

# Что мы знаем о движении муравья?

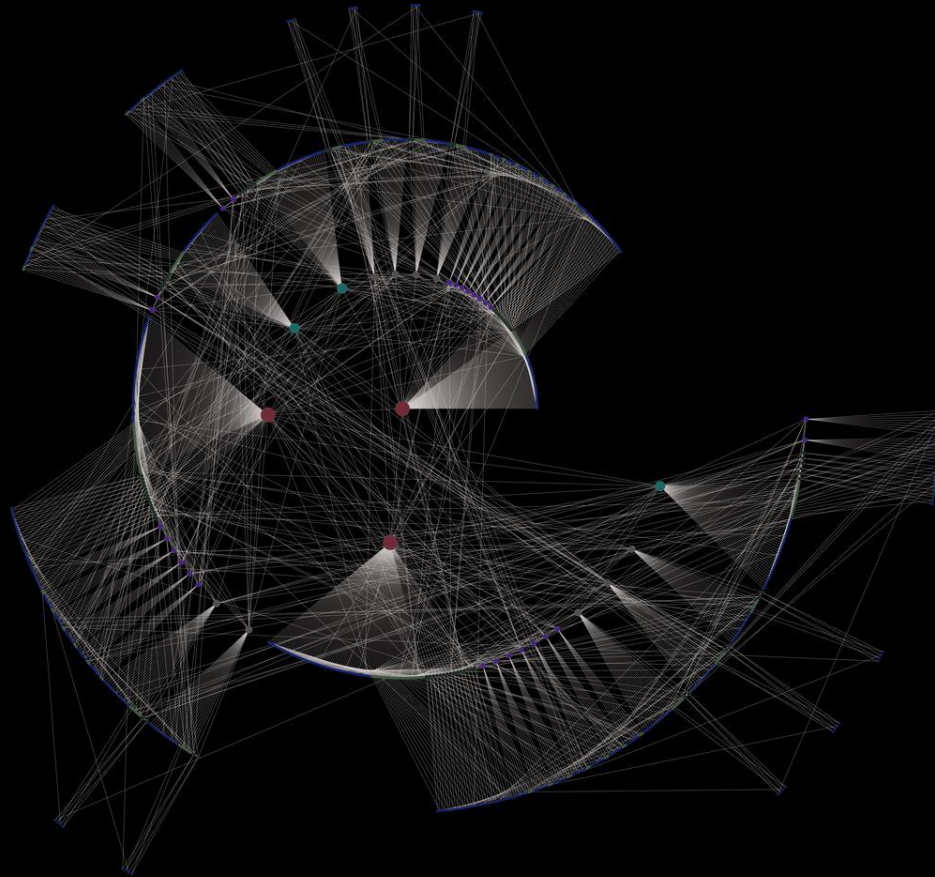
---

Любовь Тупикина

[liubov.tupikina@cri-paris.org](mailto:liubov.tupikina@cri-paris.org)

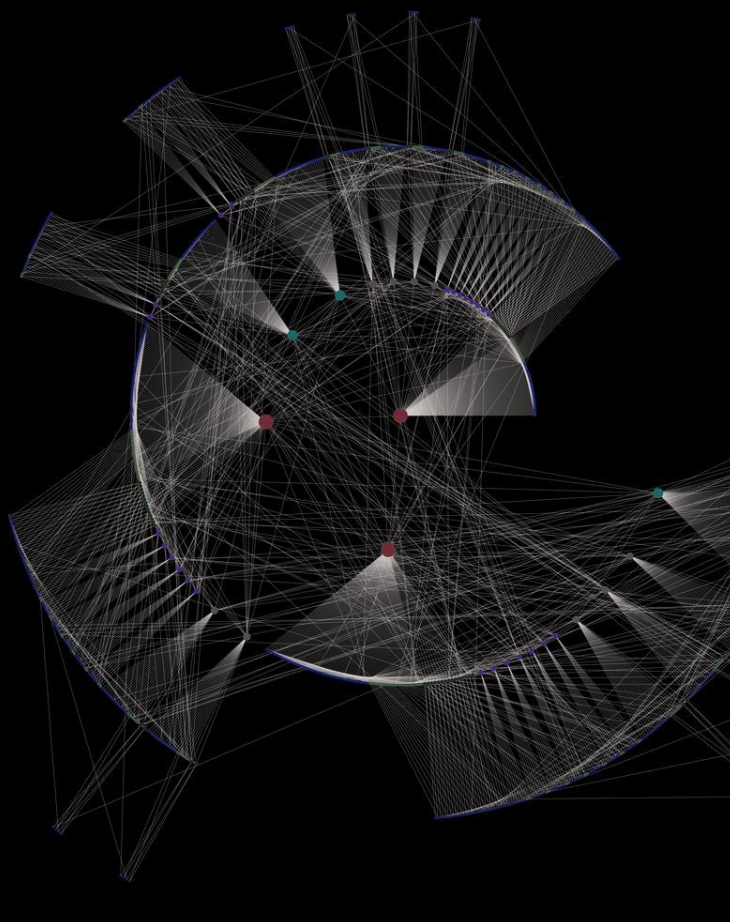
<https://twitter.com/luyibov>

Обо мне



—

<https://sites.google.com/view/liubovkmatematike/>



### Bikes analysis

Bike mobility project with Citylab Berlin data, CEU (Federico Battiston and Luis Natera) - we are planning to work on the project during [Complexity22](#)

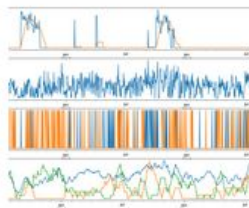


### Paths in the city

Together with colleagues we analyze shortest paths in the city. Github repository is available at <https://github.com/liubovkmatematike>

### Heterogeneous SIR model

We are finishing the project on heterogeneous SIR model, which we started in 2019 with my student at CRI and P.Holme. More on [github](#) soon.



### Patients data analysis

Project together with O.Mirat, B.Greschake (CRI, Openhumans) and CorrelAid Paris

### Analyzing open data

We are working on analysis of open data of health from UK with the colleagues, more news and updates soon.



### Developing online courses

During Covid19 many schools and universities are closed. Together with [LeWigo](#) we support this and make research open online courses



### Smart cities

Urban science, mobility of people, sensing citizens. Check and subscribe for [Move in Savoy](#) App



### Mobility of researchers

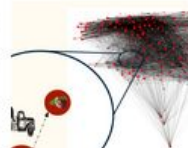
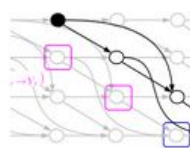
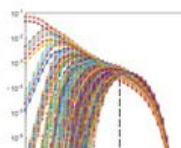
Due to Coronavirus travel bans stopped many travels of scientists, we continue to work on formulating the [revisited](#)




### Network percolation

Project continuation of percolation project together with Ecole Polytechnique: generalisation to porous networks. Latest [article](#) in Sci.Rep.


<https://sites.google.com/view/liubovkmatematike/>




[www.scied.network](http://www.scied.network)




Lecturer's wit...



Денис Борисов



Никита Соколов



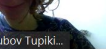
Катерина

ling

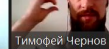
$T_{1/2}(^{235}\text{U}) = 703.8 \text{ My}$

TABLE 1 : Jack Hills meta-conglomerate zircons: ion probe U-Th-Pb

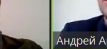
Grain	U (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	U/Pb	Th/U	Age (Ma)	Th/U error	U/Pb error	Notes	
1-1	4838	6	14	872	2.1	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-2	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-3	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-4	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-5	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-6	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-7	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-8	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-9	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-10	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-11	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-12	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-13	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-14	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-15	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-16	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-17	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-18	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-19	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-20	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-21	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-22	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-23	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-24	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-25	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-26	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-27	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-28	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-29	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-30	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-31	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-32	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-33	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-34	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-35	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-36	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-37	4838	15	11	321	2.5	58.1 ± 1.3	135	517	86	40
1-38</										




Liubov Turpikova



Тимофей Чернов




Андрей Арзамастsev



Lecturers with...

## Адаптация и смягчение последствий изменения климата



**УТВЕРЖДЕНО**  
исполнительным директором  
на 10.06.2019 г. в соответствии с  
законом Республики Беларусь  
№ 200-З

**КАЖДОМУ СЛУЖАВЦЮ ИЛИ ЧЛЕНУ КОЛЛЕКТИВА**  
предлагается ознакомиться с содержанием документа  
в срок \_\_\_\_\_

1. Об утверждении Положения о мерах по снижению  
выбросов парниковых газов на территории Республики Беларусь  
на 2019-2025 гг.

2. Об утверждении Положения о мерах по снижению  
выбросов парниковых газов на территории Республики Беларусь  
на 2019-2025 гг.

3. Об утверждении Положения о мерах по снижению  
выбросов парниковых газов на территории Республики Беларусь  
на 2019-2025 гг.

4. Об утверждении Положения о мерах по снижению  
выбросов парниковых газов на территории Республики Беларусь  
на 2019-2025 гг.

5. Об утверждении Положения о мерах по снижению  
выбросов парниковых газов на территории Республики Беларусь  
на 2019-2025 гг.


6. Об утверждении Положения о мерах по снижению  
выбросов парниковых газов на территории Республики Беларусь  
на 2019-2025 гг.

7. Об утверждении Положения о мерах по снижению  
выбросов парниковых газов на территории Республики Беларусь  
на 2019-2025 гг.

8. Об утверждении Положения о мерах по снижению  
выбросов парниковых газов на территории Республики Беларусь  
на 2019-2025 гг.


9. Об утверждении Положения о мерах по снижению  
выбросов парниковых газов на территории Республики Беларусь  
на 2019-2025 гг.

10. Об утверждении Положения о мерах по снижению  
выбросов парниковых газов на территории Республики Беларусь  
на 2019-2025 гг.




**СТРАТЕГИЯ АДАПТАЦИИ  
СЕВЕРСКОГО КИЗНЯВЕЦКА  
РЕСПУБЛІКАЎ БЕЛАРУСЬ К  
ЗМЕНЕННЮ КЛІМАТА**

Гомель  
2019



**CCCA**  
Netherlands Consortium on  
Climate Change Adaptation





**ECCA 2019**  
Working together to prepare for change

1st European Climate Change Adaptation Summit | 20-21 May 2019 | Cultural Centre of Vilnius, Lithuania

**Climate Change  
Mitigation & Adaptation Efforts  
In the Italian Industry Sector.**

The study is a collaborative work  
of the Italian Ministry of Economic Affairs and the  
European Commission.





<https://sites.google.com/view/liubovkmatematike/>



О “Лекторах без границ”

[www.scied.network](http://www.scied.network)

Лекторы путешествуют по миру и делают лекции в школах и университетах

Присоединяйтесь!

[networkscied@gmail.com](mailto:networkscied@gmail.com)

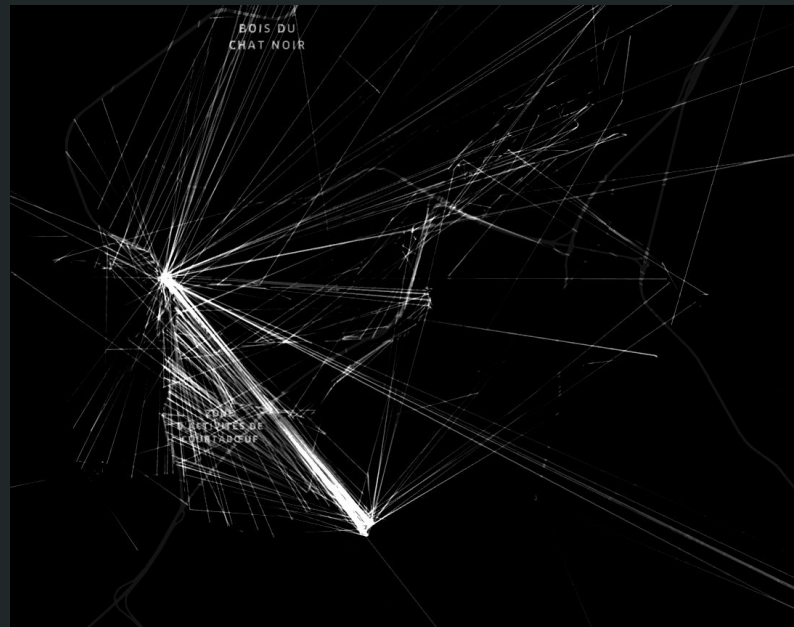


# Вступление



Все знают этот мультфильм

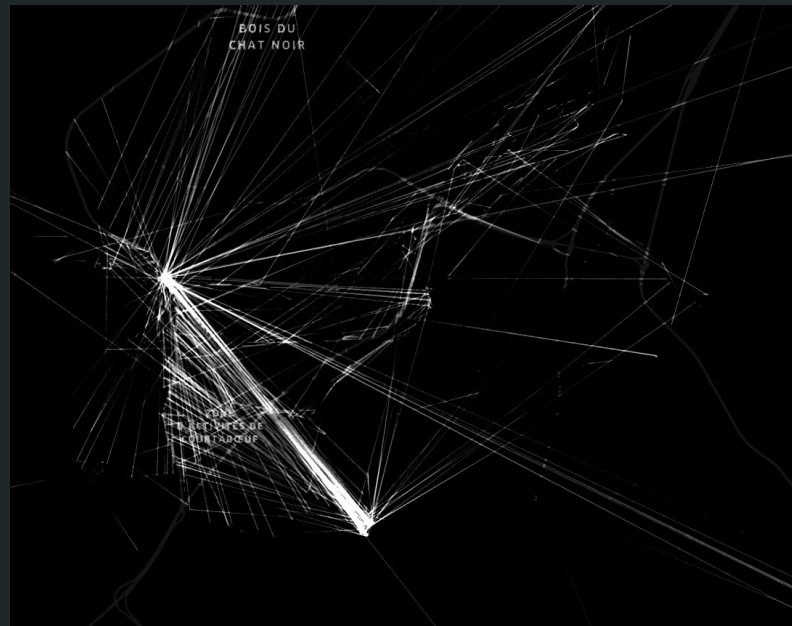
# Где кто?



# Муравей



# Человек





# Муравей



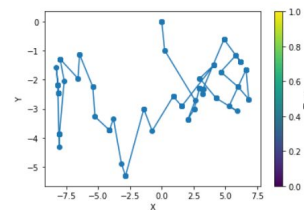
## Computer generated program

```
import andi
import numpy as np

#N_given = 10 #steps
#X1, Y1 = andi_dataset(N_given)

AD = andi.andi_datasets()
datasetCTRW = AD.create_dataset(T = Time , N = 1, exponents = [0.7], models = [1], dimension = 2)
#print(np.round(dataset[0], 2))
#print(type(X1), np.shape(Y1))
print(np.shape(datasetCTRW))
print('trajectory loaded')
plot_trajectory(datasetCTRW[0,2:Time+2],datasetCTRW[0,Time+2:]) # 2D trajectory with first X coordinates, then Y coord
print(np.shape((datasetCTRW[0, 2:Time+2])))
```

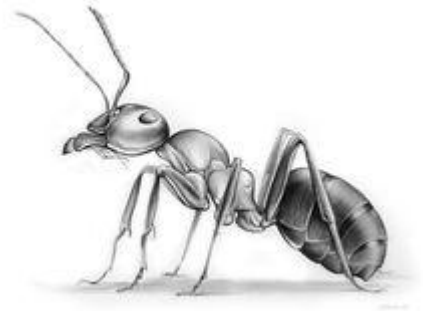
(1, 1002)  
trajectory loaded  
(500,)



**Задача** (не по математике)

Как описать  
движение муравья?

# Муравьиная задача



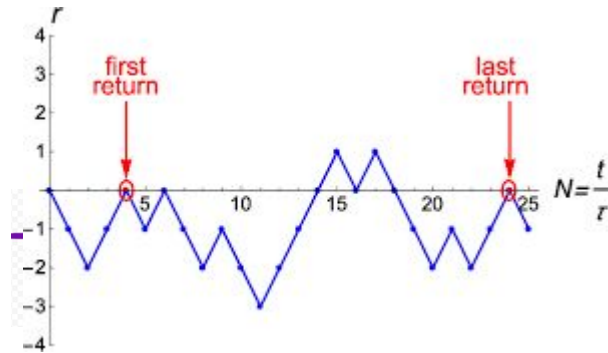
Муравей стартует из 0 и может идти налево или направо.  
Надо найти  $X$ , где будет муравей через 5 шагов?

# Муравьиная задача



Муравей стартует из 0 и может идти налево или направо.  
Надо найти, где будет муравей через 5 шагов?

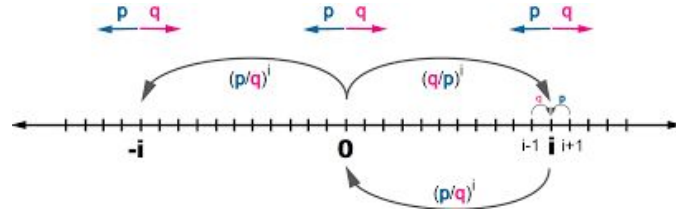
# Муравьиная задача



Муравей стартует из 0 и может идти налево или направо.  
Надо найти, где будет муравей через 5, 10,  $N$  шагов?

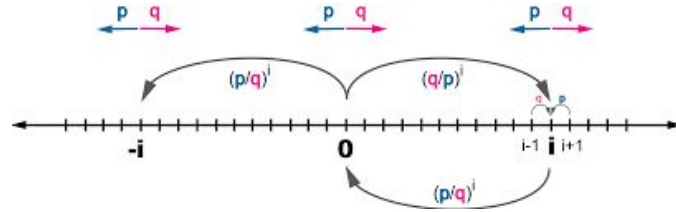


# Муравьиная задача



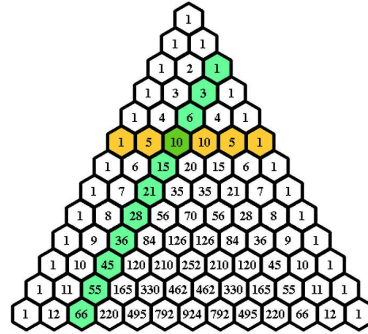
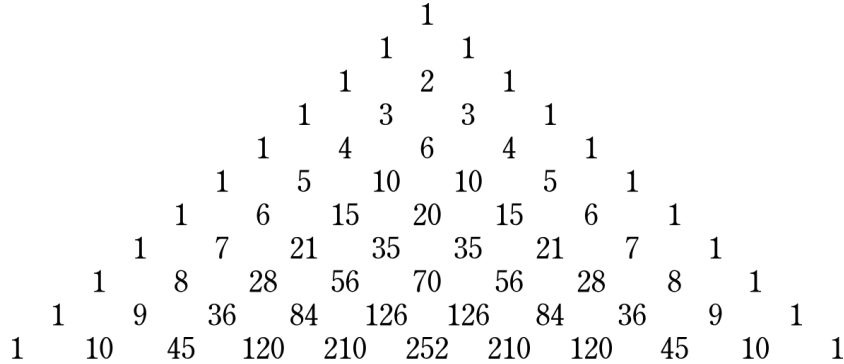
Муравей стартует из  $0$  и может идти налево или направо.  
Надо найти, где будет муравей через  $5$ ,  $10$ ,  $N$  шагов?

# Муравьиная задача



Муравей стартует из  $0$  и может идти налево или направо.  
Надо найти, где будет муравей через  $5$ ,  $10$ ,  $N$  шагов?

# Муравьиная задача и Блез Паскаль

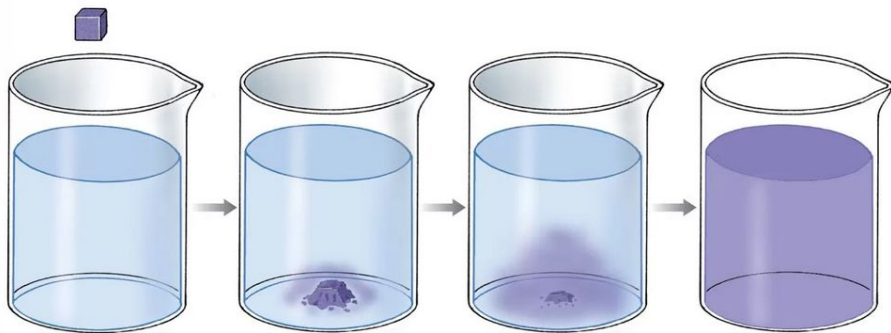


Муравей стартует из 0 и может идти налево или направо.  
Надо найти, где будет муравей через 5, 10, N шагов?

# Математика

Наука об аналогиях  
между аналогиями

# Муравьиная задача и растворение жидкости



Что общего?





# Другая задача

Представьте у нас есть  
игровой автомат или доска  
Гальтона

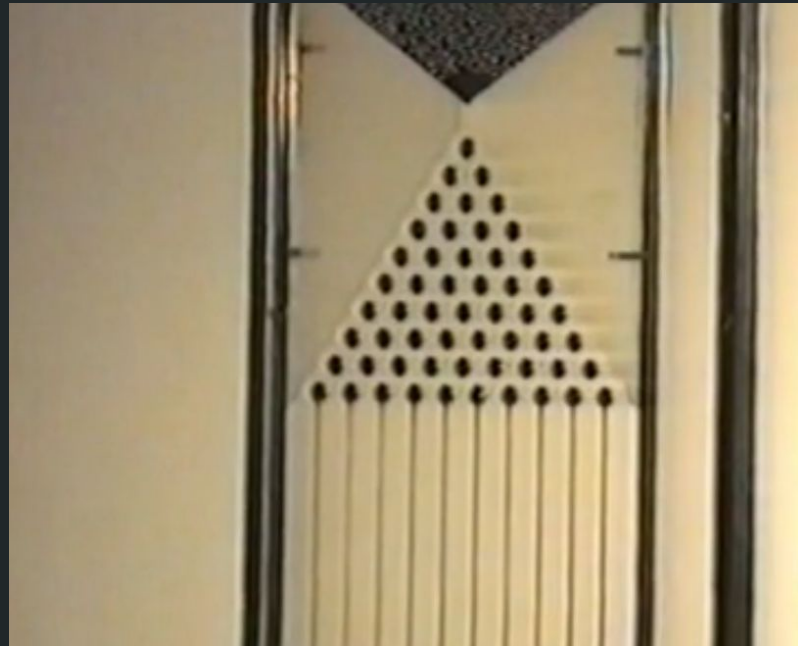
- Какая форма будет внизу?

<https://vimeo.com/62176669>

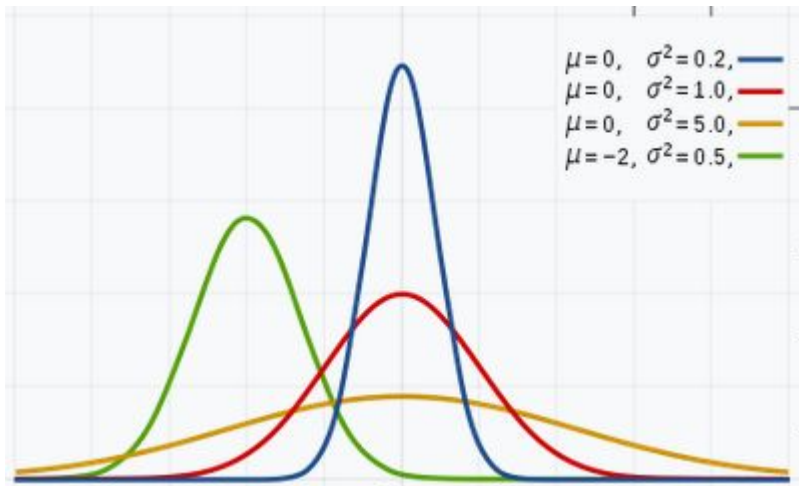
---

# Окно в музей

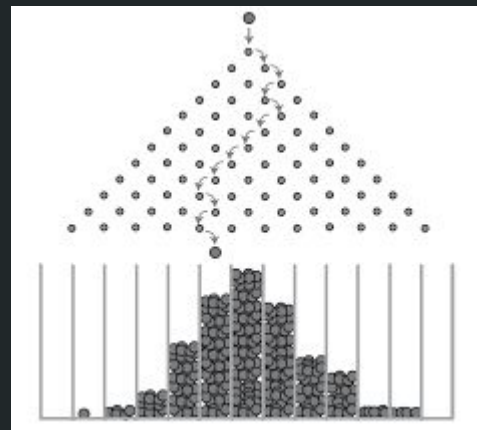
Доска Гальтона



# Другая задача



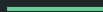
- Какая форма будет внизу?



# Рост в вашем классе

Представьте у нас есть класс и мы измеряем рост девочек и мальчиков отдельно.

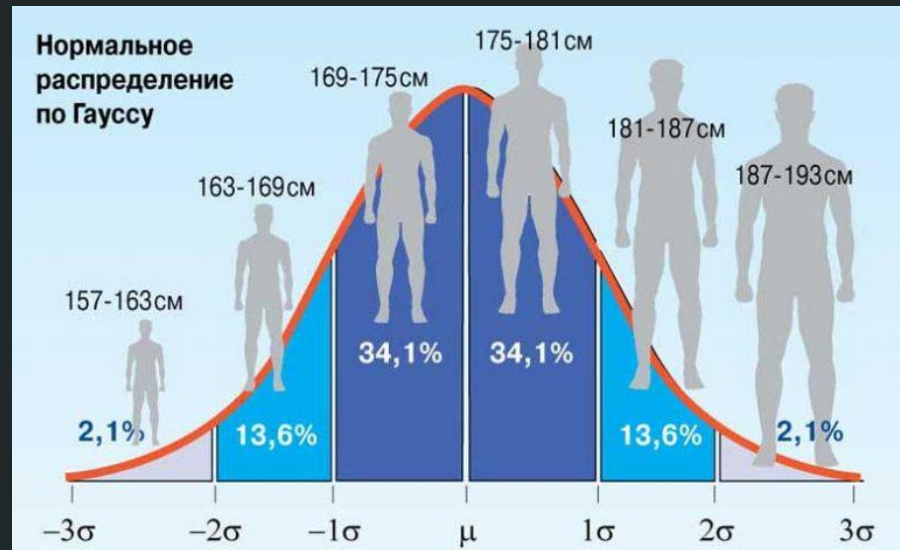
- Знаете ли вы сколько будет девочек одного и того же роста?





# Рост в вашем классе

Представьте у нас есть класс и мы измеряем рост девочек и мальчиков отдельно.



## Историческая справка

Кто такой Гаусс?

[Fundamental theorem of algebra](#)

[Fermat's last theorem](#) for  $n = 5$

[Kepler conjecture](#) for regular arrangements

Astronomy, geometry...magnetism...geodesic measures

Книга “Vermessung der Welt”:  
Alexander von Humboldt,  
Carl Friedrich Gauss



Как эти задачи соединены?

Центральная предельная теорема и  
как ее доказывать?

## Центральная предельная теорема

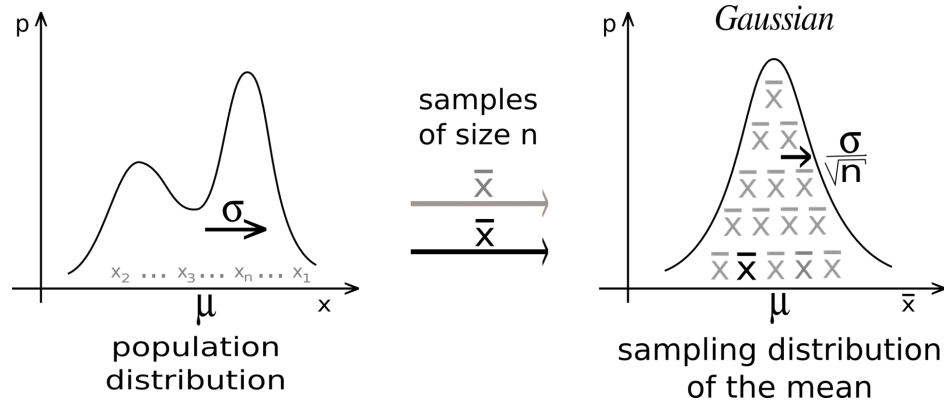
Если неформально, то классическая центральная предельная теорема (т. Ляпунова) утверждает, что сумма  $n$  независимых одинаково распределённых случайных величин  $X_1, \dots, X_n$  имеет распределение близкое к  $N(na, n\sigma^2)$ .

Эквивалентно  $Y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ , имеет распределение

близкое к  $N(a, \sigma^2 / n)$

Как эти задачи соединены?

Центральная предельная теорема и  
как ее доказывать?



Как это применяется в биологии?

Применение задач в биологии

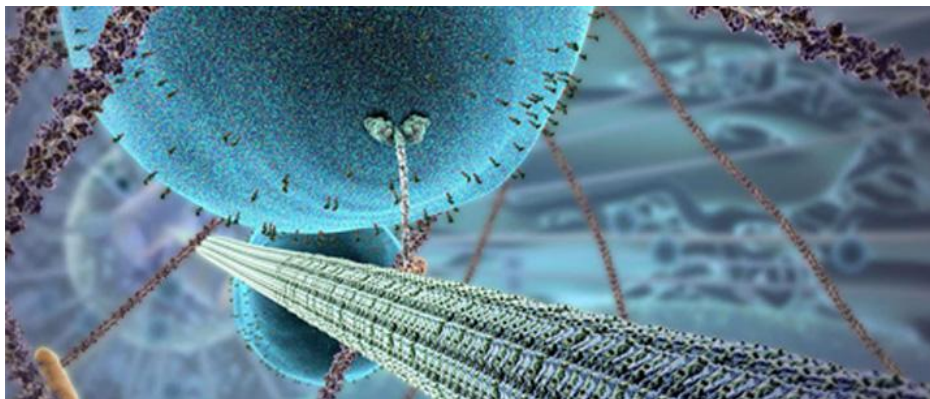
1. Внутриклеточные движения

<http://inadilic.fr/>

<https://www.youtube.com/watch?v=IMliGsOqA8k>

2. Движения животных

3. Движения людей



# Как это применяется в науке?

## Применение задач в биологии

1. Внутриклеточные движения

<http://inadilic.fr/>

<https://www.youtube.com/watch?v=IMliGsOqA8k>

2. Движения животных

3. Движения людей

<http://datawalking.com/>



Какие  
эксперименты вы  
можете провести  
сами?

# Задание

Придумать эксперимент в результате которого мы бы получили распределение.

Объяснить его форму



# Как доказывать?

Мы можем использовать  
characteristic functions, taylor series,  
master equation



Спасибо за внимание!

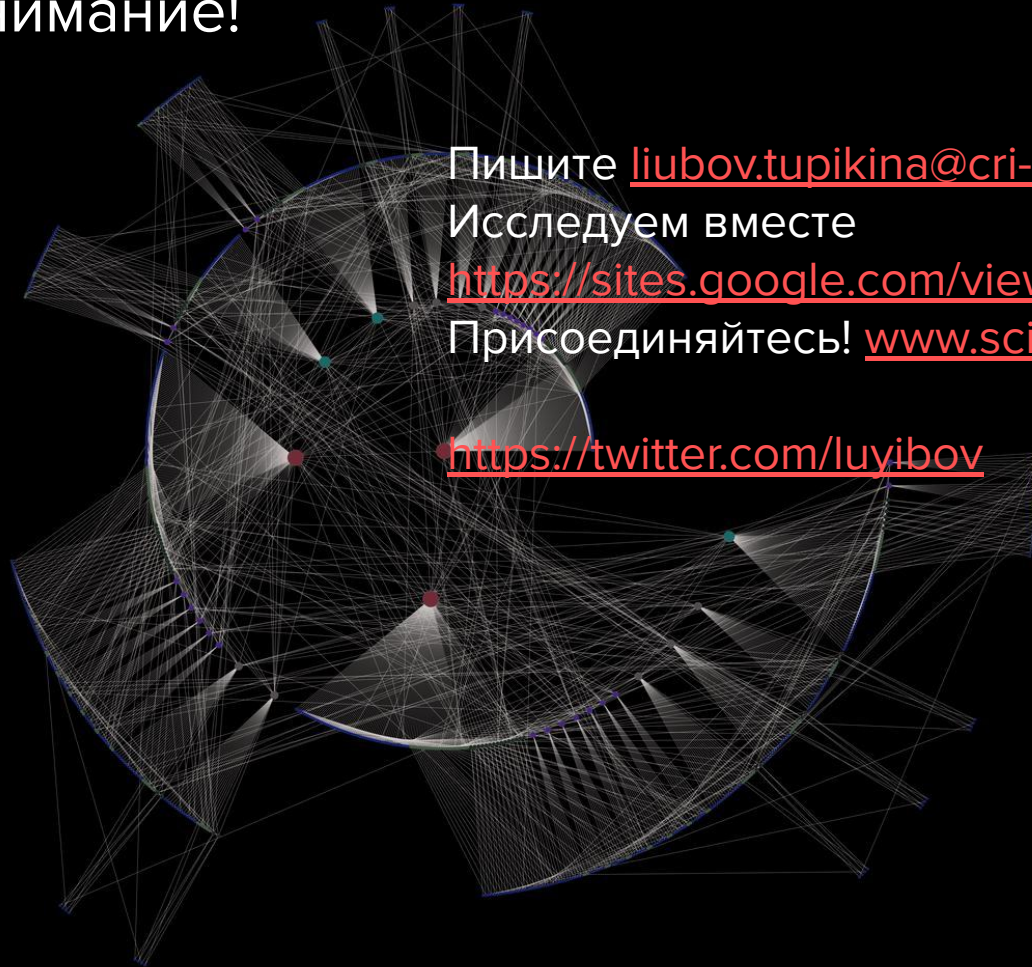
Пишите [liubov.tupikina@cri-paris.org](mailto:liubov.tupikina@cri-paris.org)

Исследуем вместе

<https://sites.google.com/view/liubovkmatematike>

Присоединяйтесь! [www.scied.network](http://www.scied.network)

<https://twitter.com/luyibov>



—