

«Теоретико–експериментальне обґрунтування шляхів розширення функціональних можливостей метеорологічного радіолокатора та підвищення ефективності виявлення небезпечних метеорологічних явищ за рахунок використання поляризаційних властивостей зондувальних і відбитих сигналів»

1. Доведено теоретично і підтверджено експериментально закон монотонної залежності спектральної диференціальної відбиваності від доплерівської частоти у дощі.

2. Теоретично і експериментально отриманий зв'язок нових доплерівсько-поляриметричних параметрів – диференціальної доплерівської швидкості DDV і нахилу спектральної диференціальної відбиваності SLP з інтенсивністю турбулентності і параметрами розподілу крапель дощу за розміром.

3. Створена концепція багатофункціонального доплерівсько-поляриметричного дистанційного зондування метеорологічних об'єктів для отримання інформації про мікроструктуру об'єкта і характеристики вітру в ньому.

4. Розроблена теорія доплерівсько-поляриметричного дистанційного зондування крапельних опадів мікрохвильовими радіолокаторами.

5. Розроблені математичні моделі зв'язку доплерівсько-поляриметричних вимірюваних параметрів з характеристиками мікроструктури і параметрами динаміки (вітер, турбулентність) метеорологічних об'єктів з урахуванням інерційності розсіювачів, режиму зондування, характеристик радіолокатора, особливостей обробки сигналів.

6. Розроблені нові методи:

- дистанційного виявлення зон граду за даними доплерівсько-поляриметричного спостереження зони огляду;

- дистанційного виявлення зон імовірного обледеніння за даними доплерівсько-поляриметричного спостереження зони огляду;

- дистанційного виявлення зон небезпечної турбулентності з оцінкою її інтенсивності за даними доплерівсько-поляриметричного спостереження зони огляду;

- автоматичного розпізнавання типу гідрометеорів за даними доплерівсько-поляриметричного дистанційного зондування;

- непрямой оцінки ефективності методів і алгоритмів та виконані відповідні оцінки щодо розроблених нових методів.

Значимість отриманих наукових результатів зумовлена тим, що вони складають теоретико-експериментальну основу створення багатофункціональної когерентно-імпульсної метеорологічної радіолокаційної системи здатної надавати комплекс необхідної метеорологічної інформації для ефективного розв'язання актуальних задач не тільки авіації, але й енергопостачання, мореплавства, транспорту, агрокомплексу, рибальства, прогностичних гідрологічних та протиградових служб, радіозв'язку, зокрема супутникового, інших галузей економіки, діяльність яких істотно залежить від забезпечення достовірного вимірювання інтенсивності опадів, турбулентності, виявлення зон підвищеної електричної активності та інших небезпечних метеорологічних явищ.

Наукові і науково-технічні результати даної фундаментальної НДР для їх повної реалізації вимагають подальшої прикладної розробки, яка буде основою нової продукції, послуг, засобів виробництва і новітніх технологій.

З метою підготовки подальшої розробки і реалізації результатів роботи виконавцями роботи спільно головним виконавцем комплексної НДР (ХНУРЕ) під егідою МОНМС України у 2012 році було проведено два міжгалузевих семінари – у квітні в НАУ і у жовтні в УкрНДМІ. На цих семінарах були розглянуті і визначені перспективи подальшого розвитку і реалізації результатів роботи у створенні першого вітчизняного імпульсного доплерівського поляриметричного радіолокатора.

Результати роботи при повній реалізації будуть полягати у:

1) створенні стратегічно важливої для України конкурентоспроможної продукції (товару) – першої вітчизняної багатофункціональної поляризаційної ІДМРЛ із залученням підприємств промисловості. З урахуванням набутого досвіду, високого наукового потенціалу та нових технологічних можливостей є всі підстави сподіватись, що вітчизняні ІДПМРЛ будуть перевершувати кращі закордонні зразки, що за очікуваної нижчої ціни забезпечить високу конкурентоздатність розробки на світовому ринку. Вже зараз у світі існує гостра потреба у великій кількості сучасних МРЛ, яка буде надалі тільки зростати через старіння існуючого парку.

2) наукової і методичної бази для надання послуг з метеорологічного забезпечення користувачів у різних галузях економіки (авіація, енергопостачання, сільське господарство, наземний транспорт, мореплавство, риболовство);

3) ефективного засобу виробництва метеорологічних прогнозів, здійснення авіаційних перевезень в складних метеорологічних умовах;

4) новітніх технологій при розробці, виробництві та експлуатації нового покоління наземних МРЛ та метеорологічних систем і мереж.

Виходячи з викладеного, результати НДР мають високі перспективи впровадження у виробництво і експлуатацію.

Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах Монографії, опубліковані у закордонних видавництвах (Scopus)

1. F. Yanovsky. Inferring microstructure and turbulence properties in rain through observations and simulations of signal spectra measured with Doppler–polarimetric radars (pp. 501-544). In: Polarimetric Detection, Characterization, and Remote Sensing, «Springer», 2011.

2. Nebylov, J. Watson, F. Yanovsky, et al, Aerospace Sensors, «Momentum Press», 2012, 576 pp.

Підручник

1. Ф.Й. Яновський, Радіолокаційні системи повітряних суден. Підручник з грифом МОН України, К.: Видавництво НАУ, 2012, 696 с.

Статті у престижних міжнародних журналах (Scopus)

1. Glushko D.N., Yanovsky F.J. Analysis of differential Doppler velocity for remote sensing of clouds and precipitation with dual-polarization S-band radar, International Journal of Microwave and Wireless Technologies «Cambridge University Press», 2010, Vol. 2, issue 3-4, pp. 391-398.

2. F.J. Yanovsky, Yu.A. Averyanova, Doppler polarimetric Radar Meteorological Applications, «Telecommunications and Radio Engineering», 2011, V. 70., issue 7.20, pp. 577-581.

3. P. Melezhik, V. Razskazovskiy, N. Reznichenko, V. Zuykov, A. Varavin, Yu. Sidorenko, S. Provalov, and F. Yanovsky, High-Efficiency Millimeter-Wave Coherent Radar for Airport Surface Movement Monitoring and Control, «Aviation» (Taylor & Francis Group), 2011, Vol. 15(1), pp. 38-43.

4. K.I. Shelevytska, O.S. Semenova, I.V. Shelevytsky, F.J. Yanovsky, Least square spline decomposition in time-frequency analysis of meteorological signals, «Proceedings of SPIE», 2011, Vol. 8008, pp. 80081T-1 - 80081T-9.

5. I. Konchenko, F. Yanovsky, Multipath Effect in Multilateration Surveillance System, «Proceedings of SPIE», 2011, Vol. 8008, pp. 80081R-1- 80081R-7.

6. R.B. Sinitsyn and F.J. Yanovsky, Acoustic Noise Atmospheric Radar with Nonparametric Copula Based Signal Processing, «Telecommunications and Radio Engineering», 2012, Vol. 71, No. 4, pp. 327-335.

7. Yu. Averyanova, F. Yanovsky, and A. Averyanov, Turbulence Intensity Classification Based on Estimating Statistical Polarimetric Parameters of Radar Reflections from Rain, «Telecommunications and Radio Engineering», 2012, Vol. 71, No. 4, pp. 379-385.

8. L.V. Kolchenko ; R.B. Sinitsyn, Copula filtration of spoken language signals on the background of acoustic noise, , «Proceedings of SPIE», 2010, Vol. 7745, pp. 7745 14-1-7745 14-6.

9. L.V. Kolchenko ; R.B. Sinitsyn, Nonparametric filter for voice signals, , «Proceedings of SPIE», 2011, Vol. 8008, pp. 8008 0C-1- 8008 0C-6.

Статті у виданнях з переліку ВАК України

1. Конченко І.М., Яновський Ф.Й. Аналіз можливостей оптимального розміщення ком-

понентів мультилатераційної системи спостереження в аеропорту. «Вісник ДУІКТ» Т.8, №1, 2010, С. 5-9.

2. Ю. А. Авер'янова, А.А. Аверьянов, Ф. Й. Яновський. Оцінювання ступеня деполаризації відбитих від гідрометеорів радіохвиль амплітудним методом. Вісник НАУ, 2010, №1, С.100-104.

3. Аверянова Ю.А., Яновський Ф.Й. Динамічна інтерактивна система отримання та поширення метеорологічної інформації. «Електроніка та системи управління»,

4. №2 (28), Київ, 2011. – С. 95-99.

5. Авер'янова Ю.А., Аверьянов А.А., Оцінка інтенсивності турбулентності в до критичному режимі оборотної деформації рідких гідрометеорів, Вісник НАУ -К.: НАУ, 2012. Том 1-стор. 56-60.

6. Авер'янова Ю.А., Просторова оцінка розподілу енергії за складовими поляризаційного спектра відбитого від метеоутворення радіолокаційного сигналу, Електроніка та системи управління, №1 (31), 2012. – С. 109-112.

Статті у працях міжнародних конференцій, які включені у наукометричні бази даних (Scopus)

1. Felix Yanovsky. Specified for Air Safety, Monitoring Atmospheric Phenomena Including the Volcano Dust (Invited Paper). Proceedings. 11th International Radar Symposium IRS-2010, Vol.1, P.2-6.

2. Yuliya Averyanova, Anatoliy Aver'yanov, Felix Yanovsky. Influence of Turbulence onto Depolarization of Signal Reflected from Hydrometeors. Proceedings. 11th International Radar Symposium IRS-2010, Vol.2 P.512-515.

3. R.B. Sinitsyn and F.J. Yanovsky. UWB Noise Acoustic Atmospheric Radar, Proceedings 5th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals (UWBUSIS 2010), Sevastopol, Ukraine, 2010, pp. 48-48.

4. Felix J. Yanovsky, Dmitry Glushko. Simulation Study of Relationships between Doppler-Polarimetric Parameters at Microwave Remote Sensing of Precipitation, Proceedings of the 7th European Radar Conference (EuRAD-2010), Paris, 2010, pp. 148-151.

5. F.J. Yanovsky, Consecutive Description of and Recent Results in the Polarimetric Doppler Weather Radar, International Radar Symposium IRS-2011, Leipzig, 2011, pp. 245-249.

6. Yuliya Averyanova Echo-Signal from Hydrometeors. Spatial and Temporal Estimation of Polarization Spectrum Components // Proceedings of International Radar Symposium (IRS 2011), 7-9 September, 2011, Leipzig, Germany, pp. 263-266.

7. F.J. Yanovsky and Yu.A. Averyanova, Meteorological Applications of Multiparameter Polarimetric Radar, European Radar Conference (EuRAD-2011), Manchester, UK, 2011, 12-14 October, 4 pp.

8. P.N. Melezhik, V.B. Razskazovskiy, N.G. Reznichenko, V.A. Zuykov, A.V.Varavin, Yu.B. Sidorenko, S.V. Provalov, and F.J. Yanovsky, High-Efficiency Millimeter Wave Coherent Radar for Airport Surface Movement Monitoring and Control, European Radar Conference (EuRAD-2011), Manchester, UK, 2011, 12-14 October, 4 pp.

9. R.B. Sinitsyn and F.J. Yanovsky, Copula Ambiguity Function for Wideband Random Radar Signals, The International IEEE Conference on Microwaves, Communications Antennas and Electronic Systems, Tel-Aviv, Israel, November 7-9, 2011, IEEE COMCAS 2011, CD-ROM, IEEE Xplore, 5 pp.

10. Yu. Averyanova, A. Averyanov, F. Yanovsky, The Approach to Estimating Critical Wind Speed in Liquid Precipitation Using Radar Polarimetry, 2012 IEEE International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory, Kharkov, 2012, pp. 517-520.

11. O.S. Semenova, F.J. Yanovsky, I.V. Shelevytsky, Processing of Polarimetric Doppler Radar Signals Using LSS-Decomposition, 2012 IEEE International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory, Kharkov, 2012, pp. 496-499.

12. K.I. Semenova, F.J. Yanovsky, Spline Models for Synthetic Aperture Radar Application, 2012 IEEE International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory, Kharkov,

Ukraine, pp. 500-503.

13. Yanovsky F. J., Ivashchuk V. E., and Prokhorenko V. P. Through-the-Wall Surveillance Technologies (Invited paper), Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals (UWBUSIS-2012), 17-21 September, 2012, Sevastopol, Ukraine, pp. 30-33. IEEE X-plore

14. Felix J. Yanovsky, David I. Lekhovytskiy, Dmytro V. Atamanskiy, Advanced Algorithm of Velocity Measurement for Modern Meteorological Radar, Proceedings of the 9th European Radar Conference, 2012, Amsterdam, The Netherlands, 978-2-87487-029-3 © 2012 EuMA, pp. 134-137.

15. Rustem B. Sinitsyn, Felix J. Yanovsky, MIMO Radar Copula Ambiguity Function, Proceedings of the 9th European Radar Conference, 2012, Amsterdam, The Netherlands, EuMA, 2012, pp. 146-149.

16. O.S. Semenova, F.J. Yanovsky, Analysis of Meteorological Radar Signals Using LSS-Decomposition, Proceedings of the 9th European Radar Conference, 2012, Amsterdam, The Netherlands, 978-2-87487-029-3 © 2012 EuMA, pp. 170-173.

17. K.I. Semenova, I.V. Shelevytsky, F.J. Yanovsky, Application of Spline Basis for Some Imaging Tasks, Proceedings of the 9th European Radar Conference, 2012, Amsterdam, The Netherlands, 978-2-87487-029-3 © 2012 EuMA, pp. 286-289.

18. Z.M. Bokal, R. Sinitsyn, Rank signal detection algorithms based on permutations of partial likelihood ratios, Proceedings of the 11th International Radar Symposium, 2010, pp. 1-4.

19. R.B. Sinitsyn, Z.M. Bokal, L.V. Kolchenko, Nonparametric signal detection algorithm using permutation statistics of signal partial likelihood ratios, Proceedings of the 7th European Radar Conference, 2010, Paris, France, pp. 260-263.

Статті у працях конференцій і тези доповідей

1. Felix J. Yanovsky, Dmitry Glushko. Algorithms for Simultaneous Analysis of Differential Doppler Velocity and Doppler Width. Proceedings. Signal Processing Workshop SPW-2010, Vilnius, 2010, (CD-ROM) P. 1-4.

2. Inna Konchenko, Felix Yanovsky. Multilateration Surveillance System Arrangement at the Airport Area. Proceedings. Signal Processing Workshop SPW-2010, Vilnius, 2010, (CD-ROM) P. 1-4.

3. Felix Yanovsky. Doppler-polarimetric radar remote sensing. Abstracts NATO Advanced Study Institute on Special Detection Technique (Polarimetry) and Remote Sensing, Kyiv, Ukraine, 2010, p. 117.

4. Felix J. Yanovsky, Dmitry Glushko, Simulation Study of Relationships Between Doppler-Polarimetric Parameters at Microwave Remote Sensing of Precipitation, EuRAD-2010 Book of Abstract, 30 September – 1 October 2010, Paris, France p.7.

5. F.J. Yanovsky, Yu.A. Averyanova. Doppler-Polarimetric Radar Meteorological Applications, Proceedings Fourth World Congress "Aviation in the XXI Century -Safety in Aviation and Space Technologies", Volume 2 (RMSW-2010), pp. 22.16 – 22.18.

6. Yu.A. Averyanova, F.J. Yanovsky. Polarization Selective Antennas for Radar Application, Proceedings Fourth World Congress "Aviation in the XXI Century -Safety in Aviation and Space Technologies", Volume 2 (RMSW-2010), pp. 22.89 – 22.92.

7. R.B. Sinitsyn, F.J. Yanovsky. Acoustic Noise Atmospheric Radar with Nonparametric Copula Based Signal Processing, Proceedings Statistical Methods of Signal and Data Processing (SMSDP-2010), Kiev, 2010, pp. 91-94.

8. Yu. A. Averyanova, F.J. Yanovsky, A.A. Aver'anov. Turbulence Intensity Classification Based on Estimating Statistical Polarimetric Parameters of Radar Reflection from Rain, Proceedings Statistical Methods of Signal and Data Processing (SMSDP-2010), Kiev, 2010, pp. 95-98.

9. Яновський Ф.Й. Історичний огляд та останні результати в області метеорологічної радіолокації. Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «ABIA-2011», том III, Київ, 2011.-С.21.30-21.33.

10. F. Yanovsky, Historical Overview and Recent Results in Weather Radar Signal Processing, Signal Processing Symposium SPS-2011, Warsaw, Poland, June 8-10, 2011, CD-ROM, 4 pp.

11. K.I. Shelevytska, O.S. Semenova, F.J. Yanovsky, Least Square Spline Decomposition in Time-Frequency Analysis of Meteorological Signals, Signal Processing Symposium SPS-2011,

Warsaw, Poland, June 8-10, 2011, CD-ROM, 4 pp.

12. Yu. Averyanova, A. Averyanov, and F. Yanovsky, Connection of Reflected Radar Signal with Liquid-Hydrometeor Deformation Rate, Proc. Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium, August 25 – 27, 2011, Kiev, Ukraine, pp. 217 – 219.

13. A.A. Pitertsev and F.J. Yanovsky, Polarimetric Method for Remote Predicting a Zone of Icing-in-Flight in Clouds and Precipitation, Proc. Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium, August 25 – 27, 2011, Kiev, Ukraine, pp. 220 – 223.

14. K.I. Shelevytska, O.S. Semenova, I.V. Shelevytsky, and F.J. Yanovsky, New Approach for Fast Processing of Polarimetric Doppler Radar Signals, Proc. Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium, August 25 – 27, 2011, Kiev, Ukraine, pp. 224 – 227.

15. D.N. Glushko and F.J. Yanovsky, Signal Processing for DDV Estimation, Proc. Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium, August 25–27, 2011, Kiev, Ukraine, pp. 240–243.

16. I.M. Ivashko, J.I. Gabrusenko, and F.J. Yanovsky, Theoretical and Experimental Results on Recognition of Polarized Signal Multipath Propagation in Secondary Radar and Multilateration Systems, Proc. Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium, August 25 – 27, 2011, Kiev, Ukraine, pp. 298 – 300.

17. Zh.M. Bokal, R.B. Sinitsyn, and F.J. Yanovsky, Generalized Copula Ambiguity Function Application for Radar Signal Processing, Proc. Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium, August 25 – 27, 2011, Kiev, Ukraine, pp. 313 – 316.

18. А.Н. Миколушко, Ф.И. Яновский. Возможности обнаружения и мониторинга вулканического пепла. Сборник научных трудов 4-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» (МРФ'2011). Том 1, часть 1, Харьков: АНПРЭ, ХНУРЭ, 2011. – С. 94-97.

19. Glazunov N. M., Yanovsky F. J., Mathematical Models and Methods to Radar, Proceedings Fifth World Congress “Aviation in the XXI Century”, Vol.2 Radar Methods and Systems Workshop (RMSW-2012), Kyiv, 2012, pp. 3.7.1-3.7.5.

20. Yanovsky F. J., Spectral-Polarimetric Method of Objects and Phenomena Observation, Proceedings Fifth World Congress “Aviation in the XXI Century”, Vol.2 Radar Methods and Systems Workshop (RMSW-2012), Kyiv, 2012, pp. 3.7.139-3.7.145.