

OpenWorm: компьютерная модель живого организма на клеточном уровне

Хайрулин Сергей
s.khayrulin@openworm.org



Создание первой цифровой формы ЖИЗНИ



Цели проекта OpenWorm

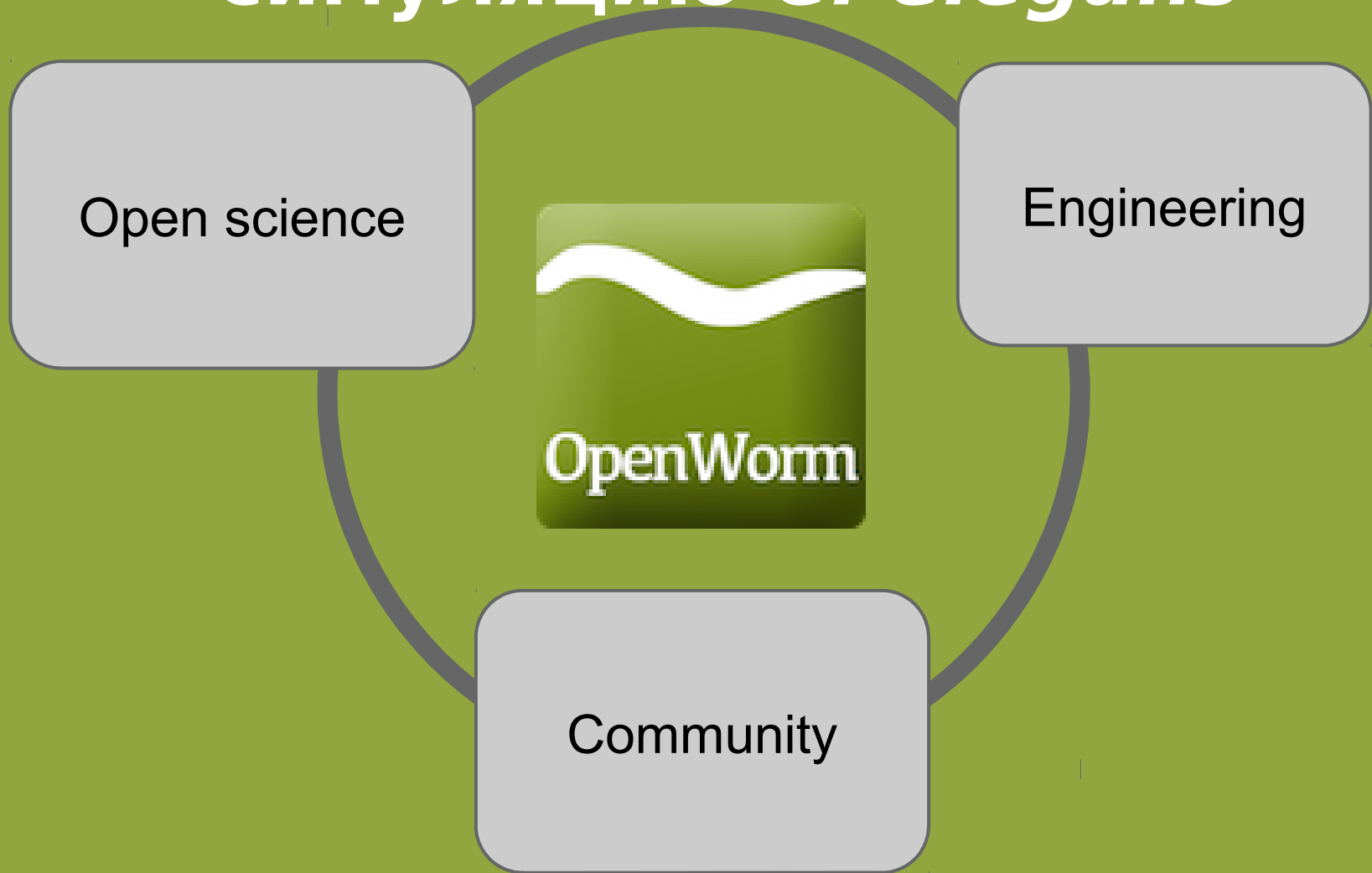
Долгосрочные
Полномасштабная симуляция *C. elegans*

Промежуточные
Попытаться достаточно точно воспроизвести поведение нематоды (используя базу данных WormBehaviour) используя 3D механистическую модель



[Szigeti et al.](#)
[Front. Comp. Neuro., 2014](#)

OpenWorm разрабатывает симуляцию *C. elegans*



C. elegans background

- Поведение
 - Поиск еды & партнеров
 - Избегание хищников & токсинов
 - Социальное поведение
- Геномика
 - Первый многоклеточный организм чей геном был полностью секвенирован
- Клеточная анатомия
 - 302 нейрона, 95 мышц, ~1000 клеток всего
- Connectome
 - Единственный организм чей коннектом полностью известен.

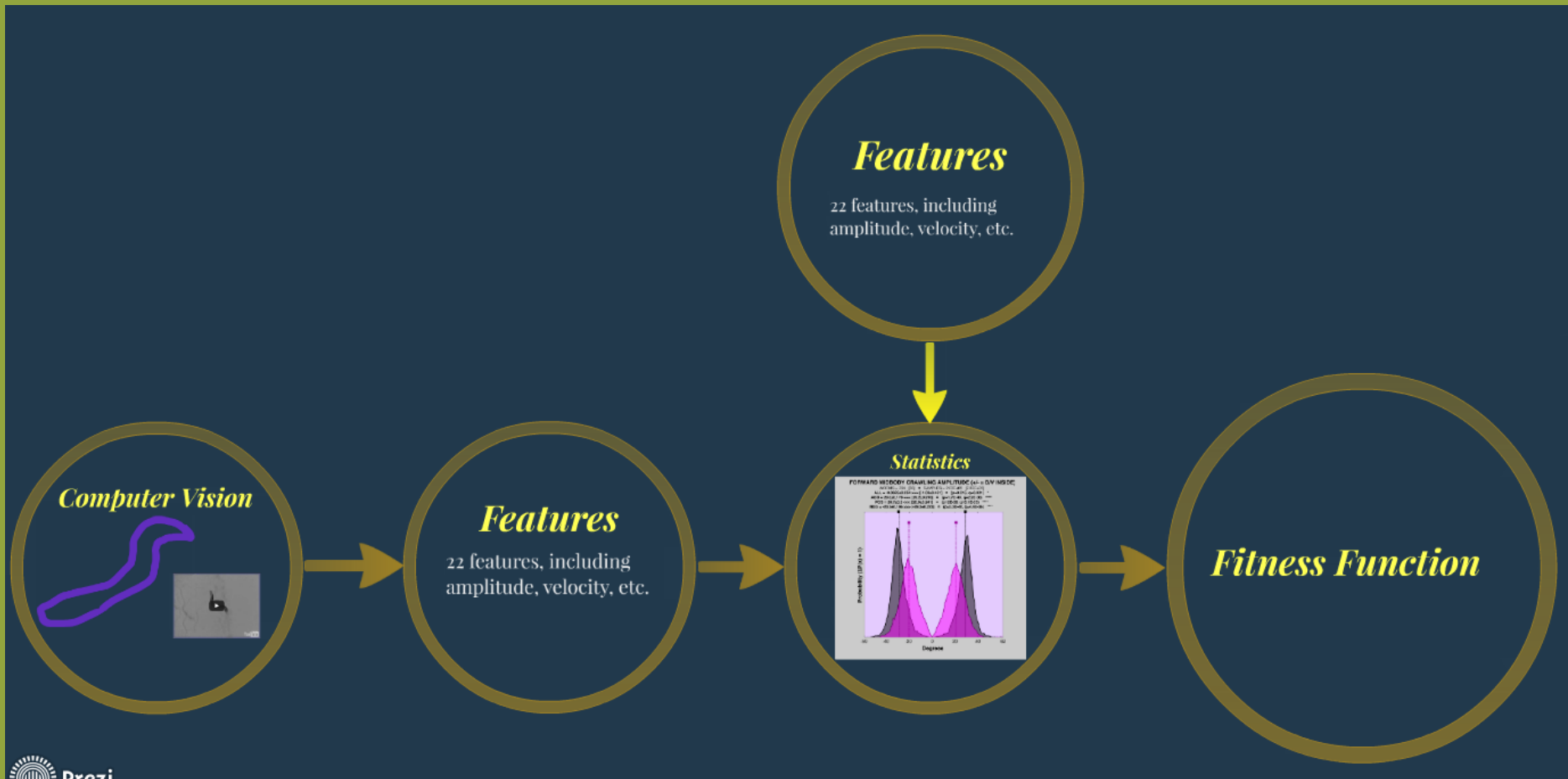


Поведение



Yemini et al., 2013

Валидация Движения



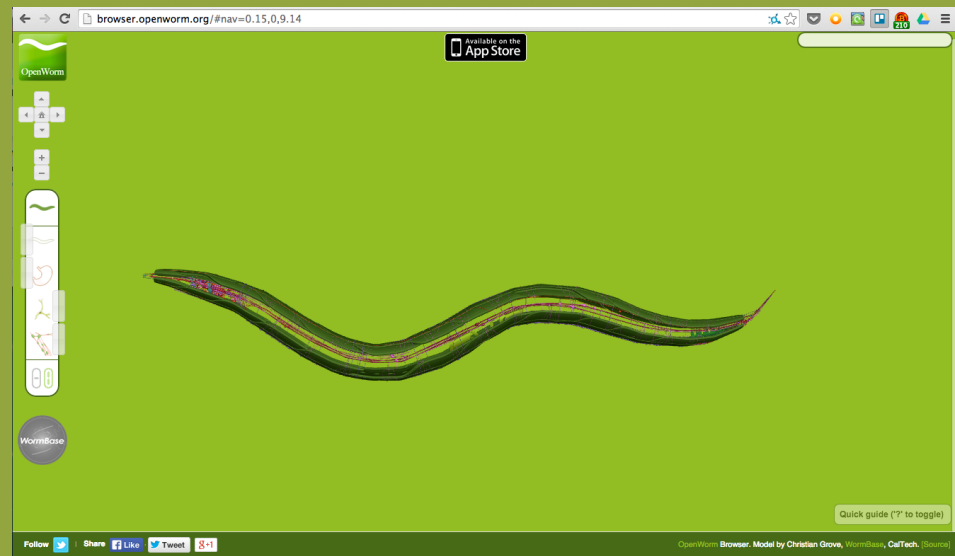
Worm Browser



Matteo Cantarelli
Stephen Larson
Giovanni Idili
Rich Stoner

Worm Browser

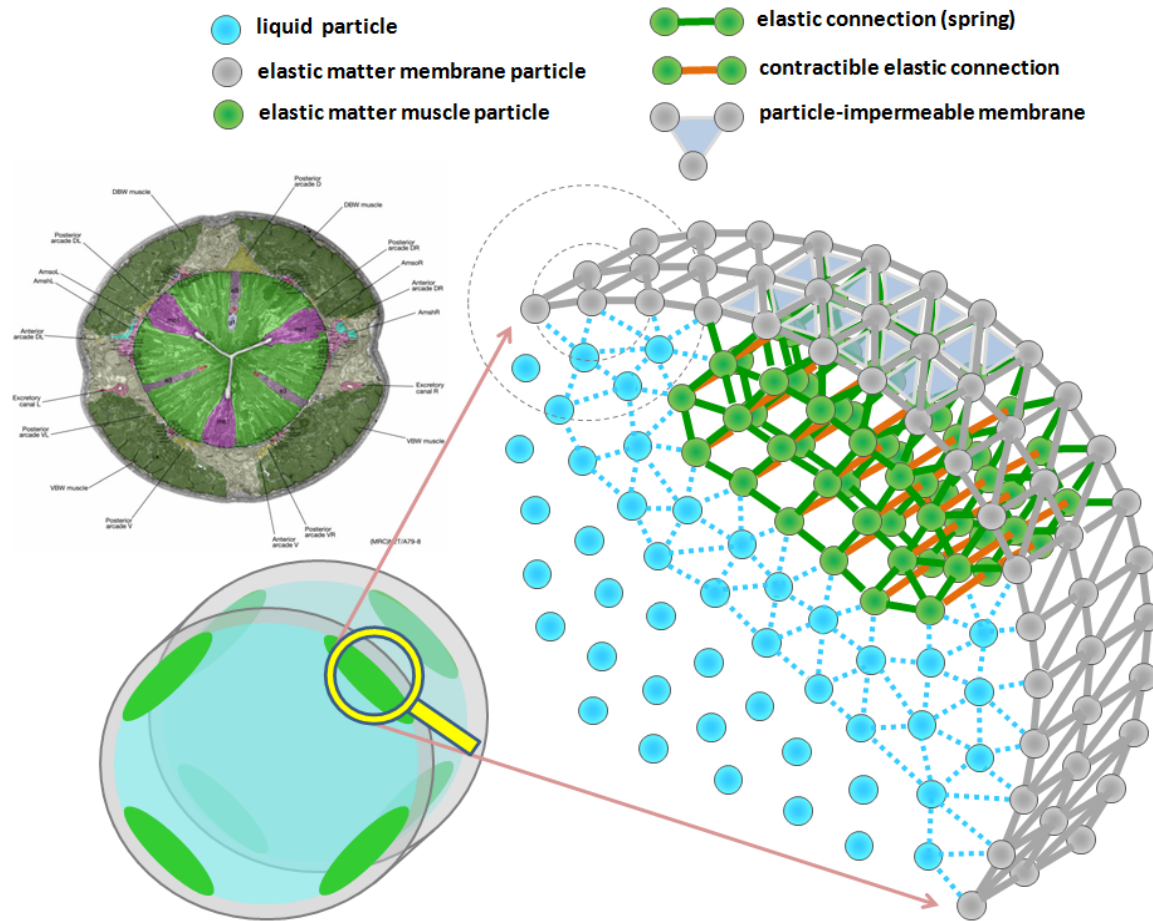
- Приложение с открытым исходным кодом
- Основан на общедоступной версии платформы “Google Body Browser”
 - Поиск по имени клетки
 - Набор различных анатомических слоев
 - Вращение & zoom
- 3D модель тела взята с WormBase (Grove & Sternberg 2011)
 - Детальный анатомический атлас с. elegans созданный при помощи световой и электронной микроскопии
 - Атлас переводился в трёхмерную модель (Blender) С. Grove в течении 2х лет



Matteo Cantarelli
Stephen Larson
Giovanni Idili
Rich Stoner

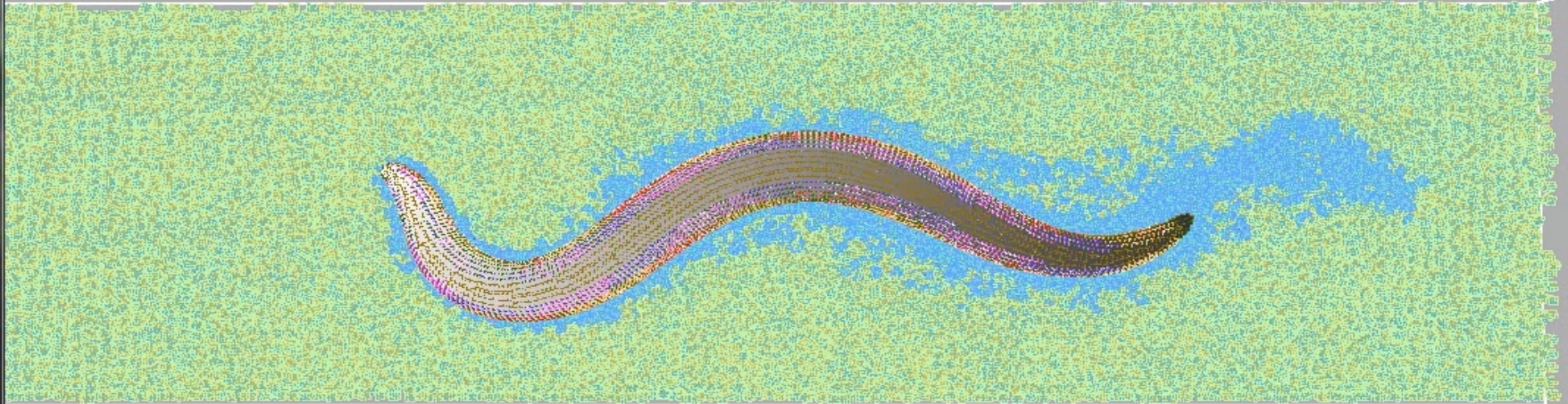
“Chromatic”

Proposed model of worm body



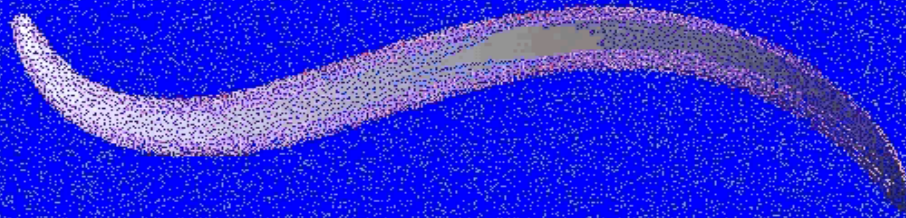
Механический прототип: “Sibernetic”

Liquid particles: 7052, elastic matter particles: 160549, boundary particles: 75298; total count: 167601
time step: 266, physical time: 1.330 s :: SIBERNETIC (sibernetic.org) by A.Palyanov and S.Khayrulin, 2011-2016 ::



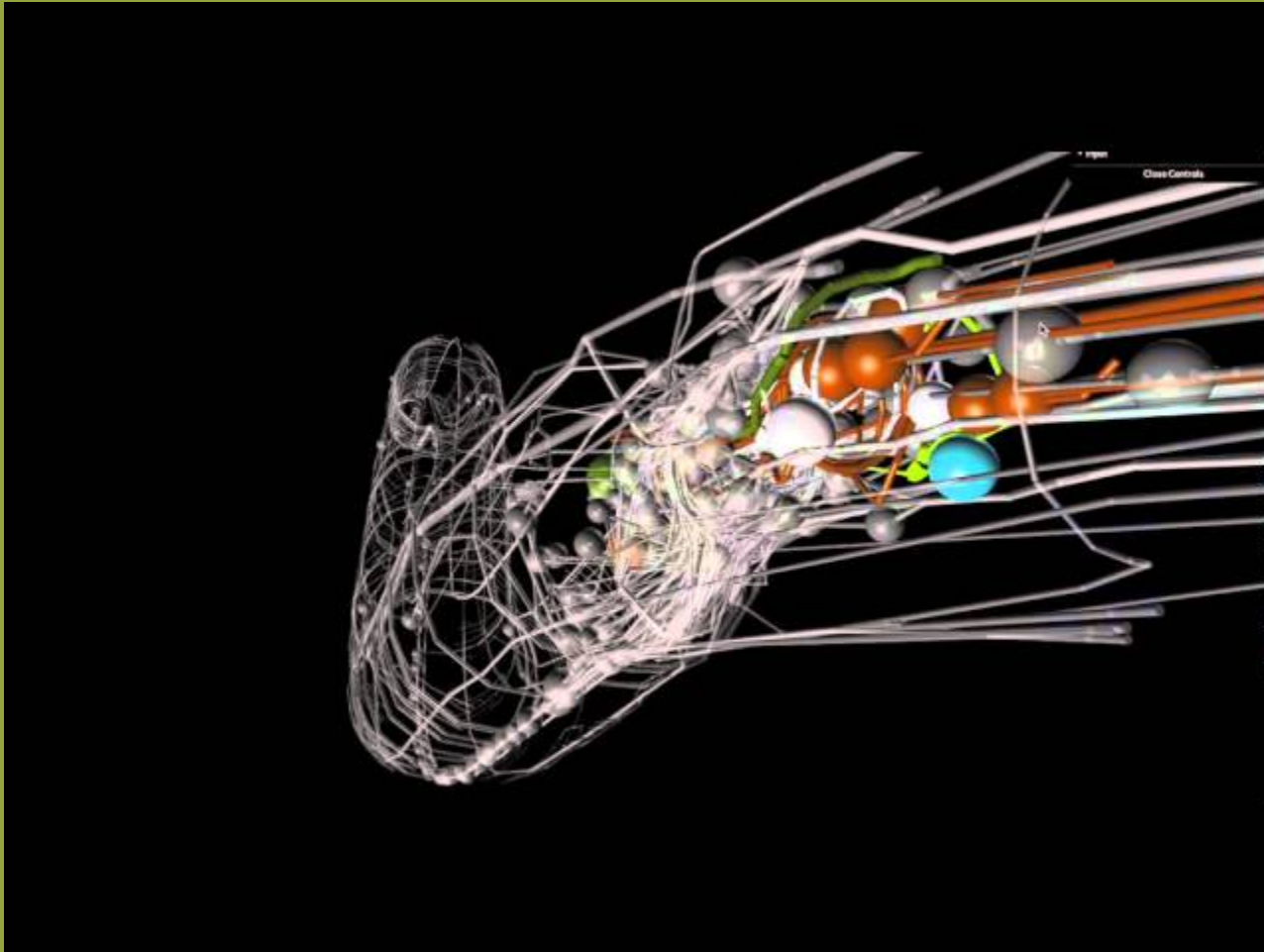
Механический прототип: “Sibernetic”

time step: 40, physical time: 0.200 s :: SIBERNETIC (sibernetic.org) by A.Palyanov and S.Khayrulin, 2011-2016



Коннектом *C. elegans*

[Коннектом
C. elegans
языке
NeuroML
выложен на
OpenSource
Brain](#)



Padraig Gleeson
Tim Busbice
Chris Grove
Matteo Cantarelli

Open Source Brain



OPEN SOURCE BRAIN



[Explore OSB](#)

[Sign in](#)

[Sign up](#)

Modelling the brain, together

Open Source Brain is a resource for sharing and collaboratively developing computational models of neural systems.

[Explore OSB](#)

[Sign up](#)



[Follow @OSBTeam](#) 403 followers

[Help](#) | [Research Themes](#) | [About](#)

The Open Source Brain Initiative 2014. Website powered by [Redmine](#)

Supported by
wellcometrust

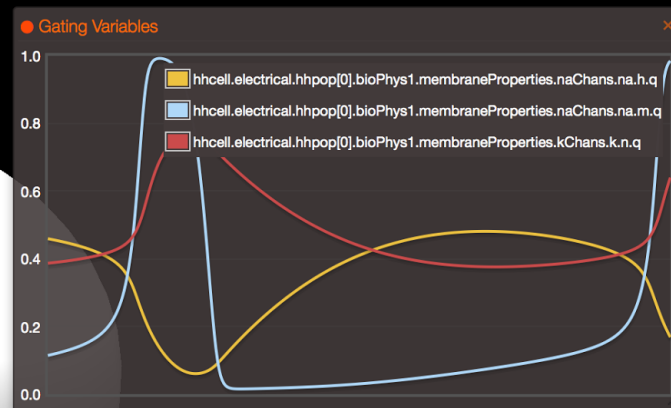
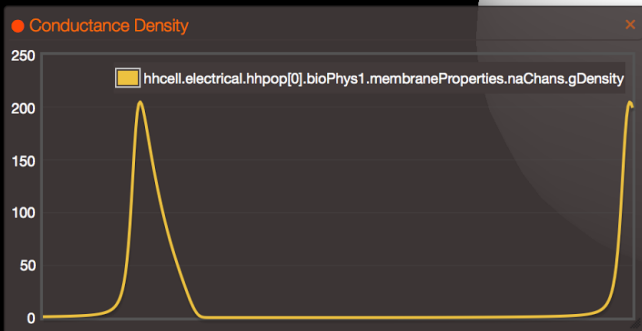
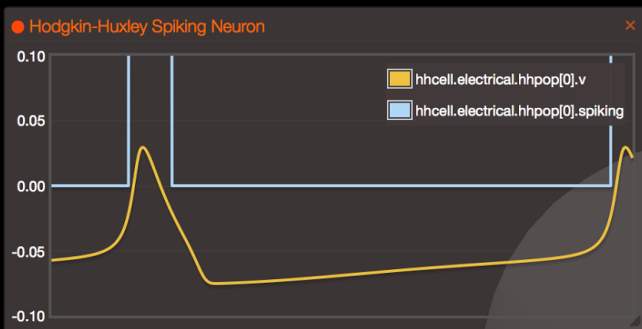


Angus Silver
Padraig Gleeson
Matteo Cantarelli

Gerpetto

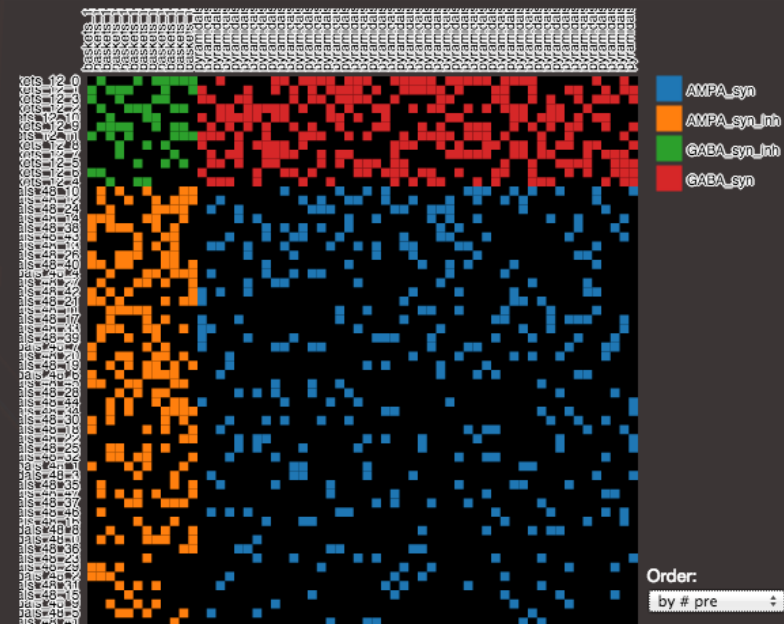
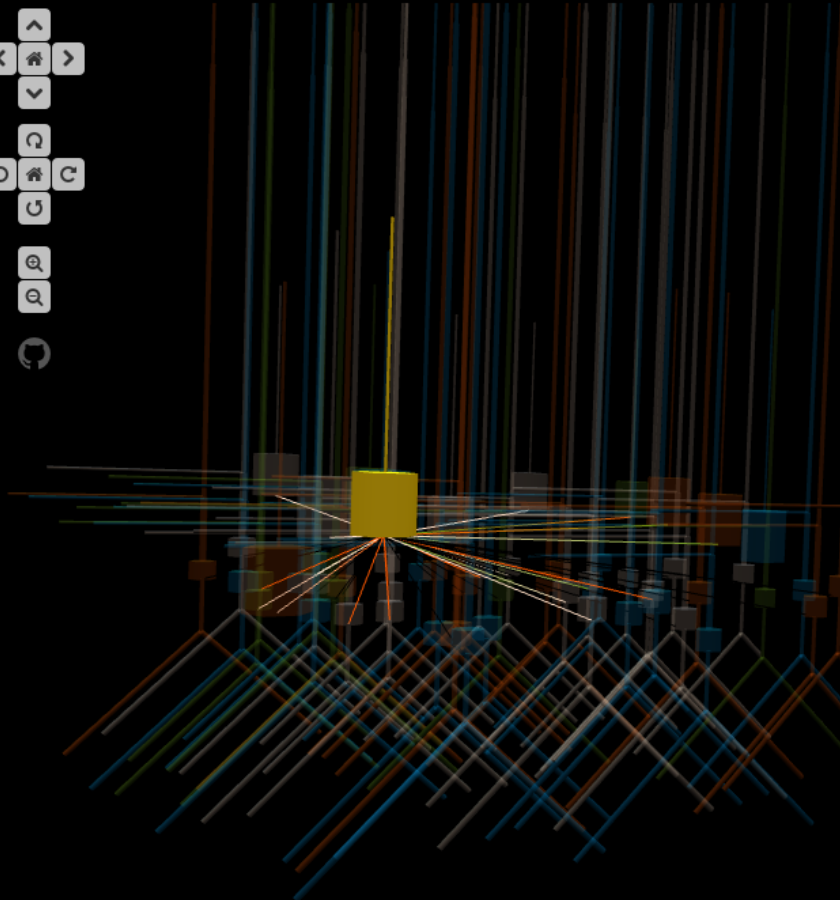
**Веб приложение для работы
с симуляцией через веб
браузер**





Description

The Hodgkin-Huxley model (or conductance-based model) is a mathematical model that describes how action potentials in neurons are initiated and propagated. It is a set of nonlinear differential equations that approximates the electrical characteristics of excitable cells such as neurons.



Order:
by # pre

Why should I care?

Доступ к симуляции через интернет браузер

Способ визуализировать и взаимодействовать с симуляцией без установки дополнительного софта

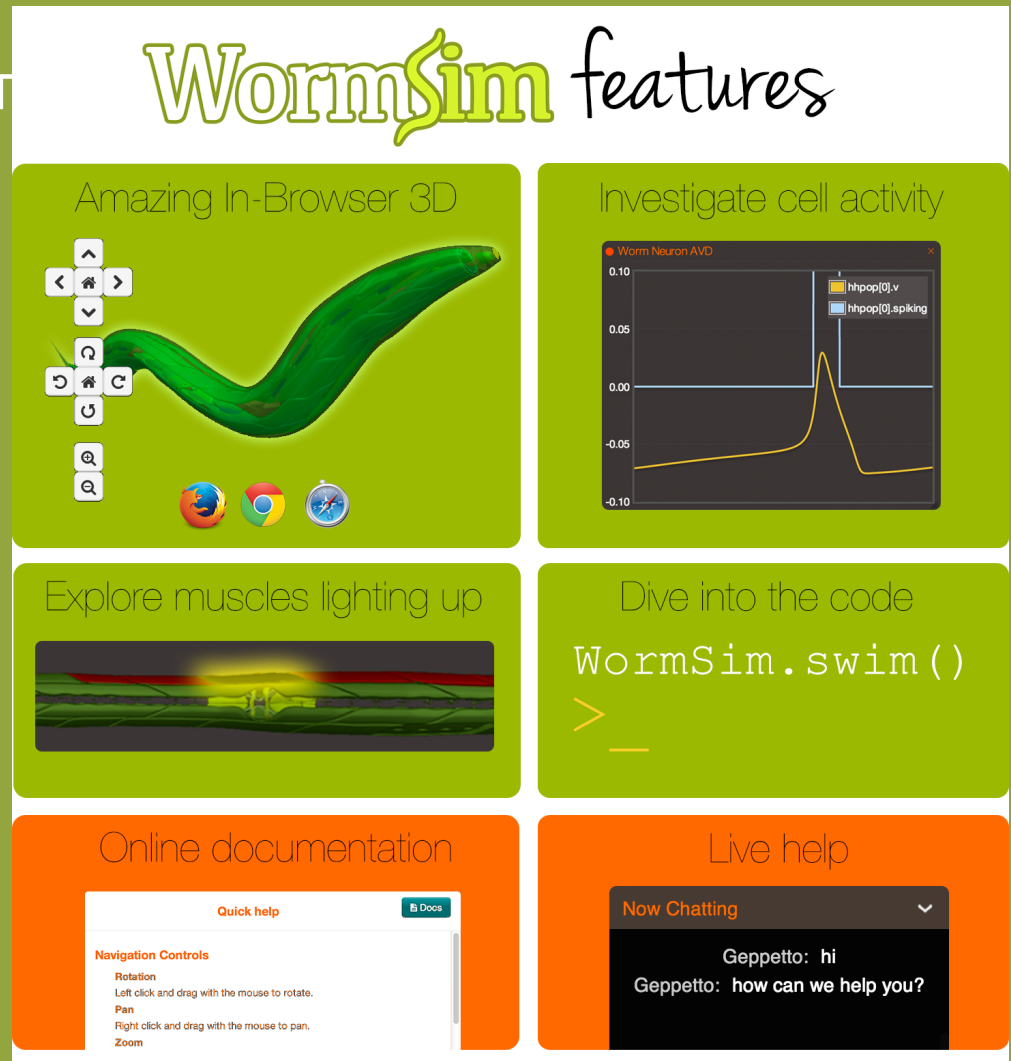
Возможность создавать сложные модели которые требуют нескольких различных

Следующий шаг: WormSim

- WormSim объединит Sibernetics с интерфейсом browser
- Даст возможность взглянуть на клеточную активность
- Веб консоль
- 3D анимация
- Помощь и обучение

<http://bit.ly/KickstartWorm>

WormSim features



- Amazing In-Browser 3D**
A 3D rendering of a green worm with a navigation control panel on the left and browser icons (Firefox, Chrome, Safari) at the bottom.
- Investigate cell activity**
A graph titled 'Worm Neuron AVO' showing 'hhpop[0].v' (yellow line) and 'hhpop[0].spiking' (blue line) over time. The y-axis ranges from -0.10 to 0.10.
- Explore muscles lighting up**
A cross-section of a worm showing internal muscles highlighted in yellow and red.
- Dive into the code**
Code editor showing `WormSim.swim()` and a yellow prompt character `>`.
- Online documentation**
A 'Quick help' window with 'Navigation Controls' and instructions for Rotation, Pan, and Zoom.
- Live help**
A 'Now Chatting' window showing a chat log with 'Geppetto: hi' and 'Geppetto: how can we help you?'.



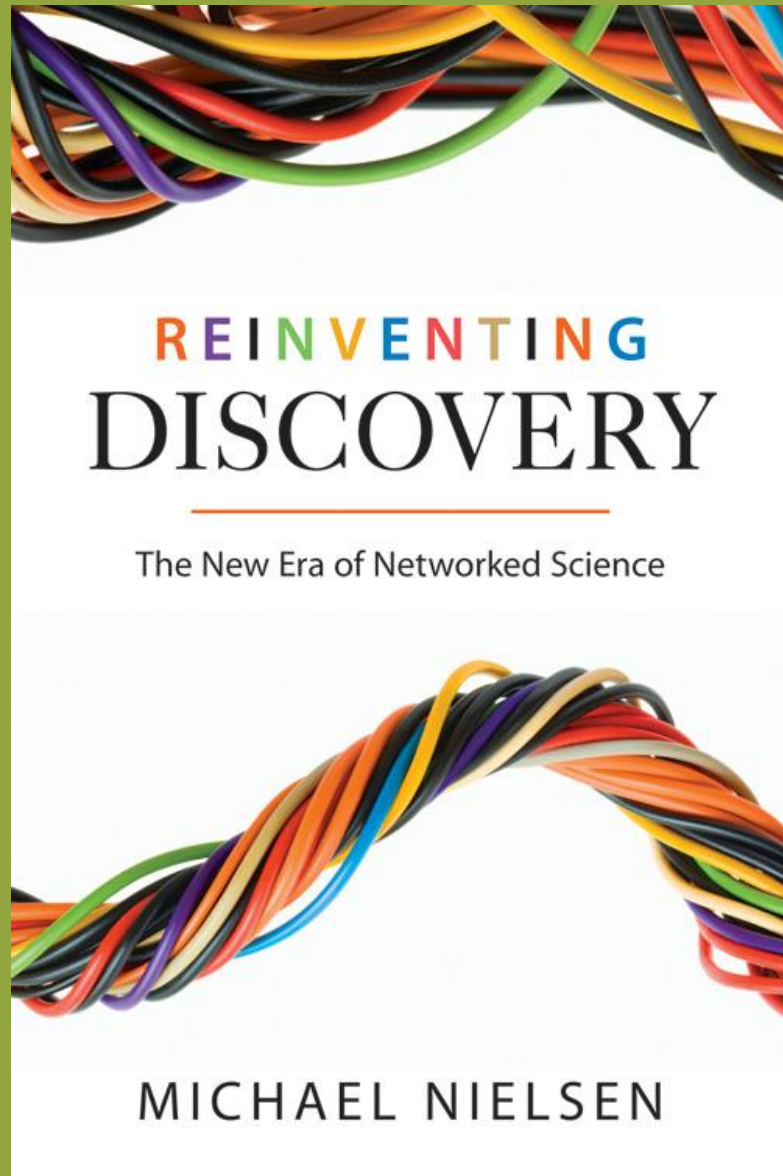
Contributions

- OpenWorm разрабатывает симуляцию с. elegans основываясь на большом количестве данных об организме
- Sibernetica описывает механическую модель тела нематоды и мышечной системы
- С помощью NeuroML описана модель нейросети
- Geppetto обеспечивает web-based платформу для сложных биосимуляций
- WormSim будет следующим поколением web-based платформы для моделей OpenWorm



Сообщество OpenWorm

- Независимое интернациональное **open science** сообщество
 - 9 **основных** членов
 - 20 **активных участников** & 40 **additional contributors** из 14 стран
 - 35 **GitHub repos**
 - >2400 Twitter followers
- Проведено более 40+ online встреч за последний год (трансляции в YouTube)



Contact Info

**<http://openworm.org>
[@openworm](mailto:info@openworm.org)**

info@openworm.org



People

Imagine working with a group of super-motivated wizards coming together for a common goal. It's amazing what talented people can achieve when their creativity is unleashed.

Core team



Our Superheroes.

Andrey
Palyanov

Balazs
Szigeti

Giovanni
Idili

Jim
Hokanson

Matteo
Cantarelli

Michael
Currie

Padraig
Gleeson

Sergey
Khayrulin

Stephen
Larson

Contributors



Helping us with amazing support. Thanks!

Alexander
Dibert

Andrew
Leifer

Andrew
Papadopoli

Bóris Marin

Charles
Cooper

Christian
Grove

Chris
Jensen

Crystin
Slade

Dan
Knudsen

David
Dalrymple

Deanne
Taylor

Dmitriy
Shabanov

Dmitar
Shterionov

Eviatar
Yemini

Gaston
Gentile

Gleb
Kuznetsov

Jay Coggan

Jesus
Martinez

John
Hurliman

John White

Jordan
Boyle

Jinze Yu

Marius
Buibas

Mariusz
Sasinski

Matt Olson

Mike Vella

Mei Zhen

Netta
Cohen

Pedro
Tabacof

Peter
McCluskey

Petr Baudis

Rayner
Lucas

Rich Stoner

Steven
Cook

Timothy
Busbice

Vanessa
Adelmann