

## CV Dumitru MIHALACHE

**MIHALACHE, DUMITRU** (n. 24 iunie 1948, com. Vâlcelele, jud. Argeș) a absolvit în anul 1966 Liceul „Vlaicu Vodă” din Curtea de Argeș. A urmat cursurile Universității București și a absolvit Facultatea de Fizică în anul 1971 și Facultatea de Matematică-Mecanică în anul 1977 (secția fără frecvență). A susținut în anul 1986, sub îndrumarea științifică a dr. Marin Ivașcu, în cadrul Institutului de Fizică și Inginerie Nucleară de la Măgurele, teza de doctorat *Studiul interacției radiației coerente cu unele sisteme atomice*, devenind doctor în fizică. Dumitru Mihalache a lucrat de la 1 august 1971 în Secția de Fizică Teoretică, Institutul de Fizică Atomică de la Măgurele. În prezent este cercetător științific gradul I la Institutul Național pentru Fizică și Inginerie Nucleară „Horia Hulubei”.

În perioada aprilie 1979-martie 1983 a lucrat în Laboratorul de Fizică Teoretică, Institutul Unificat de Cercetări Nucleare de la Dubna, Rusia. Începând cu anul 1990, a fost în repetate rânduri profesor invitat la Universitatea din Roma, Universitatea din Jena, Universitatea Politehnică din Barcelona și Universitatea din Angers.

În activitatea științifică, dr. Dumitru Mihalache are contribuții teoretice remarcabile în optică și fonică: unde de suprafață în medii optice neliniare; polaritoni plasmonici de suprafață; unde de suprafață ghidate de straturi subțiri dielectrice sau metalice cu dimensiuni nanometrice; solitoni temporali în fibre optice; solitoni optici spațiali, solitoni optici spațiotemporali; solitoni de tip „vârtej” în medii optice disipative; solitoni plasmonici în nanofire constituite din metale nobile; propagarea în medii optice neliniare a pulsurilor laser ultrascurte cu durata de doar doi cicli optici (6-10 femtosecunde).

În domeniul fizicii materiei condensate, dr. Dumitru Mihalache are o serie de contribuții științifice teoretice în domeniul gazelor cuantice (condensatele atomice Bose-Einstein): teoria solitonilor, vârtejurilor, dipolurilor de vârtejuri și clusterilor de vârtejuri în condensatele atomice Bose-Einstein; teoria solitonilor și a instabilității modulaționale în condensatele spinoriale Bose-Einstein.

Rezultatele cercetărilor științifice efectuate de dr. Dumitru Mihalache se regăsesc în peste 410 lucrări publicate atât în revistele de fizică ale Academiei Române, cât și în reviste de specialitate din străinătate. A publicat 104 articole în revistele Societății Americane de Fizică (American Physical Society-APS): „Physical Review Letters”, „Physical Review A”, „Physical Review B”, „Physical Review E” și „Physical Review Research”.

În anul 1990 a publicat o carte la Editura Academiei Române, în colaborare cu matematicianul Dumitru Mazilu [D. Mihalache, D. Mazilu, *Ghiduri de undă optice neliniare planare*, Editura Academiei Române, 214 pp, 1990]. De asemenea, a publicat capitole de cărți la editurile Elsevier, Kluwer și Springer. Lista completă de lucrări publicate de dr. Dumitru Mihalache se poate accesa pe pagina de internet Google Scholar: <https://scholar.google.ro/citations?user=c3QWsdCAAJ&hl=ro&oi=ao>.

Dumitru Mihalache a fost membru al Advisory Editorial Board (1997-2003) al revistei științifice „Optics Communications”, Elsevier. A fost Topical Editor al Secțiunii de Fizică a revistei „Proceedings of the Romanian Academy, Series A” (2011-2018). Este Deputy Editor-in-Chief al revistei „Romanian Reports in Physics” (2018-prezent).

Dumitru Mihalache a fost distins în anul 1985 cu premiul „Constantin Miculescu” al Academiei Române. În anul 2009 i s-a decernat premiul „Galileo Galilei” (2009) pentru „*his achievements in the field of theoretical nonlinear optics*”. Acest premiu a fost oferit de către „Comisia Internațională de Optică” („International Commission for Optics”), afiliată la „International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP)”.

În noiembrie 2012 a fost ales Fellow al Societății Americane de Optică (The Optical Society-OSA), Washington, D.C., SUA, „*for significant theoretical contributions to*

*nonlinear wave phenomena at single and multiple interfaces including surface solitons and spatiotemporal optical solitons*”.

În anul 2008 a fost ales membru corespondent și în anul 2011 a fost ales membru titular al Academiei Oamenilor de Știință din România (AOSR), în Secția de Științe Fizice. În anul 2014 a fost ales membru corespondent al Academiei Române, în Secția de Științe Fizice.

În perioada 2019-2021, Dumitru Mihalache a fost reprezentantul României la „Comisia Internațională de Optică” („International Commission for Optics”, ICO).

Dumitru Mihalache a publicat o serie de studii privind existența, stabilitatea și generarea undelor neliniare de suprafață în structuri dielectrice planare care conțin medii optice neliniare. În colaborare cu doi cercetători de la Universitățile degli Studi di Roma “La Sapienza”, Dumitru Mihalache a publicat în anul 1989 un amplu articol de sinteză [D. Mihalache, M. Bertolotti, C. Sibilina, *Nonlinear wave propagation in planar structures*, *Progress in Optics* **27**, 227-313 (1989)] în seria de volume „Progress in Optics”, editate de Emil Wolf, Rochester University, Rochester, N.Y., SUA.

Dumitru Mihalache este primul fizician român care a publicat un articol de sinteză în această prestigioasă serie de volume științifice cu apariție anuală la editura Elsevier, începând cu anul 1961.

Dumitru Mihalache a identificat pragurile de putere necesare pentru formarea solitonilor optici de suprafață, polarizați transversal electric sau transversal magnetic, în structuri planare multistratificate care conțin atât medii dielectrice neliniare, cât și straturi metalice de grosimi nanometrice. Solitonii optici de suprafață au fost puși în evidență experimental în anii 2006-2008 în superrețele optice neliniare de tip GaAs/AlGaAs, în niobat de litiu și în sticle optice care conțin plumb, de către cercetători din SUA, Canada, Germania, Australia și Israel [S. Sunstov *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **96**, 063901 (2006); C. R. Rosberg *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **97**, 083901 (2006); A. Szameit *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 173903 (2007); B. Alfassi *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 213901 (2007); S. Sunstov *et al.*, *Optics Letters* **32**, 3098 (2007); A. Szameit *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **101**, 203902 (2008); S. Sunstov *et al.*, *Opt. Express* **16**, 10480 (2008)]. În lucrările experimentale ale autorilor străini menționați aici sunt citate lucrările teoretice ale dr. D. Mihalache publicate în perioada 1982-1991, atât pentru contribuțiile la dezvoltarea teoriei undelor electromagnetice neliniare de suprafață, cât și pentru previziunile teoretice ale pragurilor de putere necesare pentru generarea solitonilor optici de suprafață.

A studiat proprietățile polaritonilor neliniari de suprafață polarizați transversal magnetic, precum și plasmonii neliniari de suprafață care se propagă la interfața dintre un mediu dielectric neliniar de tip Kerr și un metal. Rezultatele teoretice conținute în lucrarea publicată în anul 1987 [D. Mihalache *et al.*, *Exact dispersion relations for transverse magnetic polarized guided waves at a nonlinear interface*, *Opt. Lett.* **12**, 187-189 (1987)] privind calculul relațiilor de dispersie ale plasmonilor neliniari de suprafață polarizați transversal magnetic sunt incluse pe larg în monografia *Nonlinear Optics*, autori A. C. Newell, J. V. Moloney, Addison-Wesley, USA, 1992.

Dumitru Mihalache, N. C. Panoiu (IFIN-HH), D. M. Baboiu (IFIN-HH) și Falk Lederer (Universitatea din Jena, Germania) au construit un sistem dinamic complet integrabil, cu ajutorul căruia au obținut noi soluții solitonice exacte ale ecuației Schrödinger neliniare, care descriu atât propagarea solitonilor spațiali în medii optice neliniare de tip Kerr, cât și propagarea solitonilor temporali în fibrele optice monomod sub forma unor pulsuri ultrascurte cu durata de ordinul picosecundelor. A fost studiat atât regimul dispersiei normale a vitezei de grup, cât și regimul dispersiei anormale a vitezei de grup. Soluțiile exacte ale ecuației Schrödinger neliniare descriu următoarele fenomene fizice: (a) dezvoltarea instabilității modulaționale; (b) evoluția periodică a unui soliton luminos pe un fond de undă continuă; (c) ciocnirea a doi solitoni intunecoși de amplitudini egale și

despicarea unui puls întunecos în doi solitoni întunecoși de amplitudini egale. Rezultatele teoretice originale menționate mai sus au fost citate în repetate rânduri în literatura de specialitate, precum și în monografiile: G. P. Agrawal, *Nonlinear Fiber Optics*, Academic Press, 1995; N. N. Akhmediev, *Solitons: Nonlinear Pulses and Beams*, Chapman and Hall, London, 1997.

Dumitru Mihalache a publicat în anii 1993-1995, în colaborare cu cercetători de la Polytechnic University of Catalonia, Barcelona, o serie de studii teoretice privind propagarea undelor optice de suprafață ghidate de straturi dielectrice cu dimensiuni nanometrice, lucrări științifice validate experimental în anul 2014, după aproape două decenii de la publicarea rezultatelor teoretice. Astfel, în două articole publicate în *Nature Nanotechnology* **9**, 419-424 (2014); *Nature Nanotechnology* **9**, 414-415 (2014) se specifică faptul că posibilitatea modificării controlate a direcției de propagare a luminii laser ghidate de straturi dielectrice cu dimensiuni de doar 10-20 nanometri a fost previzionată în anul 1995, în lucrarea *Hybrid waves guided by ultrathin films*, L. Torner, J.P. Torres, C. Ojeda, D. Mihalache, J. Lightwave Technology **13**, 2027-2033 (1995). Cercetările experimentale recente, în această direcție de cercetare, au aplicații în domeniul senzorilor optici, precum și în controlul și manipularea radiației laser la scară nanometrică.

A introdus conceptul solitonilor optici de tip „walking” (solitoni spațiali, temporali sau spațiotemporali de tip „walking”) în colaborare cu Prof. L. Torner (Polytechnic University of Catalonia, Barcelona) și D. Mazilu (IFIN-HH), L. C. Crasovan (IFIN-HH), N. N. Akhmediev (Australia) și B. A. Malomed (Israel). Acest concept teoretic a fost confirmat într-o serie de cercetări experimentale ale propagării fasciculelor laser în medii optice cu neliniarități pătratice (cristale birefringente care permit generarea armonicii a doua), de către cercetători din SUA și Germania, în lucrări publicate în anii 1999-2000. Atât solitonul de frecvență fundamentală, cât și solitonul care constituie armonica a doua, se propagă într-o direcție comună în medii optice birefringente (de exemplu, iodatul de litiu sau boratul de bariu), dacă puterea fasciculului optic incident depășește un anumit prag. Direcția comună de propagare prin mediul nelinier a celor două unde cu frecvențele  $\omega$  și  $2\omega$ , diferă de direcția unde incidente de frecvență fundamentală  $\omega$  (de aici provine conceptul fizic „walking solitons”). Au fost observați experimental atât solitonii unidimensionali spațiali de tip „walking” (*One-dimensional quadratic walking solitons*, R. Shieck *et al.*, Opt. Lett. **24**, 83-85 (1999), cât și solitonii bidimensionali, atât spațiali, cât și spațiotemporali de tip „walking”, X. Liu *et al.*, Generation of optical spatiotemporal solitons, Phys. Rev. Lett. **82**, 4631-4634 (1999), *Two-dimensional optical spatiotemporal solitons in quadratic media*, Phys. Rev. E **62**, 1328-1340 (2000).

Pentru prima dată în literatura de specialitate, dr. Dumitru Mihalache a studiat proprietățile vârtejurilor localizate (solitoni spirali disipativi cu vorticitate nenulă) în modele bidimensionale ale cavitațiilor rezonante laser cu absorbant saturabil, care sunt descrise de o ecuație neliniară cu derivate parțiale de tip Ginzburg-Landau. Lucrările respective au fost elaborate în colaborare cu L.-C. Crasovan (IFIN-HH) și Boris A. Malomed (Tel-Aviv University). Solitonii optici de tip „vârtej” au fost observați experimental în anul 2010, în laseri cu semiconductori: *Bistable and addressable localized vortices in semiconductor lasers*, P. Genevet, S. Barland, M. Giudici, J. R. Tredicce, Phys. Rev. Lett. **104**, 223902 (2010).

Dumitru Mihalache a determinat domeniile de existență și stabilitate ale solitonilor tridimensionali cu sarcină topologică (vorticitate) nenula (solitonii tridimensionali de tip „vârtej”), atât în sisteme conservative, cât și în sisteme disipative. De asemenea, a studiat existența, stabilitatea și generarea solitonilor optici spațiotemporali în rețele optice de tip Bessel.

A identificat, prin metode analitice și numerice, existența unei bifurcații generice de tip „coadă de rândunică”. Această bifurcație este caracterizată prin existența a două puncte de

întoarcere în diagrama Hamiltonian-norma solitonului (norma solitonului este proporțională cu numărul de fotoni conținuți în solitonul optic, respectiv cu numărul de atomi conținuți în condensatul Bose-Einstein). Acest tip de bifurcație apare atât în studiul stabilității solitonilor optici spațiotemporali confinați de rețele fotonice, cât și în studiul stabilității solitonilor tridimensionali care se formează în condensatul Bose-Einstein de tip atractiv, confinat de rețele optice tridimensionale.

Pentru prima dată în literatura de specialitate, dr. Dumitru Mihalache a studiat proprietățile dipolilor de vârtejuri în condensatele Bose-Einstein nerotative și a demonstrat că dipolii de vârtejuri sunt obiecte fizice metastabile cu timp de viață lung, fiind astfel posibilă observarea lor în condiții de laborator. Menționăm faptul remarcabil că în două lucrări experimentale publicate în anul 2010 în revistele științifice de mare prestigiu *Physical Review Letters* (SUA) [T. W. Neely *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **104**, 160401 (2010)] și *Science* (SUA) [D. V. Freilich *et al.*, *Science* **329**, 1182-1185 (2010)], grupuri de cercetători din SUA, Australia și Noua Zeelandă au pus în evidență dipolii de vârtejuri în condensate Bose-Einstein care conțin câteva milioane de atomi de Rubidiu 87, confirmând astfel previziunile teoretice anterioare, care au fost publicate în anul 2003 de dr. Dumitru Mihalache în colaborare cu dr. Lucian-Cornel Crașovan și cu un grup de cercetători din Spania (Politechnic University of Catalonia, Barcelona, Castillia-La Mancha University, Ciudad Real), în revista *Physical Review A*, publicată de „American Physical Society” [L.-C. Crașovan, V. Vekslerchik, V. M. Perez-Garcia, J. P. Torres, D. Mihalache, L. Torner, *Stable vortex dipoles in nonrotating Bose-Einstein condensates*, *Phys. Rev. A* **68**, 063609 (2003)]. Dr. Lucian-Cornel Crașovan a susținut doctoratul în științe fizice în anul 2000, la Institutul de Fizică Atomică de la Măgurele, având pe dr. Dumitru Mihalache în calitate de conducător științific de doctorat.

Dumitru Mihalache a efectuat studii comprehensive ale existenței, stabilității și robusteții solitonilor optici spațiotemporali tridimensionali în medii optice neliniare. În lucrarea grupului de la Universitatea din Jena, Germania [S. Minardi *et al.*, *Three-dimensional light bullets in arrays of waveguides*, *Phys. Rev. Lett.* **105**, 263901 (2010)] a fost raportată prima observare experimentală a solitonilor optici spațiotemporali tridimensionali în rețele fotonice bidimensionale, care sunt considerați a fi purtătorii ideali de informație în viitoarele sisteme complet optice de transmitere și prelucrare a datelor. Remarcăm faptul că în această lucrare experimentală este citat articolul *Stable three-dimensional spatiotemporal solitons in a two-dimensional photonic lattice*, D. Mihalache *et al.*, *Phys. Rev. E* **70**, 055603 (2004), în calitate de lucrare teoretică de pionierat în acest domeniu de cercetare.

În perioada 2012-2015, dr. Dumitru Mihalache a publicat o serie de rezultate teoretice privind existența și stabilitatea solitonilor spațiali simetrici la reflexia spațio-temporală [*parity-time symmetry*], care se pot forma în diverse tipuri de rețele optice, atât unidimensionale, cât și bidimensionale, în colaborare cu cercetători din China (Yingji He *et al.*), Israel (Boris A. Malomed) și Rusia (Yaroslav V. Kartashov). Este demn de remarcat că lucrările menționate aici sunt citate în ampla lucrare de sinteză a domeniului respectiv, publicată în anul 2016 în *Reviews of Modern Physics* [V. V. Konotop, J. Yang, D. A. Zezyulin, *Nonlinear waves in PT-symmetric systems*, *Rev. Mod. Phys.* **88**, 035002 (2016)]. Se poate imagina posibilitatea utilizării simetriei la reflexia spațio-temporală pentru controlul luminii de către lumină, care va conduce la realizarea în viitorul apropiat a unor calculatoare ultrarapide pentru prelucrarea complet optică a informației. De asemenea, se poate previziona utilizarea acestui concept fizic pentru realizarea unor dispozitive inovatoare pentru comunicații, precum și a unor noi tipuri de metamateriale cu proprietăți fizice prestabilite.

În perioada 2008-2016, dr. Dumitru Mihalache a efectuat studii teoretice ale propagării și stabilității pulsurilor laser ultrascurte cu durata de doar doi cicli optici, în medii optice neliniare. În acest domeniu de specialitate, a publicat în colaborare cu Prof. H. Leblond (Universitatea Angers, Franța), un amplu articol de sinteză în *Phys. Reports* **523**, 61-126

(2013), precum și un alt articol de sinteză în revista de fizică a Editurii Academiei Române, *Romanian Reports in Physics* [H. Leblond, H. Triki, D. Mihalache, *Theoretical studies of ultrashort-soliton propagation in nonlinear optical media from a general quantum model*, Rom. Rep. Phys. **65**, 925-942 (2013)]. Studiile menționate mai sus sunt importante atât din punct de vedere teoretic, cât și aplicativ, deoarece solitonul optic cu durată de doar câteva femtosecunde constituie unitatea ideală de informație în viitoarele sisteme de transmitere și prelucrare a datelor, cu rate înalte de comutare, de ordinul terahertz-ilor.

Începând cu anul 2015, dr. Dumitru Mihalache a publicat în colaborare cu cercetători din China, Italia, Franța și Spania, o serie de lucrări în domeniul propagării undelor neliniare cu amplitudini foarte mari („rogue waves”/„freak waves”) în diverse sisteme fizice. De asemenea, în anii 2019 și 2021 a publicat două ample articole de sinteză în domeniul propagării multiplelor tipuri de unde neliniare în medii optice și în condensatele atomice Bose-Einstein [B. A. Malomed, D. Mihalache, *Nonlinear waves in optical and matter-wave media: A topical survey of recent theoretical and experimental results*, Rom. J. Phys. **64**, 106 (2019); D. Mihalache, *Localized structures in optical and matter-wave media: A selection of recent studies*, Rom. Rep. Phys. **73**, 403 (2021)].

În anii recentți (2020-2022), dr. Dumitru Mihalache a publicat în colaborare cu cercetători din China (Pengfei Li, Liangwei Zeng) și Israel (Boris A. Malomed) o serie de articole de specialitate în domeniul propagării undelor electromagnetice (solitoni și vârtejuri) în medii optice descrise de ecuații Schrödinger neliniare cu derivate parțiale de ordin fracționar (ecuații cu derivate fracționare de tip Riesz).