

Contractor: Institutul de Stiinte Spatiale-Filiala INFLPR  
Cod fiscal: RO28521106

**RAPORT FINAL DE ACTIVITATE**  
**privind desfășurarea programului-nucleu**  
**Cercetari avansate de laseri - plasma - radiatie – spatiu LAPLAS IV**

**Obiectivul 2 ISS: Cercetari fundamentale, aplicative si specializare inteligenta in domeniul stiintelor si tehnologiilor spatiale**

**Proiect: PN 16.47.02.02 Cercetari de fizica fundamentala cu aplicatii in stiinte spatiale**

**Durata programului: 2 ani**

**Data începerii: 2016**

**Data finalizării: 2017**

**1. Scopul programului:**

Elaborarea si investigarea de modele teoretice, metode analitice si coduri numerice pentru cercetari de fizica fundamentala si observationala in spatiu.

**2. Modul de derulare al programului:**

**2.1. Descrierea activităților** (utilizând și informațiile din rapoartele anuale)

In cadrul fazelor din ambele etape au fost desfasurate urmatoarele activitati:

1. A fost obtinuta o descriere completa, in sensul existentei solutiilor globale in timp, pentru o clasa de ecuatii de tip Wigner/Boltzmann - von Neumann cu cimp mediu. In acest scop, a fost extinsa aria de aplicabilitate a unor metode de monotonicitate in raport cu ordinea, metode elaborate initial pentru studierea de modele cinetice clasice si semi-clasice, prin includerea unor modele cinetice cuantice.
2. A fost studiat raspunsul unui sistem de electroni liberi la un cimp magnetic extern omogen si constant, descris de un hamiltonian in care se considera in mod self-consistent, pe langa câmpul magnetic extern, cimpul magnetic al curentilor orbitali generati in sistem.
3. Au fost studiate consecintele cosmologice ale descrierii interactiilor gravitationala si electromagnetica printr-un model scalar-tensor de tip BSBM generalizat.
4. A fost testat modelul cosmologic BSBM generalizat prin compararea predictiilor teoretice referitoare la anizotropiile de temperatura ale CMB cu seturile de date observationale furnizate de misiunea Planck a Agentiei Spatiale Europene.
5. S-a investigat producerea de gauri negre in ciocnirile proton-proton in contextul Large Hadron Collider tinand cont de formalismul functiei de unda a orizontului evenimentelor pentru modele ale gravitatiei in extra dimensiuni spatiale.
6. Au fost analizate date radio obtinute cu rețeaua EVN (European VLBI Network) in timpul unei perioade de activitate intensa a sistemului SS433. Au fost disponibile mai multe epoci observationale (separate intre ele de o saptamana) la frecventa de 5 GHz. Calibrarea datelor s-a facut cu softul standard AIPS urmand procedurile obisnuite.

7. S-au analizat, in cadrul modelului corpuscular al gaurilor negre, conditiile in care acest tip de gauri negre se pot forma dintr-un numar foarte mare de componente care au moment cinetic de spin. Calculul probabilitatii *PBH* ca aceste condensate de gravitoni sa formeze gauri negre de tipul Kerr.

8. Cautarea si agregarea de mase de gauri negre in baze de date internationale bazate pe observatii la sol si in spatiu precum si stocarea acestora intr-o baza de date special realizata pentru acest scop, precum si calcularea maselor de gauri negre aflate in galaxii la orice redshift.

9. A. S-a elaborat un model fizico-matematic pentru studiul efectelor de polarizare in imprastierea inelastica asistata laser electroni-atomi, si s-a dedus o solutie analitica pentru sectiunea eficace diferentiale de imprastiere pentru campuri circular polarizate. S-a investigat influenta parametrilor campului laser importanti in aceste procese. S-au comparat efectele de polarizare pentru campuri electromagnetice liniar si circular polarizate pentru diferite geometrii de imprastiere. B. S-au caracterizat corelatiile cuantice in sisteme moleculare in cadrul teoretic furnizat de teoria informatiei cuantice. S-au investigat relatiile dintre corelatii le cuantice precum entanglement intre grade de libertate moleculare si coerenta cuantica intr-un sistem molecular, si relatiile acestora cu observabile moleculare, precum si a impactului lor asupra evolutiei temporale a unui proces molecular. S-a discutat posibilitatea de control al corelatiilor cuantice in sisteme moleculare.

10. S-a completat catalogul de mase de gauri negre realizat in faza precedenta cu noi date observate in vizibil, in infrarosu precum si in radio obtinute din baze de date internationale bazate pe observatii la sol si in spatiu (NED – NASA Extragalactic Database).

11. Obtinerea unor corelatii intre marimile zice asociate sistemelor dinamice duale si cele ale spatiilor baza prin utilizarea relatiilor de dualitate geometrica. De asemenea, au fost evidentiate noi tehnici de generare a sistemelor dinamice de tip bi-hamiltonian asociate simetriilor de ordin superior ale varietatii spatio-temporale.

## 2.2. Proiecte contractate:

Cod obiectiv	Nr. proiecte contractate	Nr. proiecte finalizate	Valoare (mii lei)		Total (lei)
			2016	2017	
1. PN 16 47 02 01	3	3	2650000	2800000	5450000
2. PN 16 47 02 02			2050000	2100000	4150000
3 . PN 16 47 02 03			2650000	3400000	6050000
Total:	3	3	7350000	8300000	15650000

## 2.3 Situati centralizat a cheltuielilor privind programul-nucleu : Cheltuieli în lei

*lei*

	2016	2017	Total
<b>I. Cheltuieli directe</b>	3.459.671,99	3.457.515,58	6.917.187,57
1. Cheltuieli de personal	3.172.663,18	3.063.577,42	6.236.240,60
2. Cheltuieli materiale și servicii	287.010,81	393.938,16	680.948,97
<b>II. Cheltuieli Indirecte: Regia</b>	3.556.156,72	3.685.256,3	7.241.413,02
<b>III. Achiziții / Dotări independente</b> din care:	334.171,29	1.157.228,12	1.491.399,41
1. pentru construcție/modernizare infrastructura	0	0	0
<b>TOTAL ( I+II+III)</b>	<b>7.350.000,00</b>	<b>8.300.000</b>	<b>15.650.000</b>

### 3. Analiza stadiului de atingere a obiectivelor programului

Toate tintele propuse in cadrul fazelor din ambele etape au fost atinse. Principalele rezultate

1. A fost realizata o versiune extinsa a codului CAMB pentru a putea implementa numeric dinamica modificata a CMB in modelul cosmologic  $\Lambda$ CDM generalizat si a fost inclus in codul COSMOMC un parametru suplimentar pentru modelarea abaterii de la modelul cosmologic standard.
2. Au fost obtinute contrangeri ale intervalelor de variatie pentru parametrii cosmologici, incluzand valoarea constantei structurii fine  $\alpha$  la finalul recombinarii (cu  $\sim 1\%$  mai mica fata de valoarea actuala).
3. Un model tipic cinetic a fost formulat si rezolvat pentru sisteme de particule cuantice situate in capcane de tip oscilator armonic, interactionind cu un cimp efectiv.
4. S-a demonstrat ca in limita termodinamica pentru sistem semi-infinit de electroni liberi intr-un cimp magnetic extern omogen ecuatia self-consistenta are o solutie unica.
5. S-a aratat ca formalismul functiei de unda a orizontului evenimentelor poate fi aplicat proceselor care au loc la energii apropiate de scala fundamentala a gravitatiei (scala Planck) si rezultatele conduc in mod natural la o supresie a probabilitatii de producere a gaurilor negre sub energia Planck si pentru un numar mai mare de extra dimensiuni.
6. Au fost efectuate simulari numerice privind producerea de gauri negre cuantice folosind generatorul de evenimente de gauri negre cuantice BLACKMAX. Au fost identificate principalele diferente intre numarul de gauri negre produse cat si distributiile de masa pentru cele doua scenarii: scenariul standard si formalismul functiei de unda a orizontului evenimentelor.
7. S-au obtinut hartile radio ale sistemului SS433, care au pus in evidenta prezenta unor "bulgari" de materie ce se deplaseaza cu viteze relativiste. S-a testat la scari spatiale de ordinul milisecundelor de arc in mod sistematic asanumitul model cinematic (valabil la scari de ordinul secundelor de arc), care prezice pozitia unui "bulgare" daca se cunoaste (sau presupune) momentul cand acesta a fost ejectat. Analiza a aratat ca predictiile modelului explica bine datele noastre observationale, prin urmare datele radio de inalta rezolutie pot fi folosite pentru a imbunatati parametrii modelului. De asemenea, au fost studiate proprietatile radiatiei polarizate provenite de la sistem. Astfel s-a pus in evidenta pentru prima data in sistemul SS433 prezenta polarizarii la scari spatiale de ordinul milisecundelor de arc in "bulgarii" de materie ejectata.
8. S-a calculat probabilitatea  $PBH$  ca condensatele de gravitoni sa formeze gauri negre de tipul Kerr.
9. Catalog de mase de gauri negre la orice redshift ce poate fi utilizat imediat impreuna cu o serie de programe si informatii ajutatoare. Catalog de mase de gauri negre completat cu date in vizibil, in infrarosu si in radio precum si functia de masa asociata acestui catalog.
10. Au fost evaluate analitic amplitudinile de imprastiere pe baza carora s-a dedus sectiunea eficace de imprastiere inelastica electron-atom de hidrogen in camp circular polarizat. Rezultatele analitice si numerice au permis investigarea dependentei sectiunilor eficace de imprastiere de polarizarea campului electromagnetic extern. O parte din rezultatele noi au fost publicate. Rezultatele teoretice privind caracterizarea corelatiilor cuantice in sisteme moleculare sint in curs de completare cu calcule numerice, urmand a trimise spre publicare
11. Studiul tensorilor Killing-Yano de rang superior si constructia tensorilor Killing asociati si implicit integralelor prime asociate acestora. Constructia operatorului de tip Dirac asociat tensorilor Killing-Yano. S-a aratat ca un spatiu-timp descris de o metrica ce poseda tensori Killing-Yano de rang trei conduce la o teorie lipsita de anomalii cuantice. S-a aratat ca tensorii Killing-Yano asociati metricii Kimura sub actiunea parantezei Schouten- Nijenhuis formeaza o algebra Lie. S-au construit spatiile duale asociate unui spatiu-timp baza si s-au pus in evidenta sistemele dinamice corespunzatoare acestora.

#### 4. Prezentarea rezultatelor:

##### 4.1. Valorificarea în producție a rezultatelor obținute:

Denumirea proiectului	Tipul rezultatului	Efecte scontate
1.	(studiu proiect, prototip, tehnolog, etc., alte rezultate)	
2.		

##### 4.2. Documentații, studii, lucrări, planuri, scheme și altele asemenea:

Tip	Nr. Total	în 2016	în 2017
Documentații			
Studii			
Lucrări			
Planuri			
Scheme			
Altele asemenea (se vor specifica)			

##### Din care:

##### 4.2.1. Lucrări științifice publicate în jurnale cu factor de impact relativ ne-nul (2016-2017):

Nr.	Titlul articolului	Numele Jurnalului, Volumul, pagina nr.	Nume Autor	Anul publicării	Scorul relativ de influență al articolului	Numărul de citări ISI
1	Quantum production of black holes at colliders	Eur. Phys. J. C 76 384	N. Arsene, R. Casadio and O. Micu	2016	1.67	1
2	Polarization dependence in inelastic scattering of electrons by hydrogen atoms in a circularly polarized laser field,	J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, 187, 190-203	Gabriela Buica	2017	0.67	0
3	Symmetries in elastic scattering of electrons by hydrogen atoms in a two-color bicircular laser field	Phys. Rev. A 96, 043419	Gabriela Buica	2017	0.88	0
4	Horizon quantum mechanics of rotating black holes	Eur. Phys. J. C 77, 322.	R. Casadio, A. Giugno, A. Giusti, O. Micu	2017	1.67	1
5	Universal Tan relations for quantum gases in one-dimension	Phys. Rev. A 96, 063612	O.I. Patu and A. Klumper	2017	0.88	0

##### 4.2.2. Lucrări/comunicări științifice publicate la manifestări științifice (conferințe, seminarii, workshops, etc):

Nr. crt.	Titlul articolului, Manifestarea științifică, Volumul, Pagina nr.	Nume Autor	An apariție	Nr. citări ISI
1.				
2.				

#### **4.2.3. Lucrări publicate în alte publicații relevante:**

Nr.	Titlul articolului	Numele Jurnalului, Volumul, Pagina nr.	Nume Autor	Anul publicării
1.				
2.				

#### **4.2.4. Studii, Rapoarte, Documente de fundamentare sau monitorizare care:**

##### **a) au stat la baza unor politici sau decizii publice:**

Tip documet	Nr.total	Publicat în:
Hotărâre de Guvern		
Lege		
Ordin ministru		
Decizie președinte		
Standard		
Altele ( <i>se vor preciza</i> )		

##### **b) au contribuit la promovarea științei și tehnologiei - evenimente de mediatizare a științei și tehnologiei:**

Tip eveniment	Nr. apariții	Nume eveniment:
web-site		
Emisiuni TV		
Emisiuni radio		
Presă scrisă/electronică		
Cărți		
Reviste		
Bloguri		
Altele ( <i>se vor preciza</i> )		

#### **4.3. Tehnologii, procedee, produse informatice, rețele, formule, metode și altele asemenea:**

Tip	Nr. Total	2016	2017
Tehnologii			
Procedee			
Produse informatice			
Rețele			
Formule			
Metode			
Altele asemenea ( <i>se vor specifica</i> )			

--	--	--	--

**Din care:**

**4.3.1 Propuneri de brevete de invenție, certificate de înregistrare a desenelor și modelelor industriale și altele asemenea:**

	Nr.propuneri brevete	Anul înregistrării	Autorul/Autorii	Numele propunerii de brevet
OSIM				1.
				2.
EPO				
USPTO				

**4.4. Structura de personal:**

Personal CD (Nr.)	2016	2017
Total personal	85	89
Total personal CD	74	74
cu studii superioare	78	78
cu doctorat	64	62
doctoranzi	5	6

**4.4.1 Lista personalului de cercetare care a participat la derularea Programului-nucleu:**

Nr.	Nume și prenume	Grad	Funcția	CNP	Echivalent normă întreagă	Anul angajării	Nr. Ore lucrate/An*2017/2016
1	RADU AURELIAN	Doctor	CS III	1691026423027	0,35	1997	705
					0,60		1.224
2	RUJOIU CORNELIU	Doctor	CS III	1730904414518	0,89	1998	1.767
					0,64		1.302
3	FIRU ELENA	Doctor	CS III	1730904414518	0,73	2012	1.463
					0,67		1.359
4	MITU CIPRIAN	Doctor	CS III	1780122364242	0,37	2002	737
					0,67		1.371
5	POTLOG PETRU	Doctor	CS III	1791108330782	0,37	2002	737
					0,69		1.406
6	SEVCENCO ADRIAN	Doctor	CS III	1770718410029	0,37	2003	737
					0,67		1.371

7	STAN EMIL	Doctor	CS III	1771018463034	0,39	2004	776
					0,65		1.321
8	STAN IONEL	Doctor	CS III	1800417230919	0,37	2003	737
					0,67		1.371
9	ISAR PAULA GINA	Doctor	CS II	2810124340925	0,74	2003	1.465
					0,57		1.149
10	DANU ANDREA	Doctor	CS III	2810918134201	0,30	2013	602
					0,66		1.345
11	MOGILDEA MARIAN	Doctor	CS III	1760203520017	0,71	2004	1.407
					0,67		1.363
12	MOGILDEA GEORGE	Doctor	CS III	1760203520017	0,71	2003	1.407
					0,66		1.349
13	NEAGU ALINA	Doctor	CS III	2800716134161	0,73	2004	1.463
					0,68		1.375
14	CHERCIU ILIE MADALIN	Doctor	CS III	1810328384792	0,83	2005	1.647
					0,65		1.312
15	NICULESCU MIHAI	Doctor	CS III	1840123134231	0,89	2014	1.767
					0,67		1.371
16	BACIOIU IULIANA	Doctor	CS	2681026280812	0,87	2005	1.727
					0,61		1.238
17	POPESCU IRINA		CS	2730122421518	0,87	2013	1.743
					0,58		1.187
18	BANARU OVIDIU		Tehnician	1700427341331	0,70	2007	1.393
					0,63		1.276
19	DUMITRU BOGDAN	Doctorand	ACS	1880822204967	0,75	2009	1.488
					0,71		1.451
20	PREDA TITI	Doctor	CS III	1551207400342	0,84	2009	1.679
					0,57		1.152
21	IRIMIA FLORIN		ACS	1900409210021	0,87	2016	1.734
					0,65		1.325
22	CHIRITOI GABRIEL		CS	1801103375229	0,37	2012	739
					0,67		1.371
23	DUTAN IOANA	Doctor	CS III	2691222461514	0,60	2012	1.188
					0,65		1.328
24	RISTEA CATALIN	Doctor	CS III	1770903014317	0,37	2013	737
					0,67		1.371
25	MIULESCU ALEXANDRU		Tehnician	1890823420147	0,64	2014	1.278
26	GHENESCU VETA	Doctor	CS III	2740411035048	0,34	2003	669
					0,67		1.352
27	POPESCU MIHNEA	Doctor	CS III	1710819410026	0,37	2011	739
					0,68		1.378
28	ZGURA SORIN	Doctor	CS I	1720410130915	0,89	1996	1.765
					0,55		1.109

29	CARAMETE ANA	Doctor	CS III	2790518411515	0,27	2002	544
					0,65		1.326
30	POPA LUCIA	Doctor	CS I	2570417400705	0,54	1989	1.082
					0,60		1.215
31	TONOIU DANIEL	Doctor	CS III	1780111033079	0,56	2001	1.107
					0,58		1.177
32	PAVALAS GABRIELA	Doctor	CS III	2771220451837	0,72	2002	1.440
					0,64		1.309
33	FELEA	Doctor	CS III	1680518434551	0,73	1995	1.460
					0,62		1.264
34	CARAMETE LAURENTIU	Doctor	CS III	1790718205909	0,37	2004	739
					0,73		1.489
35	MICU OCTAVIAN NICUSOR	Doctor	CS I	1761226304002	0,84	2011	1.679
					0,54		1.103
36	ARSENE NICUSOR	Doctor	CS III	1880516375231	0,92	2011	2.057
					0,72		1.459
37	TUDOSE VALERIU MIHAI	Doctor	CS III	1780502464523	0,92	2012	2.065
					0,74		1.494
38	POPA VLAD	Doctor	CS	1561029400497	0,65	1984	1.292
					0,59		1.202
39	PASTRAV BOGDAN	Doctor	CS III	1561029400497	0,87	2016	1.727
					0,62		1.255
40	BRANZAS HOREA	Doctorand	ACS	1910710055135	0,77	2016	1.529
41	BUNDARU RALUCA	Doctor	CS	2701202414515	0,85	1995	1.687
					0,70		1.432
42	VATASESCU MIHAELA	Doctor	CS II	2690331384195	0,80	1992	1.599
					0,68		1.390
43	STEFANESCU PETRUTA	Doctor	CS III	2671220100089	0,83	1996	1.647
					0,72		1.455
44	POPA CATALIN	Doctor	CS III	1730223280806	0,78	1999	1.551
					0,65		1.318
45	TINTAREANU OVIDIU	Doctor	CS III	1700531340015	0,89	1998	1.767
					0,74		1.494
46	IONESCU CRISTIAN	Doctor	CS III	1791226430057	0,89	2002	1.767
					0,64		1.306
47	PATU OVIDIU	Doctor	CS III	1800304046259	0,89	2003	1.767
					0,67		1.371
48	COMISEL HORIA	Doctor	CS III	1630224293098	0,01	1996	28
					0,27		541
49	ECHIM MARIUS	Doctor	CS I	1680129060770	0,73	2012	1.447



					0,35		720
50	MARGHITU OCTAV	Doctor	CS II	1661028410017	0,20	1995	407
					0,48		984
51	CONSTANTINESCU DRAGOS	Doctor	CS III	1701222463041	0,27	1997	545
					0,67		1.371
52	BLAGAU ADRIAN	Doctor	CS	1670816020097	0,27	2002	545
					0,67		1.369
53	BUNESCU COSTEL	Doctorand	CS	1790314150375	0,01	2002	21
					0,67		1.371
54	CONSTANTINESCU VLAD	Doctor	CS III	1810907450067	0,20	1997	402
					0,67		1.371
55	VOITCU GABRIEL	Doctor	CS III	1830215081661	0,71	2004	1.407
					0,67		1.371
56	TORDAI GAVRIL		Tehnician	1520924400556	0,05	2012	106
					0,37		758
57	MUNTEANU COSTEL	Doctor	CS III	1830513171699	0,71	2010	1.407
					0,67		1.371
58	TEODORESCU ELIZA	Doctor	CS III	2830503152537	0,71	2013	1.407
					0,67		1.371
59	NEGREA CATALIN	Doctor	CS III	1861014394065	0,71	2016	1.407
					0,30		607
60	VIZITIU CRISTIAN	Doctor	CS III	1850611471347	0,71	2010	1.407
					0,71		1.439
61	NISTORESCU ALEXANDRU	Doctorand	CS	1900824082563	0,71	2012	1.407
					0,72		1.457
62	DINCULESCU ADRIAN	Master	CS III	1910719471338	0,68	2014	1.349
63	BARCAN MISU		Referent	1541018400046	0,22	2015	440
64	PISO MARIUS	Doctor	CS I	1540107400341	0,89	1990	1.767
					0,51		1.042
65	SELARU DAN	Doctor	CS III	1651002180799	0,54	1991	1.083
					0,61		1.230
66	MIHAILESCU MARIAN		ACS	1520322400217	0,16	1996	320
					0,65		1.328
67	POPESCU GH. ELENA		Tehnician	2680907441535	0,89	1990	1.772
					0,30		1.328
68	OLTEANU ION		Tehnician	1530305400116	0,92	1990	1.828
					0,65		1.328
69	RACHERU MIHAI	Doctor	CS III	1710813047405	0,89	1997	1.767
					0,74		1.494

70	GHENESCU MARIAN	Doctor	CS III	1740814180796	0,37	1998	737
					0,67		1.353
71	CUCU DUMITRESCU CATALIN	Doctor	CS III	1670518441520	0,71	1991	1.407
					0,74		1.494
72	TRUSCULESCU MARIUS	Doctor	CS III	1821226250019	0,19	2004	369
73	BALAN LIVIU MUGUREL	Doctorand	CS	1830122105044	0,19	2004	369
74	PANDELE CONSTANTIN ALEXA	Doctor	CS III	1830124360019	0,19	2015	369
75	DRAGASANU CLAUDIU	Doctor	CS III	1820515440063	0,19	2012	369
76	VLASE CORNELIA		Consilier juridic	2760423461566	0,29	2013	568
77	MIHALCEA FLORENTINA		Referent	2710201431519	0,35	2015	688
					0,23		475
78	SLAFCIU MIHAELA		Economist	2810806450021	0,31	2017	608
79	CURCAN OLGUTA		Referent	2710830470011	0,31	2017	624
80	RAICU ADRIAN		Inginer	1630509400655	0,08	2005	168
					0,59		1.193
81	PETCU LIVIU		Inginer	1690829470024	0,31	2009	624
					0,65		1.328
82	POPESCU RAMONA		Inginer	2690511104987	0,31	2011	608
					0,65		1.328
83	LEONTE VERONICA		Econmist	2670729520075	0,35	1994	688
					0,59		1.193
84	POPESCU AURELIA		Contabil	2710203451519	0,29	1990	568
					0,59		1.193
85	RAICU CARMEN		Inginer	2650512400131	0,35	1995	688
					0,57		1.160
86	PETCU AMALIA		Econmist	2700528522529	0,35	1990	688
					0,55		1.108
87	NEDELICU LILIANA		Econmist	2721224470020	0,38	1997	765
					0,57		1.160
88	DUMITRU SORIN SORIN		Econmist	1780107214607	0,30	2015	600
					0,45		909
89	MARIN VIRGINIA		Referent	2590529400052	0,35	1995	688

					0,58		1.174
90	POPESCU LORIN	Doctor	ACS	1781213384214		2004	
					0,29		592
91	CIOBANU MIRCEA	Doctor	CS I	1451010400046		2006	
					0,69		1.408
92	VALEANU VLAD	Doctor	CS II	1480902400288		2002	
					0,68		1.387
93	MARIN MIHAELA	Doctor	CS III	2821116450053		2006	
					0,07		135
94	CALIN MARIANA		Ref.	2650421400511		2010	
					0,32		653
95	BOJAN STEFANIA		contab	2880709410102		2012	
					0,45		909
96	BUICA GABRIELA	Doctor	CS I	2680717163255		1996	
					0,69		1.408

\* Se vor specifica numărul de ore lucrate în fiecare dintre anii de derulare ai Programului Nucleu, prin inserarea de coloane

**4.5. Infrastructuri de cercetare rezultate din derularea programului-nucleu. Obiecte fizice și produse realizate în cadrul derulării programului; colecții și baze de date conținând înregistrări analogice sau digitale, izvoare istorice, eșantioane, specimene, fotografii, observații, roci, fosile și altele asemenea, împreună cu informațiile necesare arhivării, regăsirii și precizării contextului în care au fost obținute:**

Nr.	Nume infrastructură/obiect/bază de date...	Data achiziției	Valoarea achiziției (lei)	Sursa finanțării	Valoarea finanțării infrastructurii din bugetul Progr. Nucleu	Nr. Ore-om de utilizare a infrastructurii pentru Programul-nucleu
1.						
2.						

**5. Rezultatele Programului-nucleu au fundamentat alte lucrări de cercetare:**

	Nr.	Tip
Proiecte internaționale		Ex. Orizont 2020, Bilateral, EUREKA, COST, etc.
Proiecte naționale		Ex. PNCDI III, etc.

**6. Rezultate transferate în vederea aplicării :**

Tip rezultat	Instituția beneficiară (nume instituție)	Efecte socio-economice la utilizator
Ex. tehnologie, studiu	nume IMM/instituție	

**7. Alte rezultate: .... (a se specifica, dacă este cazul).**

**8. Aprecieri asupra derulării programului și propuneri:**

**DIRECTOR GENERAL,**

*Nume și Prenume*  
*Semnătura*

**DIRECTOR DE PROGRAM,**

*Nume și Prenume*  
*Semnătura*

**DIRECTOR ECONOMIC,**

*Nume și Prenume*  
*Semnătura*