	В.П. Єпішев, <u>В.М. Періг</u> РЕЗУЛЬТАТИ МОНИТОРИНГУ НАВКОЛОЗЕМНОГО КОСМІЧНОГО ПРОСТОРУ В ЛАБОРАТОРІЇ КОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УЖНУ	72
✂	<u>В.І. Присяжний</u> , А.В. Поїхало, В.В. Войтюк, В.В. Захаренко, О.М. Ульянов, О.М. Резніченко, А.В. Антюфеев, А.М. Корольов, А.П. Удовенко, А.М. Патока, В.В. Чміль, О.М. Пилипенко СТВОРЕННЯ РАДІОТЕЛЕСКОПУ РТ-32 НА БАЗІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МАРК-4В. ВІДРОДЖЕННЯ НАЗЕМНОЇ КОСМІЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ	73
✂	<u>Ю.В. Резников</u> , О.В. Воробйов, О.І. Солонець РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІСНУЮЧОЇ НАЗЕМНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УПРАВЛІННЯ І ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ З ПЕРСПЕКТИВНИХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ	74

✂	<u>В.А. Суходольський</u> , О.М. Волобуєв ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ ЦЕНТРУ УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТАМИ ВІТЧИЗНЯНИХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ	75
✂	Н.В. Тітова СТВОРЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ БІООБ'ЄКТІВ НА ПРИНЦИПАХ ФОТОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ	76
✂	Л.С. Шакун ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОРБІТ ШСЗ ТА АНАЛІЗ ПОХИБОК СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ АСТРОНОМІЧНОЇ БІБЛІОТЕКИ KORBESTLIV	77
✂	О.П. Щербаков СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА АНАЛІЗУ КОСМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	78

УДК 621.37

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ РАДІОЧАСТОТНОГО РЕСУРСУ ЛІНІЙ РАДІОРЕЛЕЙНОГО ТА МІЖСУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Г.Л. Авдеєнко

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського", м. Київ

Важливим напрямком розвитку космічних систем є створення угруповань супутників, пов'язаних єдиним системним рішенням та конструктивною реалізацією в інформаційну систему з елементами космічного базування. Для об'єднання окремих космічних апаратів в систему використовуються лінії зв'язку між супутниками, які працюють в різних частотних діапазонах або в оптичному діапазоні.

Для організації радіоліній зв'язку між супутниками застосовуються спрямовані або неспрямовані антени. Підвищити ефективність та пропускну здатність радіолінії в умовах обмежень по ширині смуги частот можливо із застосуванням просторової обробки сигналів. Реалізація просторової обробки сигналів може здійснюватися адаптивними антеннами із використанням особливостей форми фазового фронту електромагнітної хвилі. Такий метод просторової селекції радіосигналів дозволяє одночасно передавати радіосигнали в одній й тій самій смузі радіочастот сигналів з однаковими поляризаційно-частотними характеристиками. Такий метод забезпечує повторне (або багаторазове) використання наявного радіочастотного ресурсу.

Практична перевірка результатів теоретичних досліджень виконана за допомогою спеціально створеного дослідного макету. За допомогою розробленого макета симплексної безпроводової системи зв'язку НВЧ діапазону представлено результати експериментальних досліджень, що проведені в лабораторних умовах з застосування просторової обробки сигналів по формі фазового фронту електромагнітної хвилі для одночасного передавання та прийому в смузі радіочастот 8 МГц двох радіосигналів багатопозиційної модуляції (КАМ-64) з ідентичними поляризаційно-частотними характеристиками. В якості вихідного інформаційного сигналу для каналу багатопроменевої системи використовувалися телевізійний транспортний потік DVB зі швидкістю 41,25 Мбіт/с.

Результати експериментів, проведених із застосуванням макету, підтвердили правильність результатів теоретичних досліджень.

Доповідь може бути корисною для розробників систем радіорелейного та супутникового зв'язку, спеціалістам в галузі електродинаміки, поширення хвиль та антенної техніки.

УДК 550.38

**КОМПЛЕКСУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНОГО, АКУСТИЧНОГО ТА МАГНІТНОГО МЕТОДІВ
ВИЯВЛЕННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПРОЦЕСІВ В АТМОСФЕРІ ТА ІОНОСФЕРІ**О.І. Лящук, Ю.А. Андрущенко, І.В. Корнієнко, Є.В. Карягін

Головний центр спеціального контролю, м. Городок

Головний центр спеціального контролю (ГЦСК) оснащений апаратурою комплексу геофізичних методів, що охоплюють спостереження за процесами в різних геосферах - від літосфери до магнітосфери.

На сьогоднішній день відбувається поглиблена модернізація технічних засобів ГЦСК з метою залучення центру до виконання завдань моніторингу космічної погоди. При цьому основні зусилля спрямовані на:

- модернізацію радіотехнічного методу з метою забезпечення реєстрації електромагнітних імпульсів, що виникають в результаті потужних вибухів та грозової активності, проведення нахильного пасивного зондування іоносфери, моніторингу стану космічної погоди в ДНЧ діапазоні;

- удосконалення акустичного методу виявлення шляхом розробки інфразвукової станції вітчизняного виробництва для моніторингу стану космічної погоди, та проведення спостережень за небезпечними геодинамічними процесами, що мають відгук у атмосфері;

- переоснащення спостережувальних мереж ГЦСК сучасними уніфікованими автоматизованими магнітотелуричними станціями ЛЕМІ-42.

Успішна модернізація апаратури радіотехнічного, акустичного та магнітного методів виявлення дає можливість створення основи наземного вимірювального комплексу, в першу чергу для досліджень сонячно-земних та сейсмо-іоносферних зв'язків як складової частини системи космічних спостережень.

УДК 681.3:004.9

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СТВОРЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Г.Л. Баранов, О.С. Комісаренко

Національний транспортний університет, м. Київ

Створення натурних моделей інтеграційного технологічного синтезу комплексних композитних матеріалів (ККМ) для конструктивних інженерних споруд майбутньої транспортної галузі дуже трудомістка справа. Випробування потребують застосування багатьох експертів різних сфер професійної діяльності (матеріалознавці, хіміки, фізики, механіки, техніки, технологи, логісти, економісти тощо.). Відповідні до їх потокових й паралельних технологічних дій управління єдиним ієрархічним конвеєром можливо лише за допомогою задокументованими властивостями забезпечувати випуск аерокосмічних об'єктів цільового продукту. Опис конкретної потрібної технології для майбутнього (поки ще невідомого) ККМ відсутній. Тому початкова слабкоструктурована, не скоординована, розподілена гетерогенними знаннями проблема (бажання, потреба, настанова, ідеологічна задумка) повинна бути перетворена в автоматизований електронний технічний паспорт, де вихідний технологічний документ чітко регламентує згідно ДСТУ (ISO/IEEC) терміни, параметри та одиниці виміру. Засоби інформаційних технологій (ІТ) треба створити у формі програмно-апаратного комплексу (ПАК), що можливо тиражувати для полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО). Завдяки запропонованим процедурам моделювання складних динамічних об'єктів у якості результатів ІТ будуть надані уніфіковані техніко-технологічні рішення (ТТР). Тематичний зміст по розділах містить описи з обґрунтованими оцінками для кожного агрегатного перетворення вхідних речовин у вихідні інші речовини ККМ. Отримані вихідні властивості синтезованого ККМ гарантують згідно процедур вимірювання й оцінювання значення цільових показників: ефективності ККМ у просторі експлуатацій; точності за конкретних умов похибок та факторів впливу ЗНОС; достовірності за наявністю конкретних аналогів, прототипів, дослідних зразків; прогнозних рекомендацій на майбутні сфери застосування.

УДК 621.396.98

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИГНАЛОВ ДВУХ НАВИГАЦИОННЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА КЕЙПОНА

Г.Л. Баранов¹, А.В. Цулая¹, В.П. Шарко²

¹ Укр НДІПВТ, м. Київ² ТОВ «СофтІм», м. Київ

Измерения параметров фазового фронта (ФФ) пространственно-временного сигнала (ПВС) космического аппарата (КА) в глобальной навигационной спутниковой системе, дополнительно к существующим псевдодальносным методам, позволяют уменьшить число КА, минимально требуемое для решения навигационной задачи, до двух. Упрощенная система уравнений, позволяющая вычислить глобальные координаты аппаратуры потребителя (АП), если измерены угловые координаты двух КА относительно АП и известны их глобальные координаты, имеет вид:

$$\begin{cases} y_{АП} = y_{КА_1} - R_{КА_1} \sin \gamma_{КА_1}, z_{АП} = z_{КА_1} - R_{КА_1} \cos \gamma_{КА_1}, R_{КА_1} = \hat{R}_{КА_1} - ct_{\Delta} \\ ct_{\Delta} = \hat{R}_{КА_2} - \sqrt{(y_{АП} - y_{КА_2})^2 + (z_{АП} - z_{КА_2})^2}, \end{cases}$$

где $y_{АП}$, $z_{АП}$ - искомые глобальные координаты АП, $R_{КА_i}$ - истинная дальность до $КА_i$, $\gamma_{КА_i}$ - угловая координата $КА_i$, измеряемая по ФФ ПВС; $\hat{R}_{КА_i}$ - псевдодальность, измеряемая по времени задержки, $y_{КА_i}$, $z_{КА_i}$ - известные глобальные координаты $КА_i$, $i = 1, 2$; t_{Δ} - время рассогласования.

При обработке ПВС с использованием алгоритма сверхразрешения Кейпона для разделения ПВС от двух КА может возникать систематическая ошибка (СО) измерения угловой координаты $\gamma_{КА_i}$. Эта ошибка ведёт к ошибкам измерения координат АП и значения t_{Δ} (ЗВР) временных шкал АП и $КА_1$, что следует из приведенной выше системы уравнений.

Расчеты, выполненные в среде MatLab для определения СО угловой координаты $\gamma_{КА_2}$ глобальных координат $y_{АП}$, $z_{АП}$ и ЗВР t_{Δ} - временной шкалы АП при изменении $\gamma_{КА_2}$ - угловой координаты 2-го КА от 42° до 60.3° , показали, что СО определения глобальных координат АП для АР с числом АЭ = 9, расстоянии между ними 20 см. λ несущего сигнала 20 см и отношении сигнал/шум в одном канале 20 дБ может превышать несколько сотен метров и это надо учитывать при проектировании АП.

УДК 519.946

МОДЕЛЮВАННЯ БОРТОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ

Г.Л. Баранов¹, І.Я. Горішна²

¹ Національного транспортного університету, м. Київ

² «Оверсіз Лоджистік», м. Одеса

Для інформаційного забезпечення авіаційних тренажерів даними про вимірювання координат і характеристик радіолокаційних цільових об'єктів РЛС повітряного судна прийняті сигнали в радіолокаційних станціях піддаються різного роду обробці для виділення корисних сигналів в умовах просторових шумів та перешкод та подання інформації про навколишнє оточуюче середовище під час радіолокаційного зондування шляхом ергатичного управління удосконалення методики роботи пари «інструктор-оператор» для формування адаптивних ситуативних фільтрів, які отримуються у поточних умовах, що є метою навчання оператора.

Задача оптимального виявлення та ідентифікації цільового об'єкту в умовах перешкод зводиться в загальному випадку до такого вибору сигналу $S(t)$ і фільтра $W(t)$ які доставляють максимум відношення сигнал/шум. Проведена імітаційна перевірка розробленої методики максимізації відношення сигнал/шум (S_{NR}) на вході приймального тракту бортової РЛС. Збільшення співвідношення S_{NR} покращує результат процесу виявлення корисного сигналу на фоні шумів і перешкод для подальшого забезпечення візуальною інформацією моделювання динаміки цільових об'єктів на екрані електронно-променевої трубки. Це дозволить покращити якість та контрастність відображеної інформації на екрані бортової РЛС в ході радіолокаційного зондування в умовах перешкод, а головне, підвищити рівень сприйняття, аналізу та реакції оператором ПС та збільшити рівень ефективності відповідних дій та маневрування пілотом в ході виконання польотного завдання.

Набуті за рахунок тренажерної підготовки знання та навички використання радіолокаційного обладнання та вміння застосувати поточну ситуативну радіолокаційну інформацію дозволять підвищити здатність оператора швидше приймати рішення в складних динамічних ситуаціях за рахунок тренування на нових образах та виконання польотних завдань в різних ситуаціях.

УДК 004.6:528.854

ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНОЗЕМНИХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ДИСТАНЦІЙНОГО
ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ЩОДО ЗНІМАННЯ ОБ'ЄКТІВІ.А. Беспалко¹, В.П. Кравчик², Д.В. Пекарєв²¹ ЖВІ імені С. П. Корольова, м. Житомир² В/ч А0251, м. Київ

Стрімкий розвиток науки і техніки, а також прагнення держав світу до переваги у військовій, економічній, інформаційній та інших сферах призвели до активного використання космічних систем, у тому числі дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Інформація, що отримується з космічних апаратів (КА) ДЗЗ, дозволяє з високою ймовірністю виявляти і визначати характеристики об'єктів, їх стан, особливості дислокації або діяльності тощо.

У свою чергу, використання КА ДЗЗ іноземними державами, які мають за мету реалізацію ворожих намірів щодо України, може впливати на обороноздатність і конкурентоспроможність нашої держави, сприяти витоку інформації тощо. Отже, завдання оцінювання можливостей іноземних КА ДЗЗ щодо знімання військових та господарських об'єктів є актуальним.

Зазначене завдання базується на погіршенні просторової розрізненості отримуваних матеріалів космічного знімання (МКЗ) при відхиленні оптичної осі знімальної апаратури бортового інформаційного комплексу (БІК) КА від надиру. У доповіді представлено алгоритм та математичний апарат визначення максимально можливого відхилення оптичної осі знімальної апаратури від надиру, за якого задовольняється умова забезпечення виявлення та ідентифікації (до виду, класу, типу) визначених об'єктів спостереження. Використовуючи розраховане значення кута відхилення, визначається максимальна, у межах технічних характеристик обраного КА ДЗЗ, ширина смуги захоплення знімальної апаратури БІК, у межах якої забезпечується необхідна просторова розрізненість отримуваних МКЗ.

Використання запропонованого підходу дозволяє врахувати особливості застосування знімальної апаратури БІК та характеристики наземних об'єктів спостереження і, як наслідок, уникнути переоцінювання можливостей іноземних космічних систем ДЗЗ.

УДК 528.9

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КООРДИНАТ КОСМІЧНОЇ ГЕОДЕЗІЇ У ЦІЛЯХ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

О.І. Бондар, Д.П. Пашков, Р.Ю. Шевченко, К.В. Сметанін

Державний заклад "Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління", м. Київ

В даний час створення нових технічних засобів GNSS йде по шляху їх вдосконалення і модернізації. Фірмами-виробниками здійснюється впровадження нових високих технологій вимірювань і методик автоматизованого опрацювання даних в супутникову апаратуру користувача та програмні засоби. Такі технології дозволяють виконувати геодезичні роботи в реальному часі з точністю на рівні сантиметрів, це режим DGNSS - RTK (Real Time Kinematics - кінематика в реальному часі), концепція віртуальних референсних станцій VRS (Virtual Reference Station) тощо.

Актуальною задачею в Україні все ще залишається проблема переходу (трансформування) координат. І якщо при використанні традиційних методів супутникових спостереженнях з постопрацюванням ця задача розв'язується шляхом використання різноманітних трансформаційних процедур самими користувачами, то з використанням режиму RTK виникає проблема її розв'язання у режимі реального часу без втручання користувача.

Об'єктом дослідження є діючі перманентні GNSS станції та мережі активних референсних станцій. Предмет досліджень є технологія RTK при розвитку й експлуатації окремих референсних станцій та мереж. Під час проведення досліджень використано методи: аналітико-математичний метод, метод аналізу експериментальних даних та науково-технічного узагальнення з залученням теорії помилок вимірів. Для обґрунтування рішень та розробки рекомендацій використовувались виконані спостереження.

Вихідними даними для майбутніх RTK знімків слугували фрагменти космічних знімків масштабів 1:11800, 1:10900, 1:6800, отримані із сайту GoogleMaps. Знімки були зроблені супутником GeoEye-1, який здатний знімати в день у мультиспектральному режимі до 350000 км², з роздільною здатністю до 2 м. Власне космічні знімки використовувалися для подальшої ідентифікації точок на місцевості.

Запропонована двоетапна процедура трансформування координат для окремих територіальних утворень. Спочатку проводиться семи параметричне трансформування між референсними системами ETRS89 (системі, у якій працюють активні референсні станції), та національною системою УСК2000. На цьому етапі перехід може відбуватися однозначно на всій території України. Другий етап трансформування полягає у використанні територіальних трансформаційних полів, аргументами яких є різниці геодезичних координат (УСК-2000-СК-42) з певним кроком.

Перехід до координат класичної референсної системи СК-42 відбувається шляхом білінійної інтерполяції зазначених різниць.

УДК 355.45: 629.7

КОСМІЧНА СИТУАЦІЙНА ОБІЗНАНІСТЬ ЯК ФАКТОР БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

С.В. Ковбасюк, І.А. Беспалко, Д.М. Випорханюк

ЖВІ імені С. П. Корольова, м. Житомир

Агресія Росії та її довгостроковий характер, інші докорінні зміни у зовнішньому та внутрішньому безпековому середовищі обумовлюють необхідність створення нової системи забезпечення національної безпеки України. Вагомим чинником російської гібридної війни проти України є її космічна складова, що забезпечується ракетно-космічною галуззю та космічними військами Російської Федерації – потужної космічної держави.

У доповіді на підставі аналізу сучасного іноземного та вітчизняного досвіду космічної діяльності у сфері оборони обґрунтовується доцільність і необхідність запровадження у вітчизняну практику космічного інформаційного забезпечення органів військового управління (військового командування) стандартних процедур космічної підтримки (Space support) операцій (бойових дій) НАТО, базовою функціональною областю якої є космічна ситуаційна обізнаність (space situational awareness, SSA).

Основну увагу в доповіді зосереджено на аналізі орбітальних угруповань РФ як основи космічної ситуаційної обізнаності про космічну складову російської агресії.

УДК 504. 528.8

ОСОБЛИВОСТІ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ПОБЛИЗУ ТЕХНОГЕННО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ДЗЗ

В.Ю. Вишняков, А.О. Касімов, О.С. Можаровський

ЦПОСІ КНП НЦУВКЗ, с. Залісці

На сьогоднішній день, як ніколи гостро, постає питання контролю техногенно-небезпечних об'єктів (ТНО) та моніторингу їхнього впливу на довкілля. Найбільш поширеним типом забруднення довкілля є викиди шкідливих речовин ТНО зіх подальшим випаданням на підстильну поверхню [1]. Ефективним методом моніторингу наслідків забруднення є використання даних ДЗЗ [3]. Як показав практичний досвід здійснення безпосереднього візуального дешифрування викидів ТНО за даними ДЗЗ досить ускладнений та вимагає наявності гіперспектральних даних, які, за звичай, мають низьку просторову розрізненість. В більшості випадків після випадіння шкідливих речовин в зоні опадів відбувається висихання рослинності на протязі 1-2 тижнів. Авторами пропонується здійснювати моніторинг зони забруднення по стану рослинності з використанням показника NDVI [2] за різночасовими даними ДЗЗ.

Практичне відпрацювання даного підходу на прикладі моніторингу довкілля навкруги хімічного заводу "Кримський Титан" [4] дозволило визначити ймовірну зону ураження шкідливими речовинами. Основними проблемами моніторингу стали: сезонна зміна індексу, підбір різночасових якісних космічних знімків з відсутнім хмарним покривом над зоною інтересу, відсутність наземної інформації про фактичний стан покриву в зоні ймовірного забруднення.

Джерела:

1. <http://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/72899.html>
2. Лурье И. К., Косиков А. Г. Теория и практика цифровой обработки изображений (учебное пособие). Изд-во Научный мир Москва, 2003. 168 с.
3. <https://www.planet.com>
4. <https://ru.tsn.ua/ukrayina/na-zavode-krymskiy-titan-proveli-remontnye-raboty-mintot-1215174.html>

УДК 550.38

ПРОГНОЗУВАННЯ ЛОКАЛЬНОГО МАГНІТНОГО ЗБУРЕННЯ
МЕТОДОМ РЕГРЕСІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯД.І. Власов¹, О.С. Парновський^{1,2}¹ Інститут космічних досліджень НАН України та ДКА України, м. Київ² Головний центр спеціального контролю, м. Городок

Застосуванню методу регресійного моделювання [Parnowski, 2011] дозволяє розрахувати прогнозні моделі локального магнітного поля для окремих обсерваторій. Метод дозволяє розрахувати модель для кожної компоненти магнітного поля.

При прогнозуванні для локальних даних за період 1976-2017 рр. отримані наступні характеристики прогнозних моделей: коефіцієнт кореляції від 0,8 до 0,9, ефективність прогнозу від 0,8 до 0,85 та показник skill score від 0,09 до 0,33 в залежності від компоненти. Найбільша точність отримана для компоненту X, найнижча — для компоненту Z.

В даній доповіді наведено результати прогнозування на 3 години для обсерваторій, що знаходяться на території України, США та Франції.

Для вирішення практичних задач космічної погоди отримані результати мають значно вищу релевантність у порівнянні з планетарними індексами. Алгоритм отримання моделей та розрахунок прогнозних значень достатньо швидкі для впровадження їх у сервісі попередження космічної погоди.

УДК 519.946

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ БОРТОВОЇ РЛС В СКЛАДІ ІНТЕГРОВАНОГО АВІАЦІЙНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСУ

Р.А. Габрук

Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса

У загальному випадку БРЛС повинна забезпечувати ситуаційну обізнаність оператора при вирішенні всіх завдань, що стоять перед повітряним судном. Для виконання цього завдання БРЛС повинна бути багатфункціональною і багаторежимною. Багатфункціональність передбачає здатність здійснювати зондування не тільки повітряно-космічного простору, а й земної (водної) поверхні і підповерхневих об'єктів. Багаторежимність визначається сукупністю режимів, використовуваних при зондуванні цих середовищ. До них, перш за все, відносяться: варіанти огляду зон відповідальності, режими виявлення, розпізнавання, супроводу одиночних цільових об'єктів і багатоцільовий супровід з ранжируванням об'єктів за ступенем важливості, групування цільових об'єктів за їх тактичними ознаками та ін.

За останні десятиліття набувають всього більшого поширення так звані системні показники, що дозволяють оцінити ступінь досконалості РЛС з урахуванням обмежень в різних умовах застосування в рамках підходу «система-середовище». До таких показників, поряд з ефективністю, відносять живучість, інформативність, динамічність і чутливість. В математичному плані ці показники утворюють взаємно пересічні безлічі, оскільки характеризує різні сторони якості роботи РЛС, часто залежать від одних і тих же факторів (умов застосування). Всі перераховані системні показники, як правило, суперечать один одному. У зв'язку з цим знаходження компромісного поєднання живучості, інформативності та динамічності є нетривіальним завданням.

Слід підкреслити, що кінцевий результат створення БРЛС і її експлуатації багато в чому залежить від кваліфікації користувачів і обслуговуючого персоналу. У зв'язку з цим значно посилилася роль технологій розробки навчальних систем (тренажерів) та підготовки кадрів обслуговуючого персоналу.

УДК 612.821.1:512.83.004

ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
СПЕЦІАЛІСТІВ КОСМІЧНОЇ ГАЛУЗІ

С.В. Іванов

Національний центр управління та випробувань космічних засобів, м. Київ

В інтересах Національного центру управління та випробувань космічних засобів (НЦУВКЗ) проведено психофізіологічне дослідження (ПД) з урахуванням особливостей, обумовлених специфікою завдань, які виконуються спеціалістами космічної галузі.

При цьому серйозною проблемою і завданням, що в ході дослідження не завжди вирішувалося однозначно, було об'єктивне оцінювання даних, отриманих в результаті ПД, та психофізіологічного стану досліджуваних.

Метою і основним змістом роботи постав розгляд підходів до оцінювання результатів ПД за методом математичної обробки даних.

Специфіка завдань ПД визначила необхідність застосування відповідних систем обробки та математичного аналізу.

Досліджувалися:

- підхід до оцінювання динаміки змін функціонального стану (завдання визначення психофізіологічної надійності), що базується на вивченні найбільш інформативних фізіологічних корелятив, таких як показники серцево-судинної діяльності, дихання, біоелектричної активності мозку, шкірно-гальванічної реакції;

- підхід до оцінювання ступеня емоційних реакцій (оцінювалися параметри функції на відносно коротких проміжках часу, що практично виключало можливість застосування класичних методів кореляційного чи спектрального аналізу, які використовують принцип накопичення для підвищення точності в оцінюванні параметрів сигналів).

Досліджені підходи відрізняються від інших тим, що дають змогу робити висновки на підставі математичних алгоритмів (при цьому результати можуть обробляти як експерти, так і технічні засоби) та можуть бути покладені в основу реалізації цілісної методики у визначеній галузі знань.

УДК 519.85

ПРОЕКТУВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ АНТЕН КОЛОВОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ САНТИМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ

Н.М. Каращук¹, В.П. Манойлов²

¹ ЖВІ імені С. П. Корольова, м. Житомир

² Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир

Космічні системи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) відіграють все більш вагомую роль у ході проведення операції об'єднаних сил, оскільки мають ряд переваг порівняно із класичними видами розвідки. Тому питання підвищення ефективності роботи космічних систем ДЗЗ є актуальним. Покращення певних тактико-технічних характеристик наземних станцій приймання цільової інформації можна досягти зокрема шляхом удосконалення опромінювачів дзеркальних антен антенних систем цих станцій. До опромінювачів дзеркальних антен космічних систем ДЗЗ висувається ряд додаткових специфічних вимог, у першу чергу – масогабаритні обмеження, стійкість поляризації та необхідність мінімізації втрат потужності сигналу.

В ході проведеного дослідження було удосконалено методики розрахунку малогабаритних антен сантиметрового діапазону хвиль, які дозволяють забезпечувати проектування (синтез) опромінювачів дзеркальних антен наземних станцій зі зменшеними масогабаритними показниками, зниженим рівнем крос-поляризації, а також зменшеними втратами потужності сигналу. Пропонуються такі конструкції та удосконалені методики їх електродинамічного розрахунку: круглої рупорної антени колової поляризації з узгоджувальним пристроєм; рупорної антени колової поляризації із застосуванням випромінювача Вівальді. Перевагами спроектованих (синтезованих) антен є забезпечення узгодження в заданій смузі робочих частот, майже вісесиметричні діаграми спрямованості із зменшеним рівнем бокових пелюсток, маломасогабаритні показники, знижений рівень крос-поляризації до мінімуму.

Одержані результати доцільно використовувати для модернізації космічних систем ДЗЗ, наприклад, космічної системи ДЗЗ для передавання цільової інформації, яка працює в смугах частот 8,2–8,4 ГГц, 1,7–1,8 ГГц.

УДК 629.7.621.396

ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧА СИСТЕМА ПОВІТРЯНО-КОСМІЧНОГО ЗАХИСТУ

Д.В. Карлов, А.Я. Яцуценко, М.Ф. Пічугін, А.Д. Карлов, О.В. Коробецький

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба м. Харків

В сучасних умовах проведення швидкоплинних повітряно-наземних операцій при використанні гіперзвукових аеродинамічних і повітряно-космічних літальних апаратів значно зростають роль і вимоги до радіолокаційних систем різного призначення і до циклу їх бойового застосування. Система радіолокаційного озброєння повинна бути високоточною та виконувати завдання повітряно-космічного захисту.

В доповіді розглядаються алгоритми автоматичного функціонування для радіолокаційної станції (РЛС) різного базування з обробкою інформації на загальному пункті і оцінюється їх ефективність при марківській апроксимації процесу бойового застосування ударних комплексів від умовної ймовірності правильного виявлення радіосигналів і оцінювання координат та їх похідних. Особлива увага приділяється алгоритму прийняття рішення на застосування засобів знешкодження з використанням доопрацьованих існуючих засобів виявлення і знешкодження. Існуючі засоби виявлення необхідно перевести на цифрову обробку інформації з обов'язковим використанням новітніх технологій обробки при безпосередній оцінці байесового відношення правдоподібності. Основне завдання повітряно-космічного захисту буде виконано при своєчасному виявленні нальоту гіперзвукових цілей в зоні дії РЛС, формуванні інформації попередження та інформації цілевказання на засоби знешкодження. Розглядається варіант розміщення РЛС на аеростатах для виявлення крилатих ракет, що летять з огинанням рельєфу місцевості.

УДК 629.7.621.396

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ОРБІТАЛЬНОГО РАДІОЛОКАТОРА БІЧНОГО ОГЛЯДУ ПРИ РАДІОЕЛЕКТРОННОМУ ПОДАВЛЕННІ

Д.В. Карлов, А.Я. Яцуценко, М.Ф. Пічугін, І.М. Пічугін, М.В. Борцова, О.В. Коробецький

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків

Розглядається варіант створення орбітального радіолокатора бічного огляду шляхом використання обробки інформації на підставі енергетичної теорії виявлення радіолокаційних сигналів в умовах впливу активних маскувальних радіоперешкод шляхом використання енергетичного відношення правдоподібності як відношення щільності ймовірності розподілу сумарної енергії радіосигналу і шуму до щільності ймовірності розподілу енергії шуму по контрольованій зоні. Розрахунок розподілу нормованої енергії сумарного радіосигналу і шуму еквівалентний стисканню радіосигналу при амплітудній обробці радіосигналів. Енергія радіосигналу залежить від його амплітуди і тривалості і не залежить від фазового розподілу і закону зміни фази.

Сутність енергетичного підходу полягає у наступному. Обробка інформації здійснюється на радіочастоті (проміжній частоті). Після оцифрування випадкового процесу цифрові вибірки поступають по каналах зв'язку на засіб обробки інформації командного пункту, де розраховується енергетичне відношення правдоподібності на інтервалі часу, рівному тривалості зондування кожного елемента контрольованої зони. За розподілом енергетичного відношення правдоподібності на виході алгоритму обробки розпізнається характер об'єктів контрольованої зони.

Пропонується обробку оцифрованої на проміжній частоті інформації здійснювати на командному пункті, при чому обробка інформації може бути розпаралелена.

УДК 629.7

ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ З КОСМІЧНОГО АПАРАТУ "СІЧ-2М" В ІНТЕРЕСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Д.В. Карлов, Ю.В. Резников, С.В. Логачов

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба м. Харків

Аналіз ходу проведення антитерористичної операції на сході нашої країни свідчить про недостатню ефективність застосування інформації від аерокосмічних засобів розвідки в інтересах результативного висвітлення оперативної обстановки.

Пов'язане це, в першу чергу, з утрудненістю застосування пілотованих засобів розвідки через велику ймовірність втрат та недостатньою кількістю на озброєнні на даний час ефективних безпілотних засобів розвідки. З іншого боку, недостатньо повно використовуються технології обробки просторових даних.

Усунути наведений недолік можливо за рахунок використання даних іноземних космічних систем спостереження, що не завжди доцільно з економічних та політичних міркувань. Використання ж даних національного космічного апарату подвійного призначення типу Січ-2М в інтересах Збройних Сил ЗС України дозволить суттєво підвищити ефективність інформаційного забезпечення.

Досвід останніх локальних війн і збройних конфліктів свідчить, що можливості сучасних космічних систем видової розвідки та дистанційного зондування Землі дозволяють впевнено виконувати завдання розвідувального забезпечення не тільки стратегічного, але й оперативного та оперативно-тактичного рівнів, однак при цьому виникають питання, щодо оперативності та повної реалізації можливості цих систем.

За результатами проведених досліджень запропоновані шляхи підвищення ефективності використання космічних систем видового спостереження, в тому числі Січ-2М та вдосконалено алгоритми обробки здобуваної інформації.

УДК 004.932

ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ОБРОБКИ ДАНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Д.В. Карлов, С.І. Березіна, О.І. Солонець

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків

Сучасні моделі безпілотних літальних апаратів здатні забезпечувати оперативними даними з високою просторовою розрізненістю. При вирішенні бойових задач рух і вібрація знімальної апаратури та стохастичні збурення, викликані щільними шарами атмосфери, що призводять до значних випадкових перспективних спотворень на зображенні, спричиняють за собою необхідність отримувати знімки з великою надмірністю. Обробка великого обсягу даних потребує часові витрати, що приводить до зниження оперативності отримання розвідданих. Мета проведеного авторами дослідження полягала у створенні методики попереднього відбору даних для подальшої їх обробки. Проаналізовано методи автоматичної оцінки якості знімка для подальшого візуального дешифрування з урахуванням психофізичних аспектів зору. Однак ці методи не враховують інформативної насиченості знімка, та не забезпечують визначення ступеню дублювання території на серії знімків. Використання кореляційних методів визначення схожості знімків є недоцільним у зв'язку з випадковими значеннями елементів зовнішнього орієнтування під час зйомки, високотекстурними характеристиками природних об'єктів та схожістю кольорових значень. Гарний результат показало використання сегментних карт, які побудовані за допомогою аналізу поля фрактальних розмірностей. На підставі визначеного вектору параметрів сегментного ядра, який складався з характеристик форми, кольору, текстури та топології, приймалося рішення об ідентичності сцен двох знімків. Такий підхід забезпечує автоматичне зменшення об'єму даних для подальшої обробки і тим самим підвищення оперативності обробки даних отриманих з безпілотних літальних апаратів.

УДК 532.595

**БАГОТОЦІЛЬОВЕ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ТРУБОПРОВІД-РІДИНА
ТА ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНА СТІЙКІСТЬ ПРИ ШВИДКІСНІЙ ТЕЧІЇ РІДИНИ**В.В. Гавриленко, О.П. Ковальчук

Національний транспортний університет, м. Київ

Використання трубопроводів можна зустріти в багатьох сферах людського життя: трубопроводи використовуються в системах водопостачання, опотлення, технологічних прибираннях, різних конструкціях і спорудах, в автомобілях, в галузях машинобудування та техніці, енергетиці, промисловості, літакобудуванні та космічних технологіях. Однією з досить важливих задач науки є дослідження поведінки трубопроводу при швидкісній течії рідини в околі критичних швидкостей. Дослідження поведінки трубопроводів при перехідних режимах течії рідини в околі критичних швидкостей руху рідини є однією з досить важливих задач науки і техніки. Особлива увага приділяється поведінці системи при наближенні до критичних швидкостей течії, коли спостерігається втрата стійкості прямолінійної форми трубопроводу.

Маючи розроблені методи математичного моделювання, для вирішення проблеми гасіння коливань на даному етапі пов'язане з дослідження пасивного і активного гасіння небажаних коливань, що виникають в системах трубопроводів рідини під час експлуатації при перехідних режимах руху.

За рахунок вибору ефективних параметрів і місць розташування демпфуючих пристроїв, можливе активне демпфування коливань трубопроводів. Забезпечити ефективний режим експлуатації трубопроводів з рідиною, визначити ефективні методи демпфування коливань, дозволяє дослідження перехідних процесів динаміки трубопроводів. Результати які можна отримати в процесі цих досліджень можна застосовувати в різних галузях: космічній та авіаційній промисловості, енергетиці, транспортній промисловості, хімічному та нафтопереробному машинобудуванні.

УДК 520.82

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ НАНОСПУТНИКОВ
ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ТЕЛЕСКОПОВ С МАЛОЙ АПЕРТУРОЙ
(НА ПРИМЕРЕ КА ARKYD 6A)

А.М. Кожухов¹, С.В. Рыщенко¹, Т.А. Дементьев¹, В.П. Епишев², И.И. Мотрунич²,
И.Ф. Нойбауэр², В.М. Периг², С.Л. Янчевский³, Д.М. Кожухов³, О.Н. Пискун³

¹ ЦПОСИ КНП НЦУИКС, с. Залесцы

² Ужгородский национальный университет, Ужгород

³ Национальный центр управления и испытаний космических средств, Киев

На сегодня существует тенденция по резкому увеличению количества запускаемых и планируемых к запуску на низкую околоземную орбиту малых космических аппаратов (КА), в особенности массой от 1 до 10 кг (т.н. «наноспутников»).

Такие КА имеют малые размеры, но на сегодняшний день уже обладают достаточно высокой функциональностью, позволяющей использовать их в качестве замены более крупных КА.

Однако, в виду малых размеров таких КА, существует проблема контроля их состояния в случае потери с ними связи или возникновения иных нештатных ситуаций. Особенно актуальна такая задача для экспериментальных КА – демонстраторов технологий.

В докладе представлены результаты наблюдений КА ARKYD 6A, которые были проведены в мае 2018 года при помощи 30-см телескопа квантово-оптической станции (КОС) «Сажень-С» Центра приема и обработки специальной информации и контроля навигационного поля Национального центра управления и испытаний космических средств.

УДК 629.783

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ
ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИА.М. Козуб¹, Р.В. Радзівський²¹ Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, м. Київ² Національний центр управління та випробування космічних засобів, м. Київ

У провідних країнах світу реалізується комплекс цільових програм, які спрямовані на реформування збройних сил і переобладнання їх у відповідності до вимог, що визначені концепціями їх розвитку. Зокрема, в перспективній розбудові збройних сил США та інших країн передбачається широке використання систем супутникового зв'язку для безпілотних систем повітряно-космічного, сухопутного та морського базування.

Значну частину вартості наявної лінійки безпілотних систем складає закупівля діапазону частот супутникового зв'язку шляхом комерційної оренди у провайдера (DATAGROUP). Діапазони частот супутникового зв'язку, які використовується для підтримки безпілотних комплексів, були закуплені у одного провайдера. МО України може значно знизити витрати у майбутньому, якщо об'єднає закупівлі частот супутникового зв'язку для більшої кількості безпілотних комплексів і буде мати національну систему супутникового зв'язку, в якій сектор безпеки і оборони мав би свою частку.

Використання спільної інфраструктури, включаючи сумісні протоколи зв'язку, дозволить забезпечити розподіл діапазону частот супутникового зв'язку та потенційно зменшити загальну вартість. Крім того, структура укладання майбутніх угод про надання послуг супутникового зв'язку дозволить гнучко реагувати на можливі зміни обстановки під час виконання військових операцій.

Крім ефективної комерційної оренди, загальна вартість діапазону частот супутникового зв'язку може бути зменшена завдяки використанню перспективного КА зв'язку Либідь-2, вимоги до якого необхідно розробити МО України сумісно з іншими силовими структурами держави (у зв'язку з форс-мажорними обставинами використання комерційного КА Либідь).

Пропонується створення стаціонарної та рухомої наземної центральної станції супутникового зв'язку (НУВ) Збройних Сил України, що вирішить зазначені проблемні питання використання супутникового зв'язку для застосування безпілотних систем в інтересах збройних сил.

Для альтернативи необхідно передбачити можливість використання комерційних та військових діапазонів частот супутникового зв'язку для дуплексних радіостанцій безпілотних комплексів поза зоною радіовидимості. Це дозволить забезпечити оперативну гнучкість та використання наявних ресурсів Збройних Сил України.

Якщо військові підрозділи використовують послуги комерційного супутникового зв'язку, потрібно ретельно зважити усі «плюси та мінуси» можливих ризиків для проведення військових операцій. Програми з розроблення безпілотних систем повинні не суперечити зі стратегією або положенням з управління потенційними ризиками у випадку використання військового супутникового зв'язку іноземних держав. Основні компоненти стратегії використання систем супутникового зв'язку для безпілотних систем повинні включати потреби, потенційні оперативні ризики за усіма виявленими оперативними сценаріями, та оптимальний баланс між рентабельністю та можливими ризиками.

Таким чином, для організації зв'язку з безпілотними системами необхідна оптимальна архітектура сучасних військових систем супутникового зв'язку, яка повинна включати як спеціалізовані КА військового зв'язку, так і канали, орендовані у комерційних операторів. Також можуть застосовуватися окремі ретранслятори в інтересах військових користувачів на комерційних супутниках зв'язку, як додаткове навантаження.

УДК 681.375

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СТИКУВАННЯ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ

О.В. Коломійцев¹, О.В. Кулешов¹, С.І. Клівець¹, В.В. Пустоваров²

¹ Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків

² Харківське представництво генерального замовника – Державного космічного агентства України, м. Харків

Сучасний розвиток космічних польотів висвітлює проблему надання допомоги в космосі. Питання їх безпеки завжди знаходяться в центрі уваги вчених і інженерів, що створюють космічні апарати (КА).

КА і його системи піддаються ретельній експериментальній перевірці на Землі в спеціальних установках, що максимально імітують умови космічного польоту. У комплекс бортових систем обладнання КА, закладається принцип резервування систем, приладів, окремих елементів. Проте, незважаючи на усі заходи, що вживаються, польоти в космосі залишаються далеко не безпечною справою. Стикування, це одна з найбільш складних і відповідальних технічних операцій, які проводяться в космосі. Для того, щоб зістикувати разом два КА, необхідно їх заздалегідь зблизити, причому дуже акуратно з малою швидкістю особливо на кінцевій ділянці, щоб виключити зіткнення один з одним.

В доповіді розкривається процес зближення КА, а також проведений аналіз проблем та фактів драм на орбіті і землі під час стикування КА. Визначено, що операції стикування КА в автоматичному режимі проходили не завжди гладко, тому – використовувався ще й ручний режим за допомогою системи телеоператорного режиму управління, тощо.

За результатами проведених досліджень розроблені пропозиції щодо підвищення точності стикування КА за рахунок використання лазерного багатомодового випромінювання в системі зближуватися і стикуватися.

МОНІТОРИНГ ГЕОФІЗИЧНОЇ ОБСТАНОВКИ В МІСЦЯХ ДИСЛОКАЦІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗС УКРАЇНИ

І.В. Корнієнко, О.І. Лящук, Ю.А. Андрущенко

Головний центр спеціального контролю, м. Городок

Сейсмоактивні зони оточують Україну на південному заході і півдні. Це Закарпатська, зона Вранча, Кримсько-Чорноморська та Південно-Азовська, хоча географія їх, останнім часом, значно розширюється. Багаторічний видобуток корисних копалин, будівництво великих водосховищ призводять до посилення тектонічної активності, виникнення обвальних та штучних землетрусів. В таких умовах актуальним є питання геофізичного моніторингу місць дислокації військовослужбовців ЗС України, в тому числі, які приймають участь у міжнародних операціях з підтримання миру і безпеки.

На базі Головного центру спеціального контролю створено Національний центр даних Національної системи сейсмічних спостережень України, який здійснює оперативне та методичне керівництво роботою сил і засобів, приймання, редагування, накопичення, обробку геофізичних даних та комплексний аналіз результатів обробки у реальному масштабі часу. Центр має розгалужену мережу спостережень, а інформаційно-технічна взаємодія з міжнародними центрами та банками даних значно розширює його можливості в питаннях геофізичного моніторингу території України та поза її межами. Результати обробки даних в формалізованому вигляді оперативно надаються до ряду установ Міністерства оборони України. Отримана інформація дає змогу оперативно скоригувати плани та прийняти рішення при виникненні природних або техногенних катастроф, які можуть вплинути на виконання завдань за призначенням військових підрозділів.

В доповіді представлені результати багаторічних геофізичних спостережень території України та Земної кулі, а також подальші напрямки застосування засобів центру для потреб ЗСУ.

ОРГАНІЗАЦІЯ ОБ'ЄДНАНОГО ПУНКТУ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ КОНТРОЛЮ КОСМІЧНОЇ ПОГОДИ ТА ПІДСУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ

І.В. Корнієнко, О.І. Лящук, Ю.А. Андрущенко

Головний центр спеціального контролю, м. Городок

Під терміном «космічна погода» зазвичай розуміється сукупність явищ на Сонці, навколоземному космічному просторі і міжпланетному середовищі, які мають вплив на Землю, зокрема на магнітосферу, іоносферу і атмосферу Землі. Вона впливає на космічні засоби, системи навігації та зв'язку, лінії електрозв'язку, трубопроводи, чутливе електронне обладнання та становить загрозу для здоров'я людей. Щорічні збитки від космічної погоди в країнах ЄС, за оцінками Європейського космічного агентства, складають близько 13 млрд. євро, а в разі катастрофічно сильної події очікувані збитки за оцінками Ради науково-технологічних закладів Великої Британії перевищать 80 млрд. євро. У 2016 році Комітет ООН з використання космосу в мирних цілях ухвалив 7 пріоритетів розвитку космічних досліджень в світі в рамках процесу UNISPACE+50, як елементу Глобальної програми стійкого розвитку людства до 2030 року. Одним з цих пріоритетів є створення міжнародної структури сервісів з космічної погоди.

В ГЦСК функціонує Національний центр даних (НЦД) з розгалуженою інфраструктурою та зв'язками з іншими національними і міжнародними центрами. В рамках міжнародних угод та проєктів існує доступ до геофізичних даних по всій Земній кулі. Із отриманням Центром нових (додаткових) задач та організацією об'єднаного пункту управління (ОПУ), діапазон даних може бути розширено та включено до загальної обробки. Досвід обробки безперервної геофізичної цифрової інформації в НЦД – більше 20 років.

На території України є ряд засобів для моніторингу стану космічної погоди, які знаходяться в розпорядженні різних установ та організацій, тому постає питання їх збору та комплексної обробки. Переважна частина інфраструктури для розгортання ОПУ вже наявна в центрі, вона включає в себе виділені канали зв'язку, резервне живлення, обчислювальну техніку та оперативний персонал. Додаткові переваги розташування ОПУ саме в ГЦСК полягають в тому, що центр вже обробляє близьку за змістом інформацію щодо геофізичної активності, має власні територіально рознесені наземні засоби моніторингу космічної погоди та підготовлених спеціалістів з геофізики.

Наявна мережа з НЦД, при отриманні додаткових даних з інших установ та відомств також може бути використана у якості підсупутникової системи для забезпечення верифікації та валідації даних космічних експериментів з дослідження іоносфери.

УДК 528.8.04

УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО МОНІТОРИНГУ ПОСІВІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

С.С. Кохан

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Вступ і постановка проблеми. Питання розвитку аграрного сектору економіки виступає не лише важливою соціально-економічною проблемою, але й відноситься до питань продовольчої безпеки держави. Поряд з цим продуктивний розвиток сільськогосподарського виробництва можливий лише за впровадження сучасних технологій збору та оброблення даних. Використання різнорідних геопросторових даних, у тому числі даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у сільському господарстві та галузі рослинництва зокрема, пов'язане в першу чергу з необхідністю забезпечення моніторингу стану посівів. З цією метою застосування даних ДЗЗ на основі сенсорів космічного, авіаційного та наземного базування передбачає формування часового ряду та оптимізацію підходів до попереднього оброблення різнорідних даних.

Основна частина. Використання даних космічних зйомок залишається пріоритетом за базового рівня моніторингу посівів (у межах адміністративного району), а також регіонального та національного рівнів, маючи на меті моніторинг ряду біометричних і біофізичних параметрів рослинності. Проведення досліджень у межах тестових полігонів також передбачає визначення структурних характеристик посівів, кількості рослин на одиницю площі, локалізацію та видовий склад бур'янів тощо. Зазвичай при цьому широко застосовують безпілотні літальні апарати (БПЛА) з багатоспектральними і гіперспектральними камерами.

Висновки. Результати останніх досліджень засвідчили необхідність застосувань додаткових доступних джерел даних ДЗЗ для оперативного моніторингу стану посівів. Набори даних для геопросторового аналізу, одержані на основі наносупутників PlanetScope, що виконують зйомку двічі-тричі на день з достатньо високим просторовим розрізненням, виступають унікальним і достовірним джерелом даних, які можуть використовуватись у часовому ряду.

УДК 666.651

СТВОРЕННЯ НОВИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ НАДВИСОКОЧАСТОТНОЇ ТЕХНІКИ

Г.В. Лісачук, А.В. Захаров, А.П. Гребенюк

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Створення нових радіопрозорих матеріалів (РПМ) з новими електрофізичними властивостями в значній мірі визначає науково-технічний прогрес в космічній, аерокосмічній, електронній техніці та радіоелектроніці. Існуючі в наш час РПМ відповідають вимогам виробників за електродинамічними характеристиками, але за комплексом експлуатаційних властивостей не задовольняють виробників аерокосмічної та військової ракетної техніки.

Перспективним напрямком отримання керамічних РПМ є використання кераміки на основі алюмосилікату стронцію (славсоніту). Матеріали, що містять переважну кількість цієї фази, характеризуються комплексом високих функціональних і експлуатаційних властивостей та можуть знайти використання при виготовленні захисних елементів радіотехнічних систем літальних апаратів та установок наземного керування.

Практичне значення одержаних результатів для авіаційної та ракетної галузей полягає у створенні на основі системи $\text{SrO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ керамічних РПМ для ракетної техніки, авіаційної та електронної промисловості. Встановлено технологічні параметри отримання керамічних матеріалів, що задовольняють вимогам ГОСТ 20419-83 та характеризуються наступними властивостями: діелектрична проникність $\epsilon = 3,67..5,26$; тангенс кута діелектричних втрат $\text{tg}\delta = 0,0073..0,0122$ (при 26 – 37,5 ГГц); водопоглинання – 0,08%..0,13%; уявна густина – 2880..2960 кг/м³; межа міцності при згині – 62,4..72,3 МПа; об'ємний опір – 0,11..5,9 · 10¹⁴ (Ом·см); максимальна температура експлуатації 1200..1500 °С.

За результатами випробувань розроблені матеріали придатні для використання в пристроях захисту радіоелектронної апаратури.

УДК 327.355:550.3

**ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОФІЗИЧНОЇ МЕРЖІ ГОЛОВНОГО ЦЕНТРУ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ
ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ****О.І. Лящук, І.В. Толчонов, І.В. Корнієнко, Ю.А. Андрущенко, О.М. Ковтун**

Головний центр спеціального контролю, м. Городок

Головний центр спеціального контролю НЦУВКЗ ДКА України виконує функції Національного центру даних Національної системи сейсмічних спостережень та підвищення безпеки проживання населення у сейсмонебезпечних регіонах, Національного центру даних Міжнародної системи моніторингу Організації Договору про всеосяжну заборону ядерних випробувань та проводить контроль технічними засобами за сейсмічною та радіаційною обстановкою, а також здійснює інфразвукові, геомагнітні та радіотехнічні спостереження. Основною метою діяльності ГЦСК є:

- виконання заходів Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми України та інших державних цільових науково-технічних програм, у тому числі в інтересах національної безпеки та оборони;
- виконання міжнародних зобов'язань України по контролю за дотриманням договорів про заборону ядерних випробувань;
- контроль за сейсмічною, радіаційною обстановкою та геофізичними явищами, щореєструються засобами ГЦСК;
- оперативне та достовірне забезпечення інформацією центральних органів державної влади, що здійснюють повноваження у сфері національної безпеки і оборони та інших зацікавлених міністерств та відомств.

В доповіді буде представлено приклади практичної реалізації цих завдань.

УДК

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА АНАЛІЗУ КОСМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ, ДІЙСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

С.А. Мамрай, О.Л. Павловський

Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Світовою тенденцією створення системи контролю та аналізу космічного простору (СКАКО) є її позиціонування як інформаційної системи стратегічного рівня. Призначення системи - збір, обробки та аналіз даних про стан космічної обстановки, підготовки і надання споживачам різного рівня даних про космічні об'єкти, стан і тенденції розвитку космічної обстановки.

Основним аналітичним підрозділом СКАКО є Центр контролю космічного простору (ЦККП), який створений у 2016 році та територіально розташований на базі Західного центру радіотехнічного спостереження м. Мукачево.

Завдяки розгалуженій мережі власних засобів спостереження ЦККП забезпечує щоденне уточнення координатної інформації та періодичне отримання некоординатної інформації по космічному угрупованню РФ та іншим пріоритетним КА. Власна мережа оптичних засобів дозволяє отримувати важливу некоординатну інформацію - інтерпретацію фотометричних вимірювань.

Основним напрямком подальшого розвитку СКАКО є модернізація існуючих та розробка і впровадження новітніх зразків засобів спостереження з метою отримання власної координатної та некоординатної інформації і ведення власного каталогу космічних об'єктів.

Функціонування та подальший системний розвиток СКАКО можливий за умови розуміння важливості системи для забезпечення національної безпеки та оборони яка потребує спільних дій та зусиль всіх силових відомств України та державних установ.

УДК 533.93:533.951.2:536.6

ТЕЛЕДІАГНОСТИКА ГЕТЕРОГЕННИХ ПЛАЗМОВИХ УТВОРЕНЬ В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ ТА КОСМОСІ ШЛЯХОМ МОНІТОРИНГУ ЇХ ГАЛЬМІВНОГО РАДІОЧАСТОТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗАСОБАМИ НАЗЕМНОГО БАЗУВАННЯ

В.І. Маренков

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова (ОНУ), м. Одеса

Гетерогенні плазмові утворення (ГПУ) в земній атмосфері та космосі виникають внаслідок взаємодії газової плазми та розпорошеної в її об'ємі підсистеми макрочастинок (МЧ) конденсованої дисперсної фази, які в динамічному режимі обмінюються електронами. Із-за значного розходження у масах електронів та іонів газової фази і МЧ, такий обмін кожного моменту часу в областях локальної термодинамічної рівноваги (ЛТР) ГПУ супроводжується прискоренням рухом електронів та випромінюванням електромагнітних хвиль – гальмівною радіацією плазми (ГРП). Для плазми продуктів згоряння, зокрема ракетних двигунів на твердому пальному, гальмівне випромінювання електронного компоненту плазми з МЧ належить дециметровому діапазону довжин хвиль. Інтегральний радіосигнал плазмового утворення зазвичай характеризується широким спектром радіохвиль, які у системі центру мас ГПУ, генеруються також і більш важкими структурними елементами плазмової системи. Самоузгоджене електромагнітне поле в об'ємі ГПУ, де власне і породжується ГРП, несе в собі у «закодованому» виді інформацію, щодо компонентного складу, температури та загального рівня іонізації ГПУ, а саме – відносно розміру, концентрації, сорту та заряду наночастинок, які утворюються в факелі плазми продуктів згоряння ракетного двигуна. Вирішення зворотної проблеми щодо відносних парціальних складових амплітудно-частотної функції (АЧФ) потужності ГРП для окремих підмножин вільних зарядів плазмової системи, і які для певного моменту часу мають однакові прискорення в об'ємі ГПУ, та їх усереднення за статистичним ансамблем чарунок квазінейтральності, надає можливість, у рамках запропонованого підходу, незводжувальну проблему взаємодії мікрополів та зарядів перевести в ранг вирішення системи рівнянь збереження та кінетики ГПУ, у якій незалежні визначальні параметри плазми представлено у виді трансцендентних функцій відносних парціальних інтенсивностей сигналу гальмівної радіації на окремих частотах, доступних експериментальному виміру, із використанням засобів наземного базування.

У кінцевому підсумку, із залученням методів комп'ютерної симуляції і моделювання, підхід дозволяє вирішити головну проблему теледіагностики – визначення типу та класу працюючого ракетного двигуна за визначальними характеристикам АЧФ його факелу в радіочастотному діапазоні.

УДК 621.371

ДОСЛІДЖЕННЯ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЧАСТОТИ ТА ШКАЛИ ЧАСУ КОРИСТУВАЧІВ ЦПОСІ ТА КНП З ВТОРИННИМ ЕТАЛОНОМ ОДИНИЦЬ ЧАСУ ТА ЧАСТОТИ УКРАЇНИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ РТР IEEE1588V2

М.С. Медіна

ЦПОСІ КНП НЦУВКЗ, м. Дунаївці

На даний час в ЦПОСІ та КНП спільно з ДП Укрметртестстандарт проводяться дослідження по забезпеченню часовою прив'язкою місцевої шкали часу до національної шкали часу від вторинного еталону частоти та часу України.

Отримані результати показують можливість використання обладнання для синхронізації по протоколу РТР. Кінцеве обладнання дозволяє отримати код часу, сигнали синхронізації 1PPS та опорну частоту. Разом з тим, слід відмітити необхідність постійного моніторингу каналу зв'язку та можливість часової прив'язки від навігаційного приймача у разі пошкодження каналу зв'язку.

Результати досліджень підтвердили можливість отримання споживачами ЦПОСІ та КНП високостабільних сигналів частоти та шкали часу від вторинного еталону частоти та часу з використанням мережевого протоколу РТР.

Новизна роботи полягає в тому, що проведено комплексне дослідження часо-частотного забезпечення користувачів сигналами синхронізації частоти та часу з використанням мережевого протоколу РТР, які формуються на основі національної шкали часу UTC(UA).

УДК 520.88

ОСОБЕННОСТИ ОПТИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ
НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ,
ОБУСЛОВЛЕННЫЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЕМ ПУНКТА НАБЛЮДЕНИЯ

В.В. Онисько¹, Д.М. Кожухов¹, О.Н. Пискун¹, О.Н. Илючок¹, А.М. Кожухов², С.В. Рыщенко²,
Т.А. Дементьев², С.С. Москаленко³, С.Н. Корниевский³, Н.И. Кошкин⁴, С.Л. Страхова⁴

¹ Национальный центр управления и испытания космических средств, г. Киев

² ЦПОСИ КНП НЦУИКС, с. Залесцы

³ ЗЦРН НЦУИКС, г. Мукачево

⁴ НИИ «Одесская астрономическая обсерватория» Одесского национального университета им. И.И. Мечникова,
г. Одесса

Проведено имитационное моделирование наблюдаемости низкоорбитальных космических объектов (НОКО) оптическими наблюдательными средствами в зависимости от их географического положения и времени года.

В качестве исходных данных для моделирования были взяты орбиты НОКО из открытого каталога околоземных космических объектов Объединенного центра космических операций Стратегического командования США. Дополнительно показаны особенности распределения НОКО данного каталога в пространстве параметров орбиты.

Результаты моделирования позволили обнаружить дополнительные зависимости наблюдаемости НОКО от места расположения оптического средства, кроме общеизвестных, особенно для средств наблюдения, расположенных около экватора.

Полученные результаты и методики моделирования могут быть в дальнейшем использованы при планировании размещения новых оптических средств.

УДК 535.5: 621.38

КОНТРОЛЬ АЕРОЗОЛЕЙ СТРАТОСФЕРНОГО ШАРУ ЗЕМНОЇ АТМОСФЕРИ

А.П. Відмаченко¹, П.В. Невадовский¹, М.Д. Гераїмчук², О.В. Івахів³, О.В. Збруцький², Ю.Б. Гіряк³

¹ Головна обсерваторія НАН України, м. Київ

² Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського, м. Київ

³ Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Відомо, що однією з причин змін клімату на Землі є зміна стратосферного аерозолю. Стратосферний аерозоль приймає участь в формуванні теплового режиму і озонового шару. Однак його роль ще не достатньо повно вивчена. В роботі розглядається розроблений мікро ультрафіолетовий поляриметр для контролювання змін стратосферних аерозолів, які впливають на глобальний і локальний клімат Землі (див. рис.).

Ультрафіолетовий поляриметр містить фотодавач з обертовою головкою поляризації з можливістю зміни кута поляризації для збирання даних в більш широкій смузі пропускання. Вихідний сигнал формується у вигляді імпульсів тривалістю 20 нс і частотою надходження 10 МГц. Для контролювання температурного режиму прилад укомплектовано термосенсорами, а також системою керування. Розроблений поляриметр призначений для дистанційного сканування фізичних параметрів аерозолю при спостереженні верхніх шарів атмосфери з використанням груп штучних супутників Землі.



УДК 520.826

РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГУ НАВКОЛОЗЕМНОГО КОСМІЧНОГО ПРОСТОРУ
В ЛАБОРАТОРІЇ КОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УЖНУВ.П. Єпішев, В.М. Періг

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

В Лабораторії космічних досліджень (ЛКД) УжНУ створений апаратний комплекс позиційних і фотометричних спостережень в оптичному діапазоні ШСЗ, які перебувають на висотах від 350 км і до геостаціонарної орбіти (ГО). Ведучі пристрої для фотометрії низькоорбітальних космічних апаратів (КА) – супутникова камера АФУ-75 і телескоп ТПЛ-1М, а для геостаціонарних об'єктів (ГСО) – телескопи «Takahashi BRC-250 M» та «ЧВ-400».

Комплекс забезпечує роздільну здатність визначення орбітального положення ГСО $\leq 1''$. Реєстрація блиску КА фіксується з експозицією ≤ 1 сек. Відповідно, період коливних рухів КА визначається з точністю до ± 0.1 сек. Комплекс забезпечує реєстрацію блиску об'єктів в трьох спектральних смугах: В, V, R системи Джонсона. В ЛКД розроблені методики інтерпретації отриманих даних, з метою їх ідентифікації в інтересах національної безпеки.

Комплексні спостереження КА «Луч-Олімп» з Ужгорода і Одеси показали, що всі його переміщення вздовж геостаціонарної орбіти були пов'язані із зміною глобальних зон «зацікавлення» політичного керівництва РФ та проведенням радіотехнічної розвідки іноземних КА.

За останні 2.5 роки в ЛКД виконано понад 220 фотометричних проведок ШСЗ різноманітного призначення, в тому числі і розвідувальних. В результаті встановлено вихід з ладу супутників «Ресурс-ДК1», «Кондор-1», «Казахсат-1» та інших. Виявлено наявність рухомих об'єктів на ШСЗ системи «Персона» та скануючі з періодом Р=82÷85 сек радіоантени на об'єктах системи «Лотос». Встановлена поверхнева подібність до ШСЗ «Персона» та характер поведінки на орбіті супутника «Нівелір».

Технічним і оптичним засобам ЛКД також під силу відслідковувати небезпечні зближення з Землею невеликих астероїдів, блиск яких не перевищує 17-18 зоряну величину, що дозволяє нам приймати участь і в міжнародних програмах моніторингу навколоземного простору.

СТВОРЕННЯ РАДІОТЕЛЕСКОПУ РТ-32 НА БАЗІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ MARK-4B. ВІДРОДЖЕННЯ НАЗЕМНОЇ КОСМІЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

В.І. Присяжний¹, А.В. Поіхало¹, В.В. Войтюк¹, В.В. Захаренко², О.М. Ульянов², О.М. Резніченко²,
А.В. Антофеев², А.М. Корольов², А.П. Удовенко², А.М. Патока², В.В. Чміль³, О.М. Пилипенко³

¹ Національний центр управління та випробувань космічних засобів, м. Київ

² Радіоастрономічний інститут НАН України, м. Харків

³ Приватне акціонерне товариство «Науково-виробниче підприємство «Сатурн», м. Київ

Україна була, є і буде космічною державою. Однак у зв'язку з втратою частини наземної космічної інфраструктури в Криму перед космічною промисловістю та науковими організаціями України з 2014 року гостро стоїть питання відродження та створення нової наземної космічної інфраструктури. У зв'язку з цим найбільш перспективним об'єктом для створення такої інфраструктури є комплекс телекомунікаційних антенних систем MARK-4B і КТНА-200, який розташований поблизу м. Золочів, Львівської області. Проведені експертні оцінки показали, що найбільш доцільною, на першому етапі переходу телекомунікаційних антен в режим роботи радіотелескопу, є модернізація 32-метрової антенної системи MARK-4B, яка має контррефлектор касегренового типу і променеводний опромінювач. Зазначена антенна система створена японською фірмою NEC в 1987 році. Наразі у світі існують проекти (Нова Зеландія, Африканський континент) які пов'язані з модернізацією подібних антен за результатами якої створені радіотелескопи. Антени такого типу використовуються NASA для підтримки далеких космічних місій, а деякі країни тільки приступають до розробки таких антен. Основною метою модернізації української антенної системи MARK-4B є можливість подальшого використання її в якості радіотелескопу, який буде працювати в P, L, S, C, X і K діапазонах радіохвиль, а також в системі європейського і світового інтерферометра з наддовгими базами (РНДБ). Наявність двох антен (діаметром 32 і 25 метрів) з невеликим просторовим рознесенням дозволить перерозподілити вищеперелічені діапазони між цими двома антенами. Можливо, що в подальшому одна з них буде оснащена передавачем. Вони також можуть використовуватися як у складі РНДБ-мережі, так і в якості незалежних радіотелескопів. Майбутнім радіотелескопом РТ-32 можуть вирішуватися завдання спостереження як континуальних джерел випромінювання (Сонце, активні ядра галактик тощо), так і проводиться спостереження мазерів, лінії нейтрального водню, а також імпульсних джерел випромінювання (пульсари, магнитари, радіо-транзієнти).

У теперішній час Україна має потужний радіоастрономічний потенціал в дециметровому і метровому діапазонах. Відновлення можливості проведення радіоастрономічних спостережень в дециметровому та сантиметровому діапазонах поверне Україні можливість участі у багатьох міжнародних наукових космічних програмах.

УДК 629.7

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
ІСНУЮЧОЇ НАЗЕМНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УПРАВЛІННЯ І ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ
З ПЕРСПЕКТИВНИХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Ю.В. Рєзников, О.В. Воробйов, О.І. Солонець

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків

В умовах тимчасової окупації Автономної республіки Крим існуюча на Україні наземна інфраструктура управління і отримання космічної інформації практично зруйнована. У зв'язку з цим наново створено Національний центр управління та випробувань космічних засобів, а існуюча на даний час наземна інфраструктура управління і отримання космічної інформації потребує дослідження напрямків підвищення ефективності її використання та удосконалення із врахуванням однопунктної технології управління, а також необхідні дослідження щодо перспективної наземної інфраструктури управління вітчизняними космічними апаратами.

У зв'язку з вищесказаним, фахівцями Харківського національного університету Повітряних Сил запропоновано методика, що дозволяє для однопунктної технології управління космічними апаратами (КА) визначити оптимальну кількість витків радіоконтролю орбіти, при якому, з одного боку забезпечується сумісний мінімум методичної і випадкової складових похибки розв'язання задачі уточнення параметрів руху КА, а з іншого боку здійснюється мінімізація сеансів зв'язку, що забезпечують процес управління КА. Показано, що отриманої точності визначення параметрів руху КА достатньо для вирішення завдань виходу КА в заданий район, але не достатньо для використання інформації КА в якості цілевказівок засобам ураження в режимі реального часу. Запропоновано методи досягнення заданої точності визначення параметрів руху КА на основі глобальних супутникових навігаційних систем.

УДК 629.7

ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ ЦЕНТРУ УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТАМИ ВІТЧИЗНЯНИХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ

В.А. Суходольський, О.М. Волобуєв

Національний центр управління та випробувань космічних засобів, м. Київ

Підвищення ефективності функціонування системи управління перспективними вітчизняними КА є актуальною задачею, що потребує системного підходу до впровадження сучасних технічних рішень під час створення центру управління польотами КА.

Світовий досвід створення ЦУП КА, зокрема досвід компанії SSTL (Великобританія) та Elecnor (Іспанія), вказує на доцільність впровадження нових технічних рішень при розгортанні ЦУП вітчизняними КА, зокрема об'єднання в одні підсистемі функцій підсистеми управління супутником (ПУС) та підсистеми інформаційного супроводу операцій управління (ПІСОУ), а також використання експлуатаційного симулятора КА, під час підготовки до проведення сеансів управління.

Національний центр управління та випробувань космічних засобів приймає участь у заходах зі створення ЦУП КА "Січ-2-1", "Мікросат-М".

В доповіді представлені результати наукових досліджень щодо впровадження сучасних технічних рішень під час створення ЦУП вітчизняних КА.

Об'єднання в одні підсистемі функцій ПУС та ПІСОУ дозволить зменшити витрати на експлуатацію ЦУП КА за рахунок оптимізації кількості персоналу задіяного в процесі управління КА.

Використання експлуатаційного симулятора КА дозволить підвищити надійність управління КА шляхом моделювання роботи бортових систем КА та відпрацювання командно-програмної інформації на ньому перед передачею на борт КА, а також шляхом підготовки персоналу ЦУП до проведення сеансів управління на засобах симулятора.

Впровадження зазначених технічних рішень під час створення ЦУП вітчизняних КА дозволить підвищити ефективність і надійність управління космічними апаратами.

УДК 004.9:61

СТВОРЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ БІООБ'ЄКТІВ
НА ПРИНЦИПАХ ФОТОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Н.В. Тітова

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Україна є аграрно-промисловою країною з виходами в акваторії Азовського та Чорного морів та великою кількістю річок та озер. Згідно даних Державної служби статистики України вилов водних біоресурсів склав: 2000 рік – 350 тис.т, 2010 рік – 218 тис.т, 2017 – 92 тис.т. Ситуація катастрофічна. Тому потрібно не тільки охороняти біоресурси, але й відновлювати. Штучне відтворення риб (аквакультура) забезпечує не тільки збереження і збільшення рибних запасів, а й поліпшення структури біогідроценозів і більш раціональне використання продукційних можливостей водойм. Слід зазначити, що освітлення виконує важливу роль в розвитку ікри та самих риб. Автори робіт [1, 2] досліджували вплив оптичного випромінювання на різні види та елементи технології аквакультури осетрових риб в залежності від фізичних характеристик фактору, який здійснює вплив (поляризації, когерентності, модуляції, дози, спектрального діапазону). Вплив здійснювали монохроматичним лінійно-поляризованим випромінюванням лазерних джерел: напівпровідниковий лазер інфрачервоної області спектра, $\lambda=808$ нм, напівширина спектра $\Delta\lambda=3$ нм, безперервний і модульований режими; напівпровідниковий лазер червоної області спектра, $\lambda=670$ нм, $\Delta\lambda=2$ нм. Отримані результати дозволяють зробити висновок щодо здатності оптичного випромінювання підвищувати якість статевих продуктів. Це стосується як поляризованого, так і неполяризованого світла, але більш виражений фотобіологічний ефект при однаковому енергетичному навантаженні викликає світло з лінійною поляризацією.

1. В.Ю. Плавский, Г.Р. Мостовникова, Н.В. Барулин, Л.Г. Плавская и др. Биологическое и терапевтическое действие оптического излучения низкой интенсивности / Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі № 1 2014 Серія фізіка-матэматычных навук. – 2014. – №1. – С.82-97.

2. Лазерно-оптические приборы для повышения эффективности инкубации икры радужной форели и стерляди в рыбоводных промышленных комплексах / М.С.Лиман, Н.В.Барулин, В.Ю.Плавский // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси – Минск – 2016. – №32. – С.121-134.

УДК 520+521.3

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОРБІТ ШСЗ ТА АНАЛІЗ ПОХИБОК СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ АСТРОДИНАМІЧНОЇ БІБЛІОТЕКИ KORBESTLIB

Л.С. Шахун

Астрономічна обсерваторія Одеського національного університету ім. І.І. Мечнікова, м. Одеса

Починаючи з 4 жовтня 1957 року кількість об'єктів навколо земної орбіти неухильно зростає. Це призводить до стрімкого росту ймовірності зіткнень ШСЗ між собою та космічним сміттям. Прогнозування зіткнень та корегування орбіт активних супутників потребує постійного моніторингу навколоземного простору. Процес моніторингу складається з виконання спостережень, обчислення орбіт об'єктів та оцінки точності прогнозу. Якість прогнозу положень ШСЗ визначається точністю спостережень та моделей руху супутника.

У астрономічній обсерваторії Одеського національного університету ім. І.І. Мечнікова розробляється астродинамічна бібліотека Kotlin Orbit Estimation Library (KOrbEstLib). KOrbEstLib використовує вільну низькорівневу астродинамічну бібліотеку OrbitExtrapolationKit (Orekit: www.orekit.org) з відкритим кодом для інтегрування рівнянь руху перетворень систем координат. KOrbEstLib розширює засоби Orekit для оцінки параметрів моделей руху супутника за оптичними спостереженнями. Забезпечує алгоритмами доступу до даних спостережень, описів моделей руху та формування прогнозів положень супутника.

В теперішній час в Україні виконуються оптичні спостереження космічних об'єктів (КО) Українською мережею оптичних спостерігачів (УМОС) та радіоспостереження активних супутників. У роботі наведено аналіз систематичних та випадкових похибок вимірювань в порівнянні з високоточними апіорними орбітами та апроксимаційними орбітами на основі самих спостережень. Аналізуються супутники на низьких, середніх та геосинхронних орбітах. Наводяться порівняння апроксимаційних орбіт з високоточними апіорними орбітами. Для аналізу використовується бібліотека KOrbEstLib.

УДК 52-13

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА АНАЛІЗУ КОСМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

О.П. Щербаків

Національний центр управління та випробувань космічних засобів, м. Київ

Відтворена після анексії Криму Система контролю та аналізу космічної обстановки (далі-СКАКО) є джерелом стратегічної інформації про діяльність міжнародного співтовариства в космосі та одним з елементів забезпечення безпеки та оборони держави.

На даний час інформація за результатами моніторингу космічного простору передається відповідним споживачам.

Питання подальшого розвитку СКАКО є дуже актуальним і потребує особливої уваги. Це пов'язано з наступним.

Технічна документація на СКАКО (формуляр, загальний опис системи, положення про дослідну експлуатацію) звузила та спотворила завдання і можливості системи, закладені в ескізованому проекті 1997 року. Її аналіз виявив методичну помилку при її розробці. Головний каталог космічних об'єктів передбачається вести за даними Internet, а програмно-алгоритмічний комплекс ЦККП не може проводити обробку координатної інформації без цих даних.

Для забезпечення ведення Головного каталогу КО виключно на базі вимірів засобів СКАКО без залучення інформації відкритих каталогів мережі "Internet" треба вирішити питання створення спеціальних програмно-технічних комплексів виявлення, зав'язки траєкторії польоту і ідентифікації космічних об'єктів.

Відсутня автоматизація отримання даних в реальному часі від РЛС, а також видачі заявок і цілевказівок радіотехнічним засобам.

Необхідно реалізувати в СКАКО автоматизовану передачу інформації в реальному масштабі часу і провести узгодження інформаційних потоків і усіх форматів обміну інформації, а також формату часу функціонування засобів контролю космічного простору.

З метою організації роботи ЦККП в умовах недостатньої кількості вимірів необхідно розв'язати проблему планування супроводу і залучення вимірювальних засобів СКАКО. Це неможливо без оцінки точності визначення параметрів орбіт, що є першочерговим завданням.

Відомо, що оперативна і точна об'єктивна інформація про стан і зміни космічної обстановки потрібні у першу чергу для рішення завдань в інтересах національної безпеки і оборони.

За таких умов актуальними є питання:

- розробки стратегії розвитку СКАКО;
- розробки стратегії системного планування використання інформаційного сегменту СКАКО;
- модернізації існуючих та створення нових засобів моніторингу космічного простору;
- створення технічних засобів автоматичної передачі інформації від РЛС та оптичних засобів до Центру контролю космічного простору;
- професійного менеджменту інформаційних послуг СКАКО для надання їх як в Україні так і за кордоном.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голови програмного комітету

Присяжний Володимир Ілліч, кандидат технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Євдокімов Віктор Валерійович, доктор економічних наук
Житомирський державний технологічний університет

Члени програмного комітету

Баранов Георгій Леонідович, доктор технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Машков Олег Альбертович, доктор технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Пашков Дмитро Павлович, доктор технічних наук
*Державний заклад
«Державна екологічна академія післядипломної
освіти та управління»*

Саваневич Вадим Євгенович, доктор технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Бутко Ігор Миколайович, кандидат технічних наук
Державне підприємство «Центр Державного земельного кадастру»

Волошин В'ячеслав Іванович, кандидат технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Кожухов Олександр Михайлович, кандидат технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Лящук Олександр Іванович, кандидат фізико-математичних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Ожінський Віктор Васильович, кандидат технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Пясковський Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Фриз Петро Васильович, кандидат технічних наук
Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Мамарєв Віктор Миколайович, кандидат технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Кутвий Олександр Миколайович, кандидат технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів

Ларьков Сергій Миколайович, кандидат технічних наук
Національний центр управління та випробувань космічних засобів