



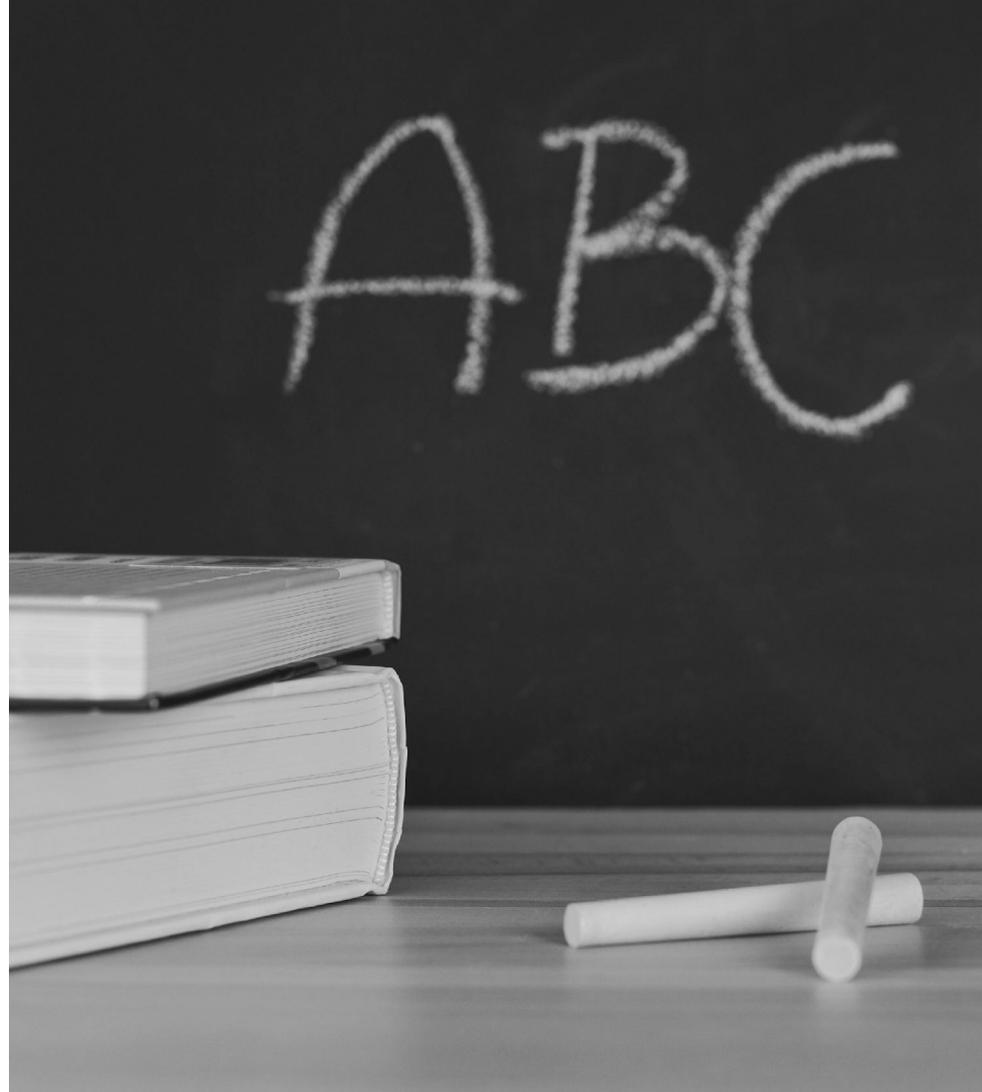


## СОДЕРЖАНИЕ

- Термины
- Постановка задачи
- Методы
- Контакты и дополнительная информация



# ТЕРМИНЫ



# АРХИТЕКТУРА = УСТРОЙСТВО

## КАРТИРОВАНИЕ

## НЕЙРОНЫ

## НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

## РАННИЕ ГЕНЫ

## МАРКЕРЫ

Изучать мозг можно следя за отдельными его участками, специальным образом их подкрашивая и делая фотографии (через микроскоп, конечно)

Получая информацию об этих участках и собирая информацию об отдельных участках вместе, можно составлять карты активности, понимая какие зоны мозга активизируются при той или иной деятельности, как эти зоны связаны друг с другом.

Процесс составления карты мозга называется  
КАРТИРОВАНИЕМ

(Можно также понимать какие именно клетки становятся активными)



# КАРТИРОВАНИЕ. ЗАЧЕМ ЭТО НУЖНО?

Понимая связь между деятельностью и частями мозга и **ВЗАИМО**связь между разными отделами мозга можно получить пользу



## ТЕСТИРОВАНИЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ АГЕНТОВ

Детально смотрим **как работает лекарство** и какие процессы в мозге оно активизирует можем выявлять побочные эффекты



## УПРАВЛЕНИЕ ПАМЯТЮ

**Её стирание** - например, блокировка негативных воспоминаний или  
**Усилетние** - необходимо при различных нейродегенеративных заболеваниях



## ОЦЕНКА ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ЖИВОТНЫХ

Анализ их поведения при стрессе, под воздействием препаратов, понимание процесса обучения “изнутри” и т.п.



Знание подробностей и взаимосвязей в работе мозга => построение искусственного интеллекта

## КАК СОСТАВЛЯТЬ КАРТЫ?

Необходимо “провоцировать” включение определённых отделов мозга (например, погружать животное индуцирующие активацию отделов мозга состояния)

### Как индуцировать активации:

1. сенсорная стимуляция (новый звук, запах, свет)
  2. помещение в стрессовую ситуацию (например, ограничение подвижности, помещение в воду)
  3. депривация - вызывание чувства голода или жажды
  4. введением различных веществ (например, кофеина...)
- и др.

### А как проследить активацию клеток мозга?

- их нужно пометить специальными маркерами и “подсветить”



---

# ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

- Что мы хотим сделать в проекте?
- Для чего?
- Как это можно использовать?



## ЧТО МЫ ХОТИМ СДЕЛАТЬ В ДАННОМ ПРОЕКТЕ?



В настоящее время для картирования используется 3 маркера (C-FOS, EGR1, ARC), которые работают в определённых структурах и на конкретных животных, например, мышах.



Мы хотим найти универсальный маркер, который будет работать как на улитке, так на мышах и обезьянах.

## ДЛЯ ЧЕГО?

Таким образом можно будет сопоставить научные результаты, полученные для этих видов.

**Улитки**, например, хороши для нейрональных исследований. С помощью них мы можем сопоставить физиологическую активность нейронов с молекулярными процессами, протекающими в мозгу.

**Мыши** позволяют устанавливать причинную связь между генами и поведением, то есть связь между молекулярными процессами и поведением.

С помощью **обезьян** мы можем транслировать результаты наших исследований на человека.



Таким образом, универсальные маркеры позволят в сопоставлении данных выяснить механизмы работы нейронов.

# МЕТОДЫ

- ход эксперимента
- какие мыши?
- как исследовать мозг и понять какие отделы активизировались?
- Микроскопы
- что в результате?
- что будете делать вы?



## ХОД ЭКСПЕРИМЕНТА



МОСКВА

Обучение мышей  
Извлечение мозга  
Приготовление срезов



СИРИУС

Иммуногистохимический анализ срезов  
RT-qPCR  
Съёмка на микроскопах  
Анализ изображений

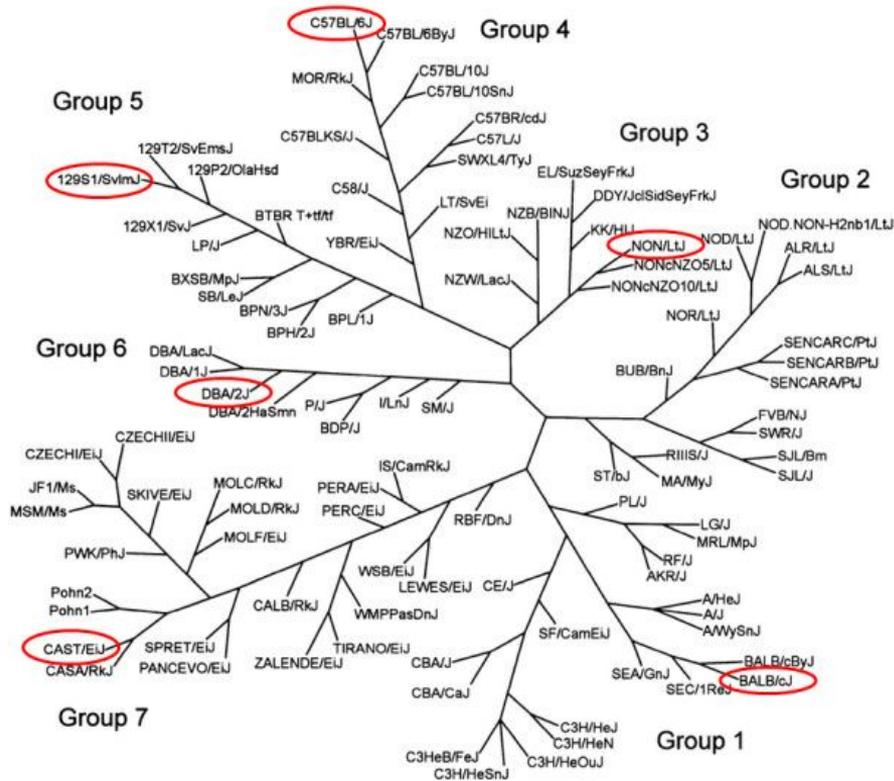


Мыши проходят обучение - заранее, в Москве в Сириусе мы исследуем мозг обученных мышей, который сравним с необученным

КАКИЕ МЫШИ? -

# C57Black

(одни из самых способных к обучению)



<https://en.wikipedia.org/wiki/C57BL/6> - немного информации о мышах



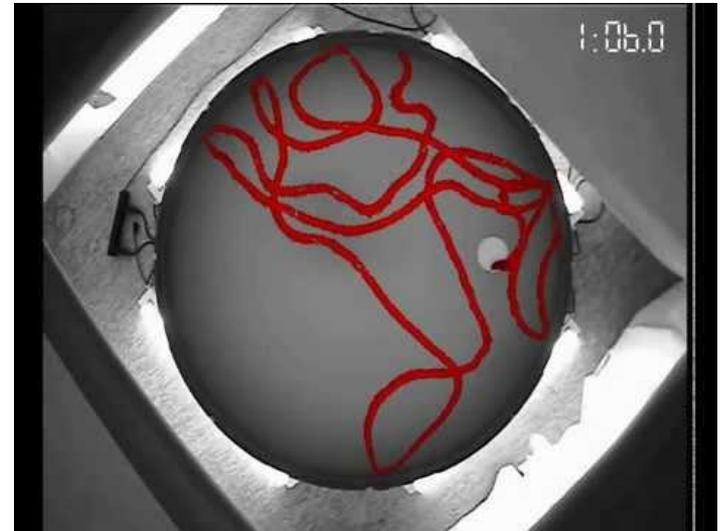
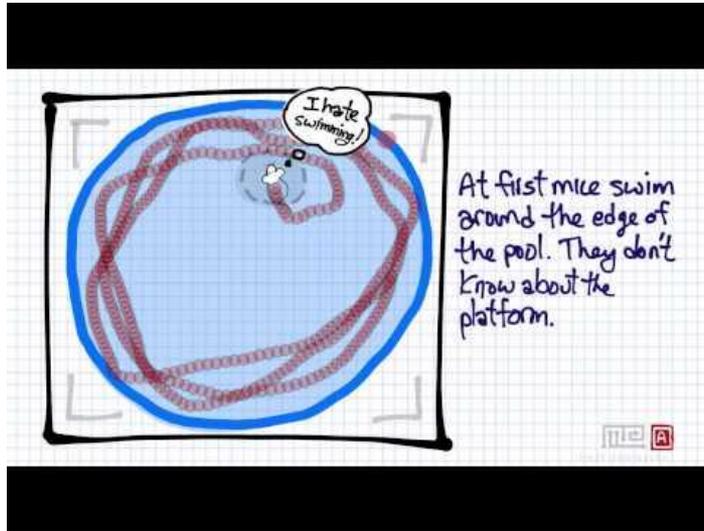
# КАК МЫ БУДЕМ “ПРОВОЦИРОВАТЬ” АКТИВАЦИЮ МОЗГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ?

обучением (животные будут решать когнитивные задачи)

(в данном случае речь в первую очередь идёт об активации мозговой деятельности животных в эксперименте;)



## КАК МОЖНО ОБУЧАТЬ МЫШЕЙ? ВОДНЫЙ ЛАБИРИНТ.



<https://www.youtube.com/watch?v=ScfOE1qMIFY>

<https://www.youtube.com/watch?v=pe8EqIm-Fik>

Активная архитектура мозга



# КАК ИССЛЕДОВАТЬ МОЗГ И ПОНЯТЬ КАКИЕ ОТДЕЛЫ АКТИВИЗИРОВАЛИСЬ?

Нарезать



покрасить



посмотреть  
микроскопе



## НАРЕЗКА:

**Микротомы** - устройства с алмазными и сапфировыми ножами, позволяющие получать тонкие (размером до сотен нанометров) срезы

Подробнее здесь:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Microtome>

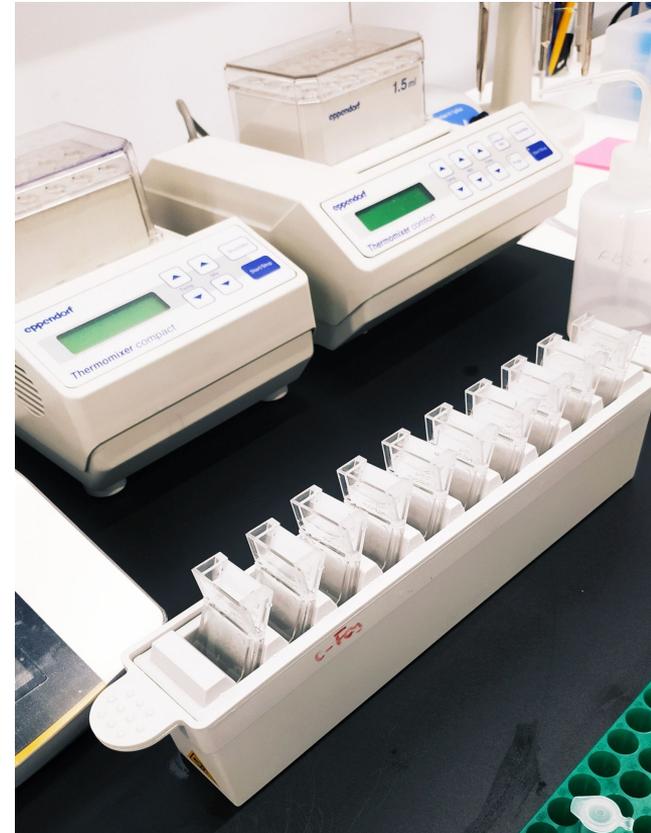


Мы будем работать на вибромикротоме:  
<https://www.youtube.com/watch?v=ml4fBEmH8Sg>

## ПОКРАСКА

Иммуногистохимический анализ - специфические антитела, находящие и прикрепляющиеся к нужным участкам внутри мозга.

К антителам прикреплены специальные молекулы -флуорофоры, которые под воздействием облучения лазера будут светиться. это свечение мы будем видеть в микроскопе



## КАКИЕ МИКРОСКОПЫ?

Микроскопы Zeiss Primo Star

Ссылка на микроскоп:

<https://www.zeiss.com/microscopy/int/products/light-microscopes/primo-star.html>

Как работают эпифлуоресцентные микроскопы:

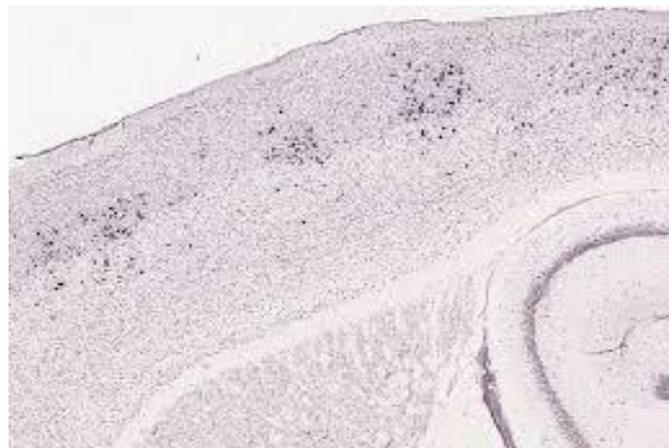
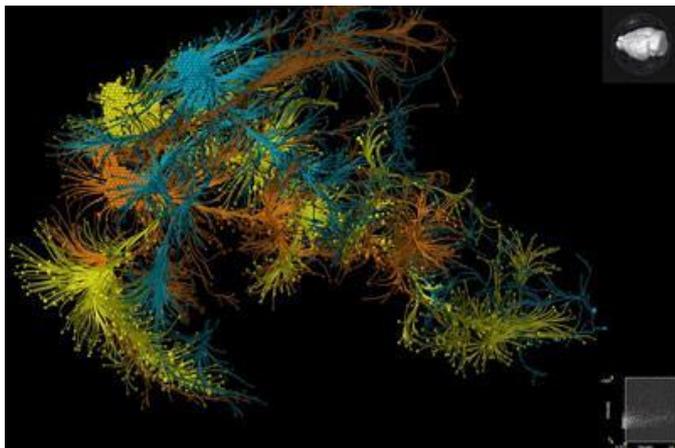
[https://en.wikipedia.org/wiki/Fluorescence\\_microscope](https://en.wikipedia.org/wiki/Fluorescence_microscope)



Суть - лазеры, хороший объектив, светофильтры

## ЧТО В РЕЗУЛЬТАТЕ?

В результате мы сможем детектировать, оцифровать и проанализировать, посчитав отдельно светящиеся нейроны, нейроны, активирующиеся в мозге при обучении



Таким образом, мы сможем выявить новые маркеры, которые можно будет использовать для дальнейших исследований.

---

## ЧТО БУДЕТЕ ДЕЛАТЬ ВЫ?

# ВСЁ.

В рамках нашей проектной смены в Сириусе мы (Матвей и Ольга) и вы - (те, кто смотрят сейчас эту презентацию) сделаем всё то о чём писалось выше. Заранее мы обучим мышей и подготовим ткани их мозга для исследований.

В Сириусе в течении совместной работы в рамках лекций и мастер-классов мы научимся с вами всем необходимым методикам для исследованиям и подготовим образцы.

После этого - непосредственное исследование. Ваша задача. Но не волнуйтесь, мы обязательно будем вам помогать!

Мы расскажем вам более подробно что и как мы можем изучать!

# СПИСОК ЛЕКЦИЙ И МАСТЕР-КЛАССОВ

## МАСТЕР-КЛАССЫ:

МИКРОТОМ

ИММУНОГИСТОХИМИЯ

RT-qPCR

МИКРОСКОПИЯ

АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ

ОБРАБОТКА ДАННЫХ

## ЛЕКЦИИ:

МИКРОСКОП

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ

ИММУНОГИСТОХИМИЯ

ПЦР



В процессе нашей совместной работы мы также проведём несколько JOURNAL CLUB-ов, на которых будем работать с научными статьями, поэтому нам нужен ваш английский!!



## ЕСТЬ ВОПРОСЫ?

не стесняйтесь написать нам вот сюда:

**<https://vk.com/club167901117>**

ИЛИ ПОЗВОНИТЬ: **+79772831696 (Telegram, WhatsApp)**

## РУКОВОДИТЕЛИ ПРОЕКТА



**МАТВЕЙ БУЛАТ**

Научный сотрудник  
лаборатории  
нейроисследований  
Сколковского Института  
Науки и Технологии



**МАТВЕЙ БУЛАТ**

Skoltech

---

## ПОДРОБНЕЕ ПОЧИТАТЬ ПЕРЕД СМЕНОЙ

Архитектура головного мозга

<https://psy.wikireading.ru/57326> (4 глава. можно всю книжку)

Ася Казанцева: Кто бы мог подумать?

[http://norayr.am/tmp/Asya\\_Kazantseva/Kazantseva\\_A\\_Kto\\_Vyi\\_Mog\\_Podumat\\_Kak\\_M.a4.pdf](http://norayr.am/tmp/Asya_Kazantseva/Kazantseva_A_Kto_Vyi_Mog_Podumat_Kak_M.a4.pdf)



---

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

**Skoltech**

Skolkovo Institute of Science and Technology



АКТИВНАЯ  
АРХИТЕКТУРА  
МОЗГА