

Féléves Doktori Beszámoló, 2023/24/1

Jánosi Dániel (daniel.janosi@ttk.elte.hu)

Statisztikus Fizika, Biológiai Fizika és Kvantumrendszerek Fizikája Program

Témavezető: *Károlyi György*, egyetemi tanár, BME NTI

Dolgozat: Időfüggő paraméterű kaotikus rendszerek elmélete és alkalmazásai

1. Bevezetés

A félév legfontosabb eseményei közé tartozik, hogy elnyertem a Kooperatív Doktori Program (KDP) ösztöndíjat, az egyik projektemet sikerrel pályáztuk beküldésre a Physics Reports folyóiratban, megjelent egy publikációm a Frontiers in Earth Science folyóiratban, részt vettem egy három hetes workshopon nemlineáris dinamika témában a Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems szervezésében Drezdában, valamint tudományos segédmunkatársi állást kaptam a HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézetben.

2. A doktori képzésen belül ebben a félévben megvalósult kutatómunka

2.1. Kaotikus transzport plazmafizikai alkalmazása

Együttműködők: Károlyi György (BME), Pokol Gergő (BME), Papp Gergely (MPI IPP), Veres Gábor (BME, GEMS Engineering)

A korábbiakban bemutatott problémával kapcsolatos publikáció írása lassan, de halad. A témában elnyertem a 2023-as Kooperatív Doktori Program ösztöndíjat, ahol a témavezető Károlyi György, a vállalati szakértő Veres Gábor. Az ösztöndíjas időszak február 1-től indul, a kutatási terv szerinti első feladataink a korábban már leírt transzportmodell felépítése, alkalmazása a tokamak-geometriát leíró relasztikusabb leképezésen [1] (lásd az első féléves beszámoló 2.3 fejezetét), illetve a vállalati berendezésekkel és mérés technikákkal való ismerkedés.

2.2. Az időfüggő paraméterű kaotikus rendszerek elméletének továbbfejlesztése

Együttműködők: Tél Tamás (ELTE)

A [2–5] publikációk eredményeként létrejött kutatási projekt és a kapcsolódó publikáció elhúzódik. Ez főleg annak köszönhető, hogy pályáztuk a kutatást a Physics Reports folyóiratba való beküldésre, amelyet a szerkesztőség elfogadott, így a publikáció típusa sokkal inkább a review felé tolódik, miközben egyre több új eredmény is adódik hozzá. Továbbá decemberben vendégségben volt nálunk Eduardo Altmann kollégánk a Sydney-i Egyetemről, aminek a hatására egy egész újabb fejezettel bővült a szöveg. Az új beküldési határidő jelenleg április.

2.3. A EAPD módszer alkalmazása klímamodellben

Együttműködők: Tél Tamás (ELTE), Herein Mátyás (ELTE, EPSS)

A korábban vázolt kutatás publikálása több bírálói kör után megtörtént a *Frontiers in Earth Science* folyóiratban [6]. Ebből kiindulva két jövőbeli elképzelésünk van. Egyrészt szeretnénk a jelenlegi kutatás alapján az EET (extreme emergence time) mennyiséget bevezetni mint új globális klíma indikátor, másrészt szeretnénk ténylegesen alkalmazni az EAPD módszert egy redukált, csak a léghőre vonatkozó modellben.

2.4. Időben változó paraméterű galaxismodell káoszelméleti leírása

Együttműködők: Kovács Tamás (ELTE), Illés Eduárd (University of Lund)

A kutatásról készült publikációt ősszel beadtuk az *Astronomy and Astrophysics* folyóirathoz, azonban az egyetlen bíráló rendkívül drasztikus változtatásokat javasolt. Úgy döntöttünk, hogy ezeket megpróbáljuk végrehajtani, mert úgy gondoljuk hogy valóban fejlődhet ezektől a publikáció, a bírálót pedig nem éreztük rosszulhatónak. A változtatásokra kértünk határidő hosszabbítást az újságtól, az új határidő május.

3. Egyéb kutatómunka

3.1. Geomágneses dinamó egyszerűsített modelljének megalkotása a Lorenz modell alapján, valamint a paraméterváltozás hatásának megfigyelése

Együttműködők: Herein Mátyás (ELTE, EPSS)

Szeptembertől tudományos segédmunkatársként dolgozom a soproni HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézetben (EPSS). Ennek keretében főleg olyan, az intézet tevékenységébe illeszkedő témákat igyekszem felderíteni, ahol a meglévő káoszelméleti háttérrel alkalmazni tudom. Elsőként a geomágnesiséget választottam, ahol a Föld mágneses pólusának átfordulása több évtizedes probléma. Az ezt hajtó, a külső magban létrejövő ún. geodinamó MHD egyenletei bonyolultak, és analitikusan nem megoldhatóak. A legfontosabb kérdés, hogy a szabálytalan időközönkénti pólusváltásra mi a magyarázat. Erre többféle modell is létezik, akár egészen egyszerű kaotikus dinamikai rendszerek. Ennek az oka az, hogy már a Lorenz modell, az egyik legalapvetőbb kaotikus modell is produkál az átforduláshoz hasonló jelenséget: a trajektóriák egy ideig az attraktor egyik, majd egy ideig a másik oldalán tartózkodnak. A Lorenz modell levezethető, bizonyos közelítések mellett, a Navier-Stokes és a hőtranszport egyenletek összecsatolásából, azonban úgy látjuk, hogy a hasonlóan egyszerű dinamómodellek főleg ad hoc módon lettek bevezetve, úgy hogy hasonlítsanak a Lorenz modellhez. A mi célunk az, hogy a Lorenz modell levezetését alapul véve egy új, egyszerű kaotikus dinamómodellt vezessünk be, a Navier-Stokes és az indukciós egyenlet (4. Maxwell egyenlet) összecsatolásából kiindulva. Ha ez sikerült, akkor további terv hogy a változó paraméterű kaotikus rendszerek elméletét használva szimuláljuk a geodinamó több millió évvel ezelőtti beindulását. Ezt akár korábban is elkezdhetjük, más modellekre alapozva.

4. Publikáció

- M. Herein, D. Jánosi and T. Tél, An ensemble based approach for the effect of climate change on the dynamics of extremes, *Frontiers in Earth Science* **11**, 1267473 (2023) <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1267473>

5. Konferencia részvétel

- **Dynamics Days 2023**
Helyszín: University of Naples, Nápoly, Olaszország
Időpont: 2023 szeptember 3-8

Részvétel: Előadó

Előadás címe: Quantitative and qualitative methods to describe chaos in non-autonomous systems as models for climate change

Leírás: Az előadásomban az [5] publikáció legfontosabb eredményeit mutattam be.

- **Non-autonomous Dynamics in Complex Systems: Theory and Applications to Critical Transitions, International Seminar and Workshop 2023**

Helyszín: Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Drezda, Németország

Időpont: 2023 október 9-27

Részvétel: Előadó/hallgató

Előadás címe: Describing chaos in non-autonomous Hamiltonian systems

Leírás: A három hetes workshop keretén belül az eddigi káoszelméleti kutatásaim legfontosabb eredményeit mutattam be poszteren, illetve részt vettem nemautonóm rendszerekkel és azok alkalmazásával kapcsolatos előadásokon.

- **Alkalmazott Matematikai Napok**

Helyszín: BME

Részvétel: Hallgató

6. Tanulmányok

A 2022/23/2 félévben hallgatott tárgyaim:

- **Frontok és Mintázatok (FIZ/3/078)**

Oktató: Rác Zoltán

Érdemjegy: Jeles (5)

7. Oktatás

A 2022/23/2 félévben oktatott tárgyaim:

- **Elméleti mechanika B/Elméleti mechanika G, gyakorlat (elmfiz1bf19va/elmfiz1gf17ga)**

Képzés: Osztatlan fizikatanár képzés, Földtudományi BSc

A kurzust felvett/teljesítő hallgatók száma: 23/22

- **Haladó káoszelmélet (sphalkaos22ea)**

Képzés: Fizika BSc, Fizikus MSc

A kurzust felvett/teljesítő hallgatók száma: 9/9

Az ebben a félévben oktatott két tárgyamért felvettem 2-2 oktatási kreditet.

8. Témavezetett hallgatók

- **Blázsik Árpád, ELTE Fizika BSc**

Társtémavezető: Károlyi György

Árpád úgy döntött, hogy a 2023-as TDK-ra még nem készít dolgozatot, így most a kutatás is szünetel, majd a következő évi TDK-ra tervezünk készülni.

- **Horváth Anikó, ELTE Fizika BSc**

Társtémavezető: Kovács Tamás

Az alacsony dimenziós, időfüggő paraméterű kaotikus plazmamodellről szóló, korábban félbemaradt projektet (lásd az első féléves beszámoló 2.3 fejezetét) Horváth Anikó fogja tovább vinni, akinek tervvel ez lesz a BSc szakdolgozati témája.

9. Ösztöndíjak, elismerések

A félév során az Új Nemzeti Kiválóság Program (ÚNKP) ÚNKP-23-3-I-ELTE-264 kódú ösztöndíjában részesültem. Időközben elnyertem a Kooperatív Doktori Program (KDP) C2262591 kódú ösztöndíját, és mivel a KDP és az ÚNKP között összeférhetlenség áll fenn, ezért utóbbiról 2024 január 31-ével lemondtam.

10. Ismeretterjesztés

A Pro Scientia Aranyéremem apropóján felkértek, hogy tartsak egy előadást a kutatásaimról az Atomoktól a csillagokig sorozatban, amire 2024 január 25-én került sor.

Hivatkozások

- [1] Portela et. al., Int. Journal of Bif. and Chaos **17**, 5 (2007)
- [2] Jánosi and Tél, Chaos **29**, 121105 (2019)
- [3] Jánosi and Tél, Chaos **31**, 033142 (2021)
- [4] Jánosi, Károlyi and Tél, Nonlinear Dynamics **106**, 2781 (2021)
- [5] Jánosi and Tél, Phys. Rev. E **105**, L062202 (2022)
- [6] Herein, Jánosi and Tél, Frontiers in Earth Science **11**, 1267473 (2023)