



**Vilniaus  
universitetas**

# Aktyvių ir pasyvių dalelių struktūrų formavimosi modeliavimas ir analizė

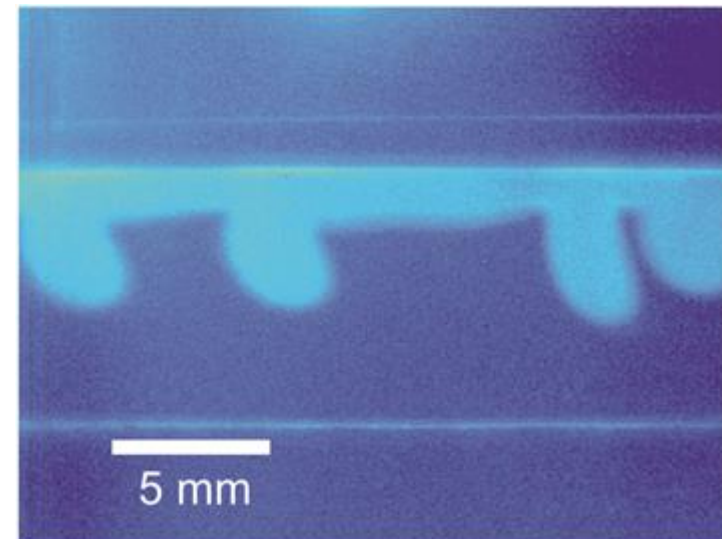


Boleslovas Dapkūnas  
2019–2024 m.  
2020–2022 m. ataskaita

Vadovas: dr. Romas Baronas  
Konsultantas: dr. Remigijus Šimkus

# Tyrimo objektas

- Bakterijų populiacijos struktūrų formavimasis
- Galime gerai modeliuoti paviršių
- Empiriniuose eksperimentuose pastebima gravitacijos įtaka
- Tiriama, kaip galima modeliuoti reakcijos-difuzijos-chemotaksio lygtimis su skysčių dinamika



# Tyrimo tikslas

Sudaryti dvimatį aktyvių ir pasyvių dalelių (bakterijų populiacijos) struktūros formavimosi kompiuterinį modelį, tinkamai aprašantį empirinių eksperimentų rezultatus, sudaryti aktyvių ir pasyvių dalelių (bakterijų populiacijos) struktūrų vaizdų analizės modelį ir, pasinaudojant abiem modeliais, ištirti bakterijų populiacijos struktūros dinamikos dėsningumus.

# Planuojami rezultatai

- Sudarytas dvimatis aktyvių ir pasyvių dalelių struktūros formavimosi kompiuterinis modelis, tinkamai aprašantis bakterijų kolonijų fizinių eksperimentų rezultatus.
- Sudarytas aktyvių ir pasyvių dalelių (bakterijų kolonijų) vaizdų analizės modelis.
- Aprašyti bakterijų populiacijos struktūros dinamikos dėsningumai pasinaudojant sudarytais modeliais.

# Visų studijų planas

Studijų metai	Egzaminai		Dalyvavimas konferencijose		Publikacijos		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2019/2020)	2	2					
<b>II (2020/2022)</b>	2	2		1			
III (2022/2023)			1		1		
IV (2023/2024)			1		1		

# Ataskaitinių metų darbo planas

Egzaminai		
Planas		Įvykdyta
Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai		Išlaikyta: Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai, 2021-01-27, įvertinimas 10
Efektyvūs algoritmai		Išlaikyta: Efektyvūs algoritmai, 2021-03-18, įvertinimas 10
Dalyvavimas konferencijose		
Planas	Įvykdyta	Konferencijos tipas
	Boleslovas Dapkūnas, Romas Baronas, Žilvinas Ledas. Modelling the Bacterial Self-Organisation: The Effect of Modulation of Oxygen Consumption Rate. ICNAAM 2022. 2022-09-24. Heraklionas, Graikija, nuotoliniu būdu internetu.	Tarptautinė

# Mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
1. Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje)	2021 m. sausio mėn.	Parengta dalis mokslinės literatūros apžvalgos
2. Mokslinio tyrimo vykdymas: 2.1. Tyrimo metodikos sudarymas 2.2. Teorinis tyrimas: 2.3. Empirinis tyrimas: 2.4. Gautų duomenų analizė, apibendrinimas, išvadų parengimas	2022 m. rugsėjo mėn. 2023 m. sausio mėn. 2023 m. rugsėjo mėn. 2024 m. vasario mėn.	Atlikta dalis teorinių ir empirinių tyrimų

# Mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
3. Atskirų daktaro disertacijos dalių (tyrimo metodikos, rezultatų, ginamų teiginių, išvadų, ir kt.) parengimas	2024 m. kovo mėn.	
4. Daktaro disertacijos parengimas ir svarstymas padalinyje	2024 m. gegužės mėn.	
5. Daktaro disertacijos gynimas	2024 m. rugsėjo mėn.	



# 2020/2022 metų rezultatai

- Išklaustyti dalykai ir išlaikyti egzaminai:
  - Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai, 8 kreditai, 2021-01-27, įvertinimas 10,
  - Efektyvūs algoritmai, 7 kreditai, 2021-03-18, įvertinimas 10,
- Sudalyvauta vasaros mokykloje EEML 2022, 4 kreditai, 2022-07-06 – 2022-07-14,
- Praplėsta mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė:
  - Praplėsta matematinių modelių apžvalga,
  - Pradėta vaizdų analizės metodų apžvalga,
- Atliktas tyrimas, kaip skirtingos deguonies sunaudojimo moduliacijos funkcijos įtakoja modeliavimo rezultatus. Rezultatai pristatyti ICNAAM 2022 konferencijoje 2022-09-24,
- Pradėtas tyrimas, kaip pasikeičia modeliavimo rezultatai įvedus priklausomybę nuo gravitacijos modelį, praplečiant Navier–Stokes skysčių dinamikos lygtimis.

# Kitų metų darbo planas

- Plečiama mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė,
- Dalyvavimas 1 Lietuvos mokslinėje konferencijoje
- Dalyvavimas 1 tarptautinėje mokslinėje konferencijoje
- Tęsiamas modelio praplėtimo skysčių dinamikos lygtimis tyrimas

# Rezultatų atkartojimas [1]

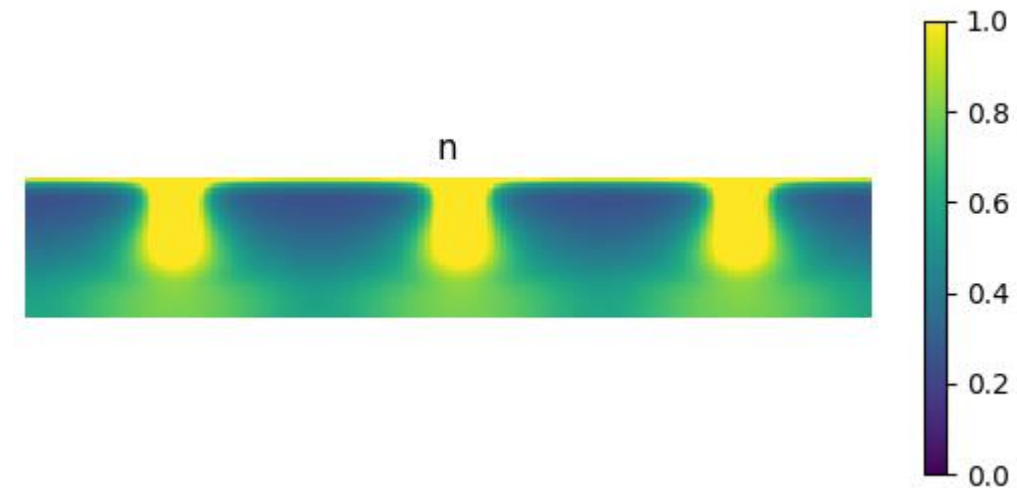
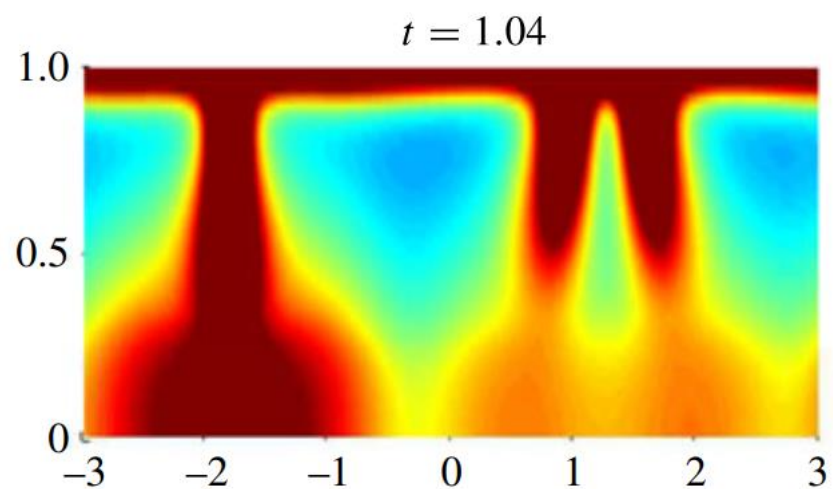
$$\frac{\partial n}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \vec{\nabla})n + \alpha \nabla \cdot (r(c)n \nabla c) = \Delta n,$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \vec{\nabla})c = \delta \Delta c - \beta r(c)n,$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \vec{\nabla})\omega = S c \Delta \omega - \gamma S c \frac{\partial n}{\partial x},$$

$$\Delta \Psi = -\omega.$$

# Rezultatų atkartojimas [1]



# Deguonies sunaudojimo moduliacija

$$f(n, o) = g(n, o) = 1,$$

$$f(n, o) = g(n, o) = \theta(o),$$

$$f(n, o) = 1, \quad g(n, o) = o,$$

$$f(n, o) = g(n, o) = \theta(o - o^*).$$

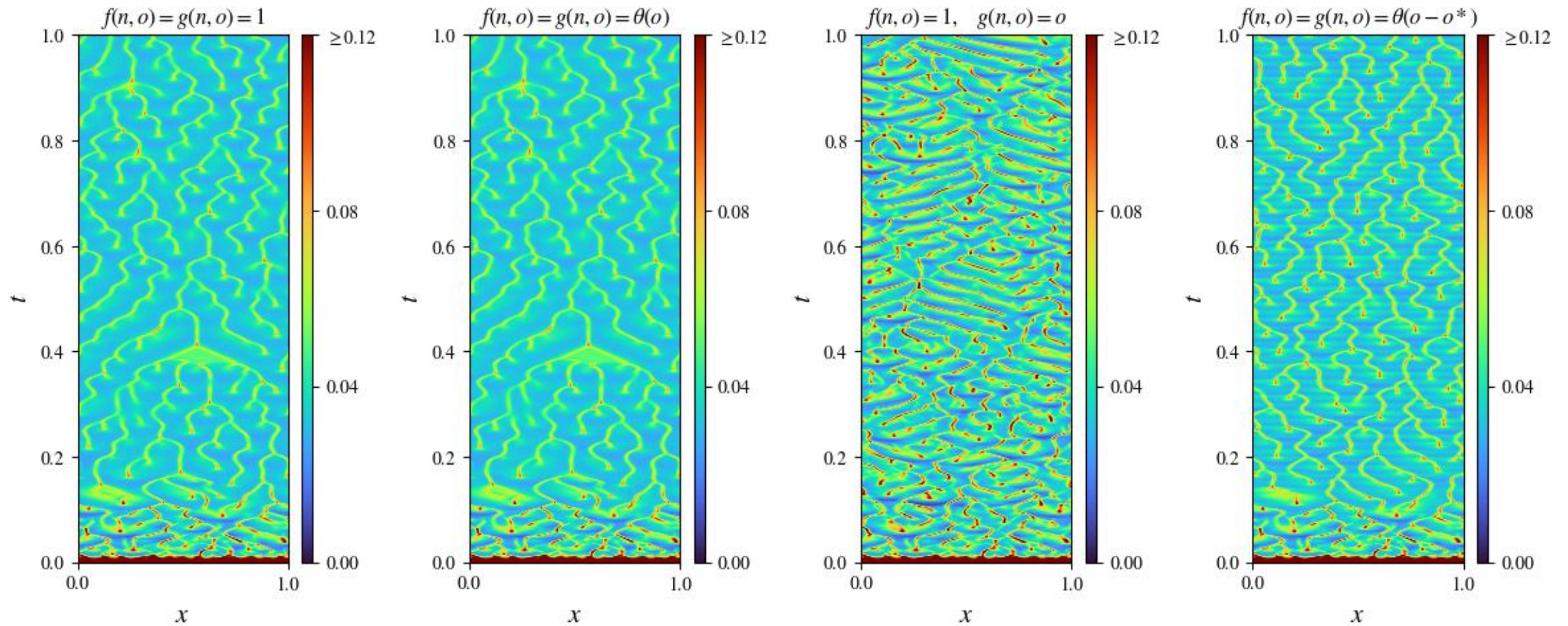
$$\frac{\partial n}{\partial t} = D_n \Delta n - \chi \nabla(n \nabla c) + \gamma \alpha n \left(1 - \frac{n}{o}\right) f(\mathbf{n}, \mathbf{o}),$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D_c \Delta c + \gamma \left( \frac{n}{1 + \beta n} f(\mathbf{n}, \mathbf{o}) - c \right),$$

$$\frac{\partial o}{\partial t} = D_o \Delta o - \gamma \lambda n g(\mathbf{n}, \mathbf{o}).$$

# Deguonies sunaudojimo moduliacija

Vilniaus  
universitetas



# Tolimesni tyrimai – skysčių dinamika

$$\frac{\partial n}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \vec{\nabla})n = D_n \Delta n - \chi \nabla(n \nabla c) + \gamma \alpha n \left(1 - \frac{n}{o}\right),$$

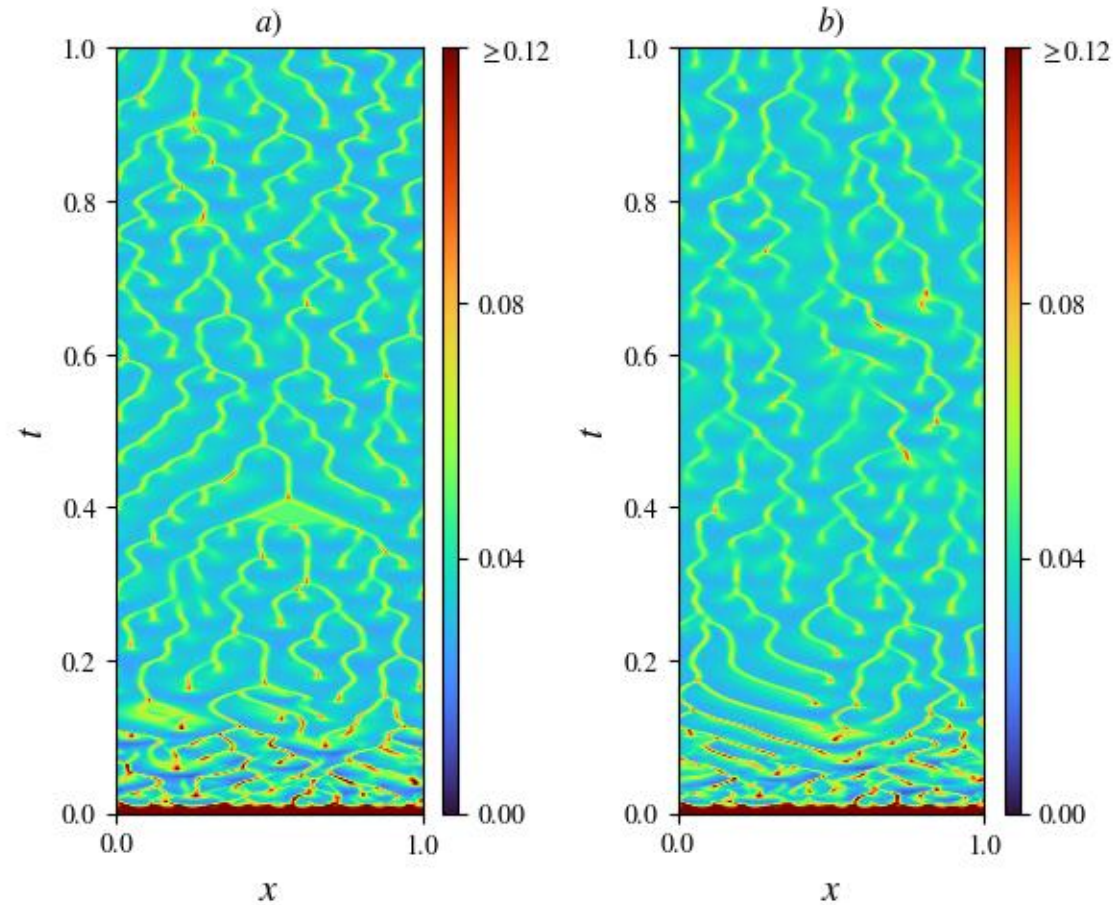
$$\frac{\partial c}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \vec{\nabla})c = D_c \Delta c + \gamma \left(\frac{n}{1 + \beta n} - c\right),$$

$$\frac{\partial o}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \vec{\nabla})o = D_o \Delta o - \gamma \lambda n,$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \vec{\nabla})\omega = \nu \Delta \omega - \gamma \kappa \frac{\partial n}{\partial x},$$

$$\Delta \psi = -\omega$$

# Tolimesni tyrimai – skysčių dinamika





# Šaltiniai

[1] Chertock, A., K. Fellner, A. Kurganov, A. Lorz, and P. A. Markowich.  
"Sinking, merging and stationary plumes in a coupled chemotaxis-fluid model:  
a high-resolution numerical approach." *Journal of Fluid Mechanics* 694 (2012):  
155-190.



**Vilnius  
universitetas**

---

# Klausimai?