



Свой среди чужих, свой везде: Как быть лингвистом и копать в чужих мозгах



Никита Змановский
студент, стажёр-исследователь
Занятие лингвофакультатива
15 марта 2017 г.

Чем мы занимаемся



Мы занимаемся исследованиями в области экспериментальной и клинической лингвистики.

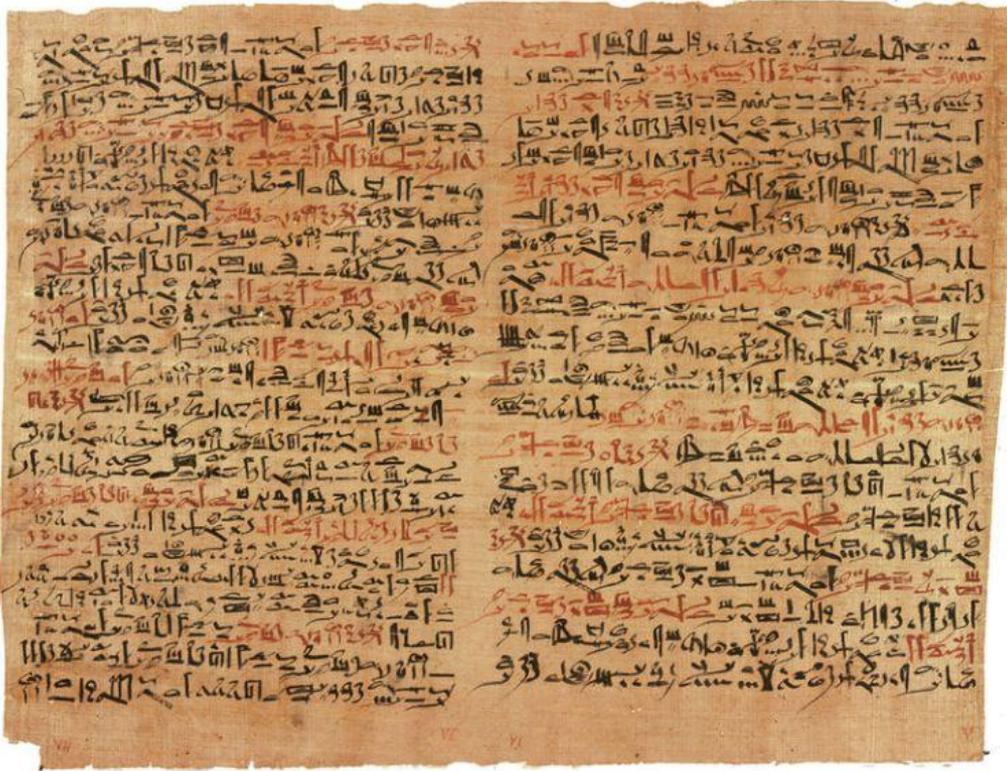
Будем рады видеть заинтересованных школьников на наших мероприятиях!

<https://www.hse.ru/neuroling/>



Нейролингвистика

Египетские папирусы



Папирус Эдвина Смита (найден в 1862) — один из древнейших медицинских текстов, датируется XVI веком до н. э.

В документе 22 страницы, на которых описано 48 травматических случаев, в том числе **27 случаев травмы головы**. В некоторых случаях врачи фиксировали речевые проблемы.

Prins, R., & Bastiaanse, R. (2006). The early history of aphasiology: from the Egyptian surgeons (c. 1700 BC) to Broca (1861). Aphasiology, 20(8), 762-791.

Отец-основатель



Paul Pierre Broca (1824-1880) — французский хирург, этнограф, анатом и антрополог.

Получил степень бакалавра в 16 лет, учился в медицинском вузе с 17 по 20 лет. Когда он окончил мединститут, большинство его сверстников туда только поступали.

Был ярким сторонником теории Дарвина: «*I would rather be a transformed ape than a degenerate son of Adam*».

Первый (официально) пациент



Louis Victor Leborgne

Monsieur Leborgne

Monsieur Tan

1840 — первое обращение
в госпиталь

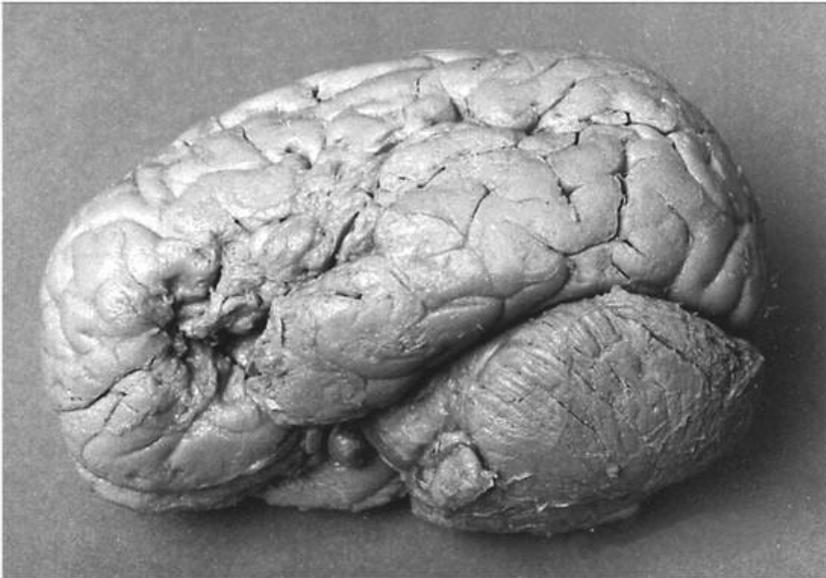
12 апреля 1861 — встреча с
Брока

17 апреля 1861 — умер от
гангрены

18 апреля 1861 — Брока
проводит аутопсию

Слабонервным не смотреть!

A



B



TAN
TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN
TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN TAN...
+ «Чёрт побери!» (когда Брока совсем надоел)

Второй пациент

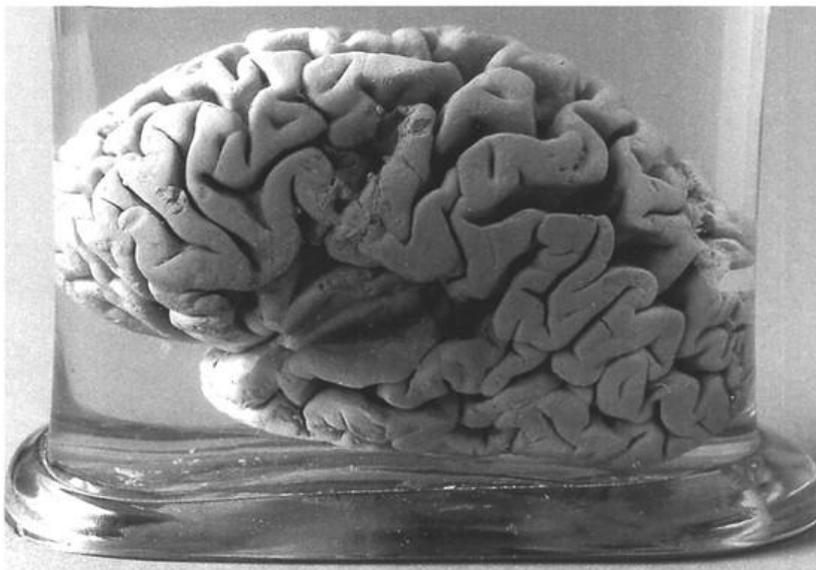
Lazare Lelong — восьмидесятичетырехлетний ground worker, страдал от деменции (старческого слабоумия). Попал в тот же госпиталь, что и Леборн.

Пользовался всего 5 языковыми единицами:

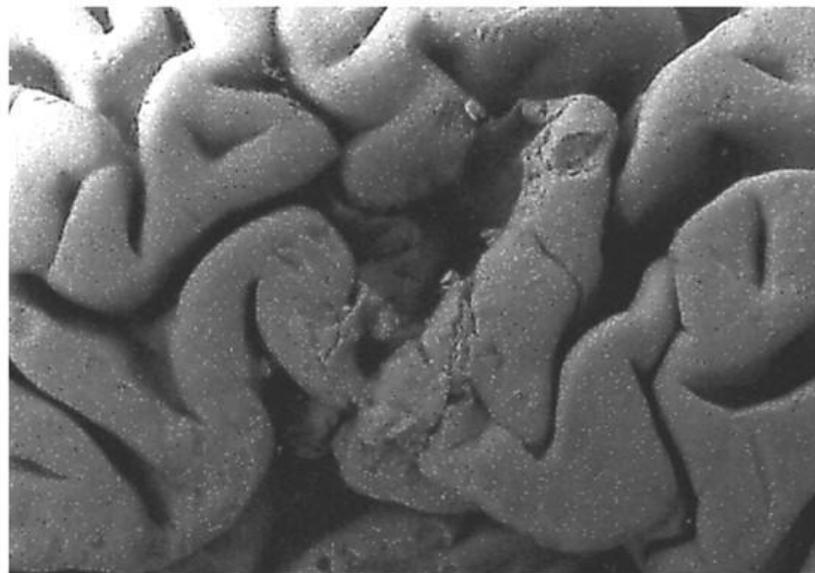
- *oui* (да),
- *non* (нет),
- *tois* (из *trois* ‘три’, однако пациент использовал это слово для всех чисел),
- *toujours* (всегда),
- *Lelo* (фонетически искажённое имя пациента).

Совпадение? Не думаю!

C



D



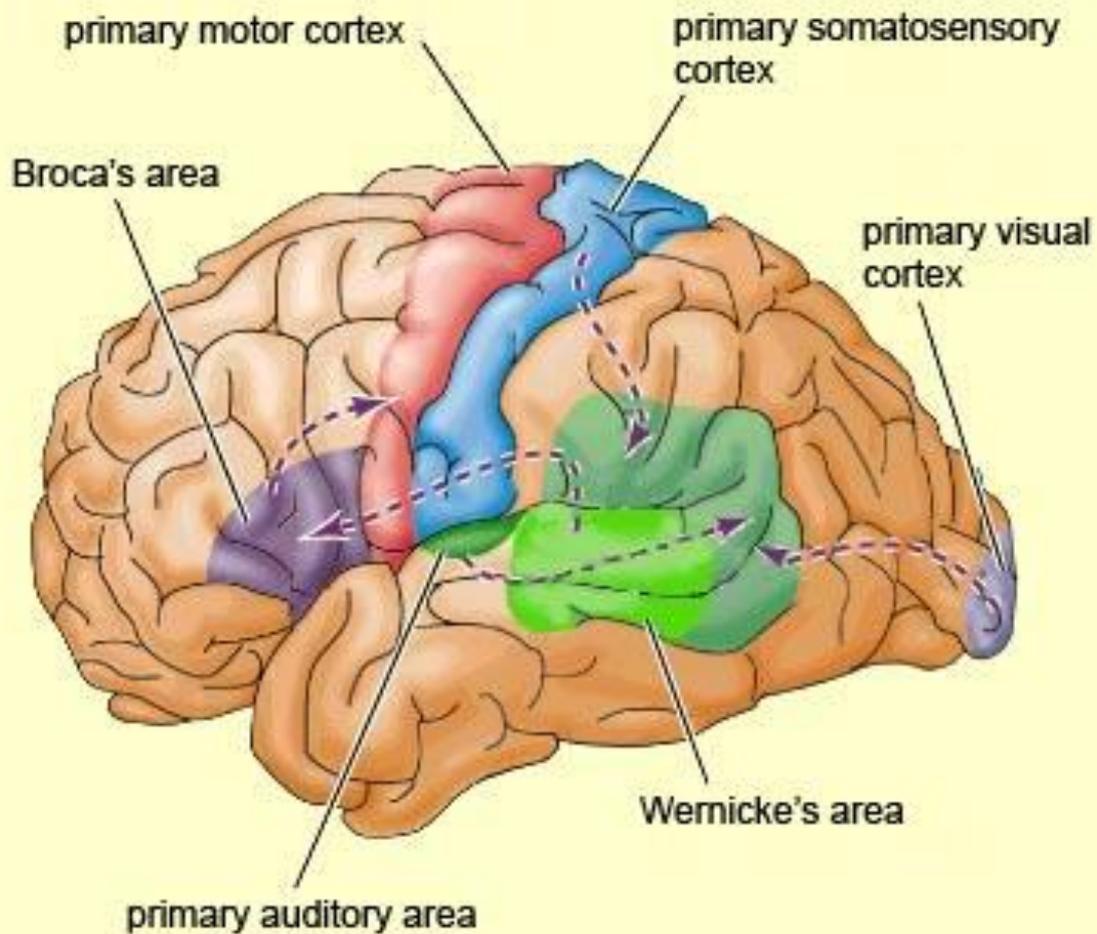
Второй отец нейролингвистики



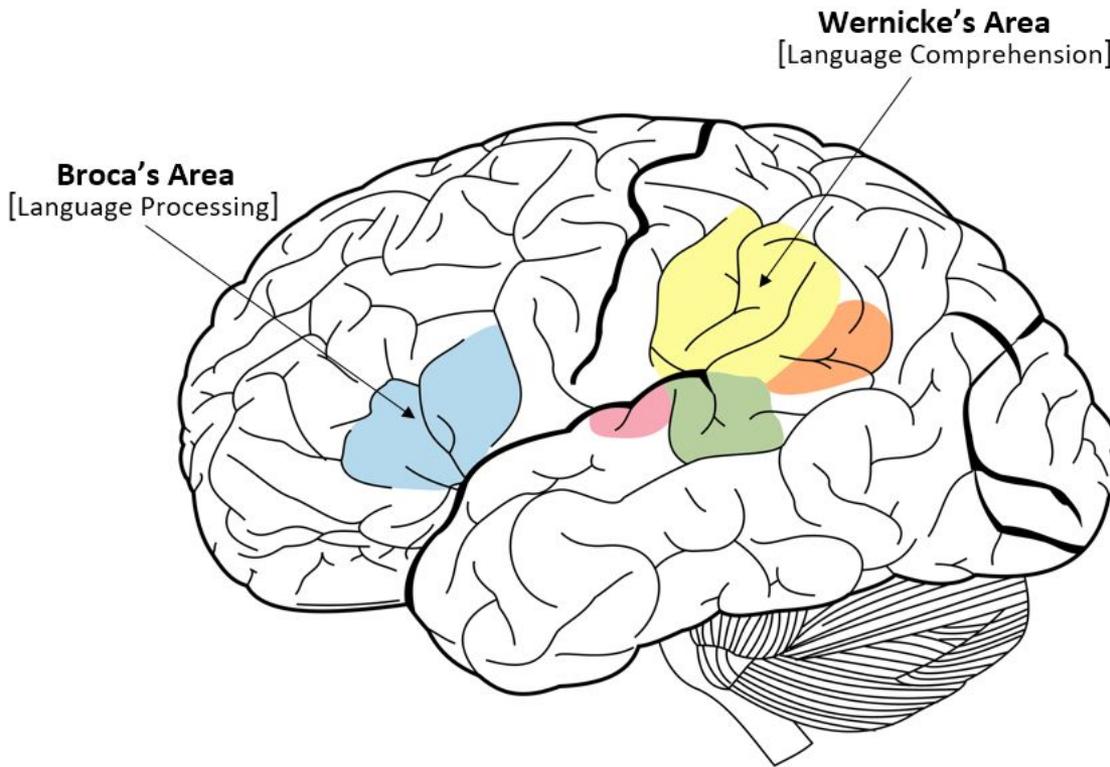
Carl Wernicke (1848-1905) — немецкий **психоневропатолог**, автор психоморфологического направления в психиатрии.

Родился в Польше, мать пророчила ему будущее министра, но не сложилось. Учился на врача. В 26 лет опубликовал свой 72-страничный труд *«Der aphasische Symptomenkomplex»*, в котором первым описал сенсорную афазию и локализовал её. Первым в мире создал нейробиологическую модель языка (модель Вернике-Гешвинда).

Зона Вернике



Две языковых зоны?



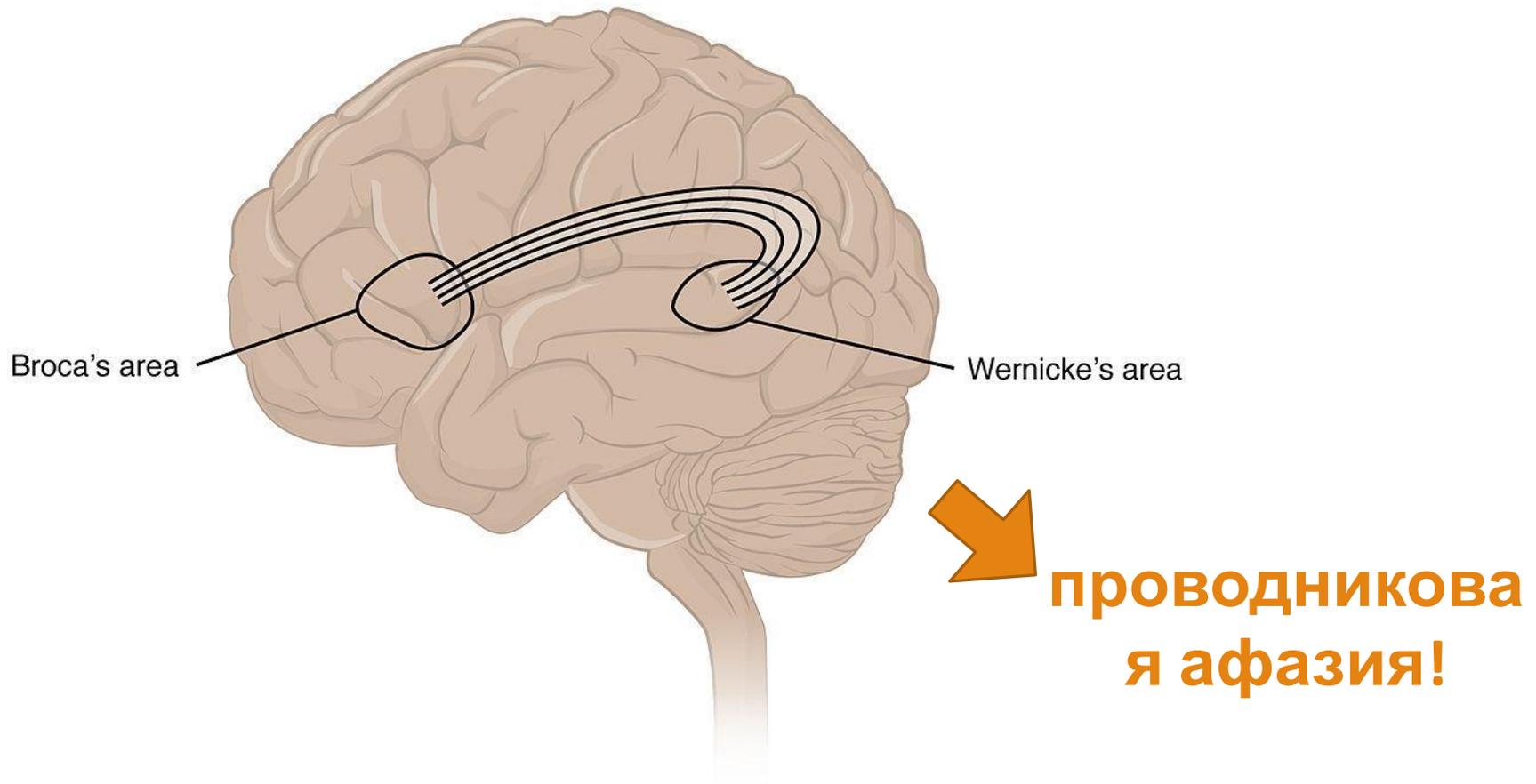
Две зоны, которые отвечают за всё:

- **зона Брока** — за порождение речи,
- **зона Вернике** — за понимание речи.

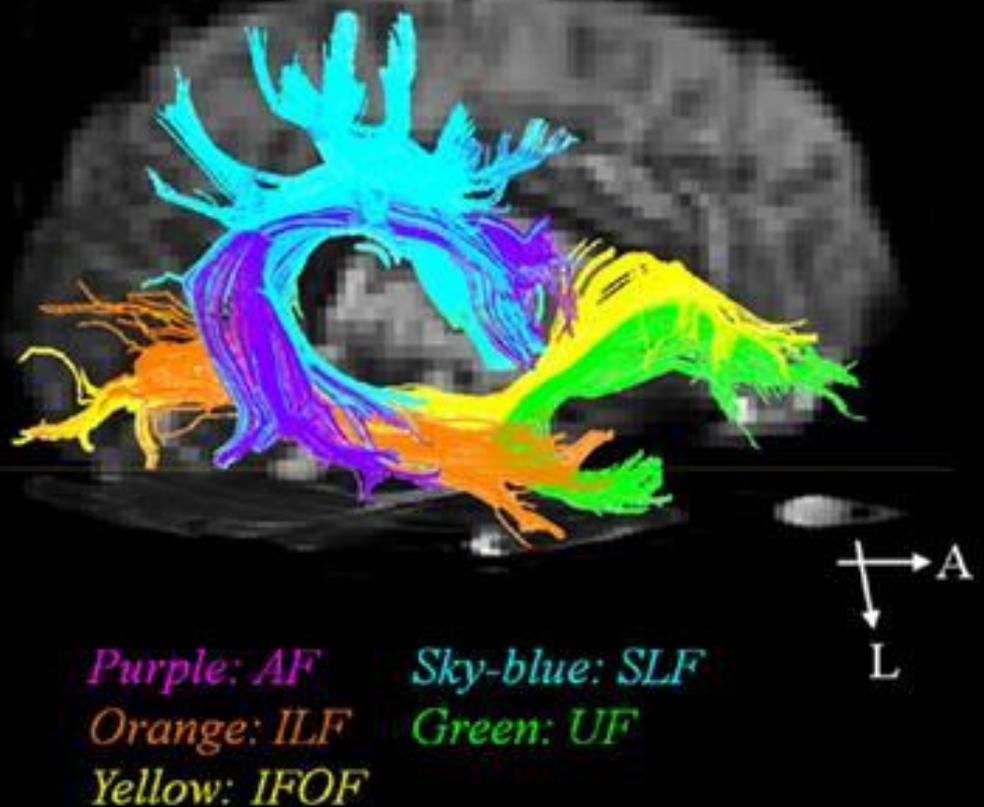
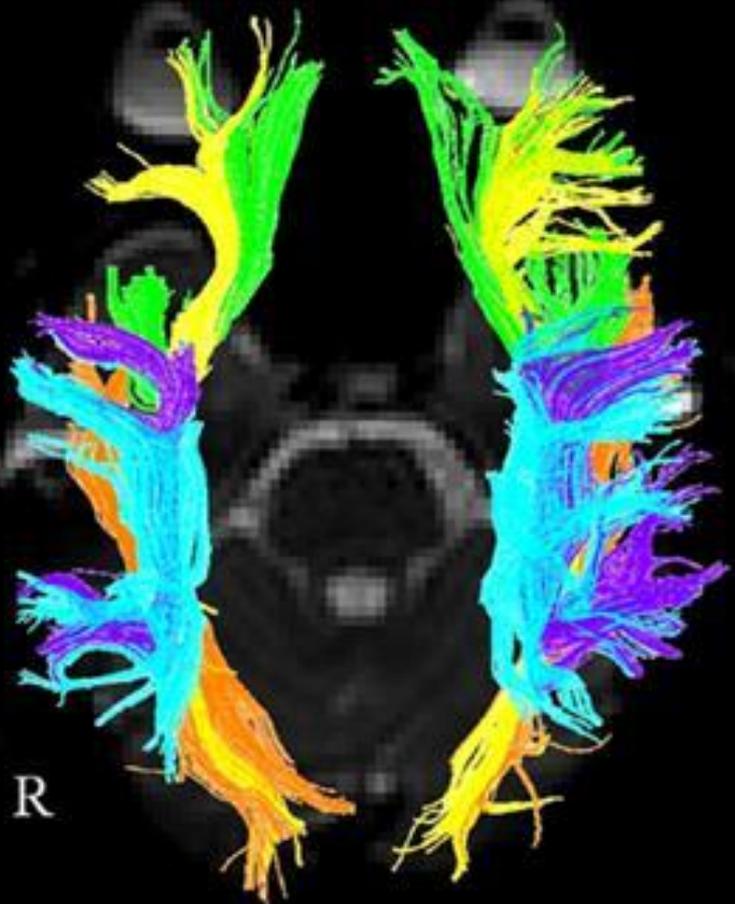
Сейчас это

**устаревшая
модель!**

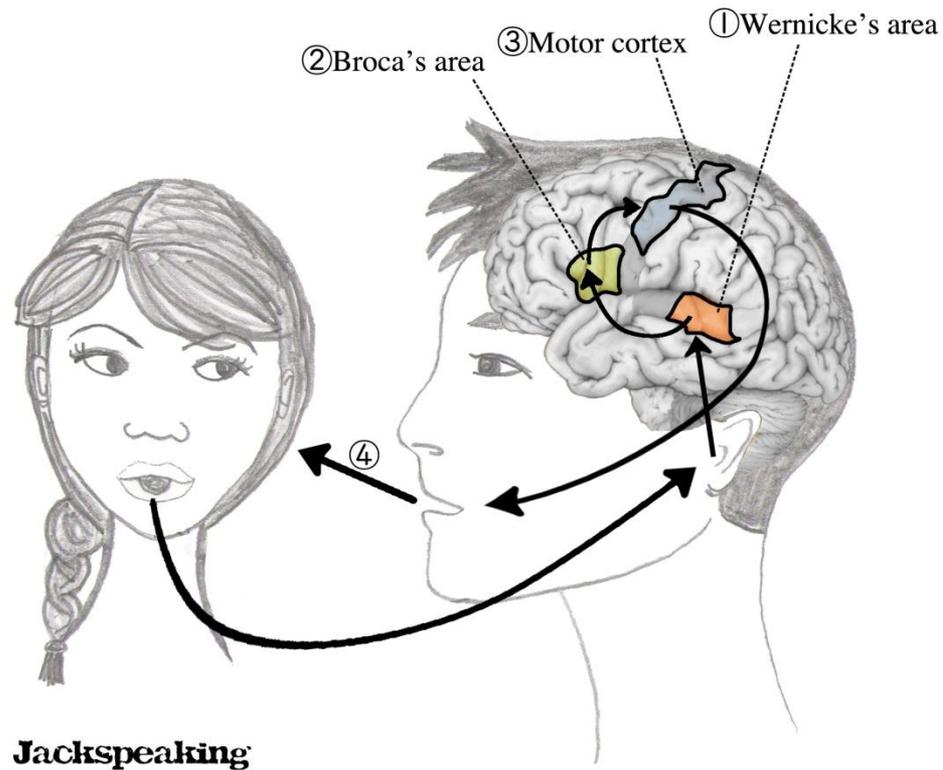
Arcuate fasciculus



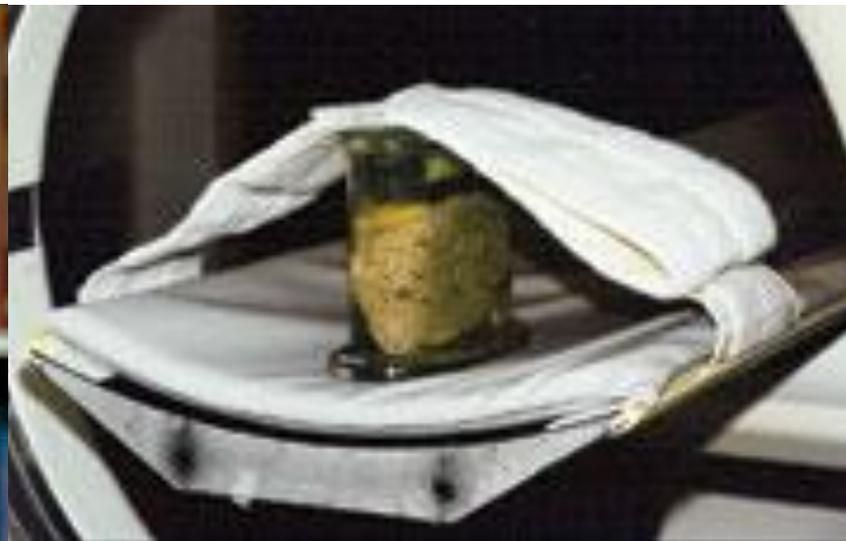
Arcuate fasciculus и Не только (DTI — трактография)



Процесс коммуникации (классическая модель)



Достаём мозги из шкафа



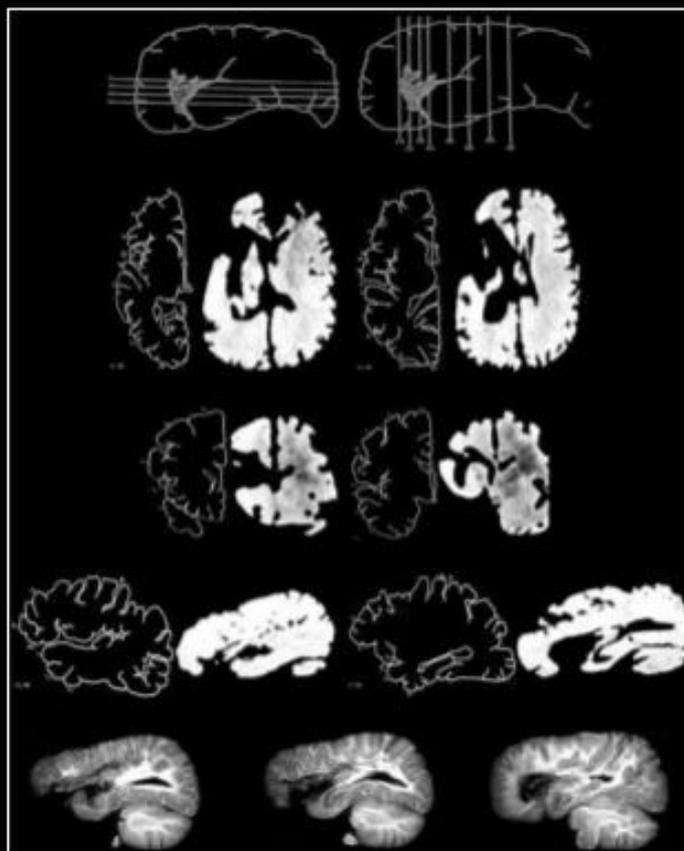
Nina Dronkers — современная нейролингвистка, директор Центра изучения афазии и сопутствующих заболеваний (Университет Калифорнии)

Найдите N отличий

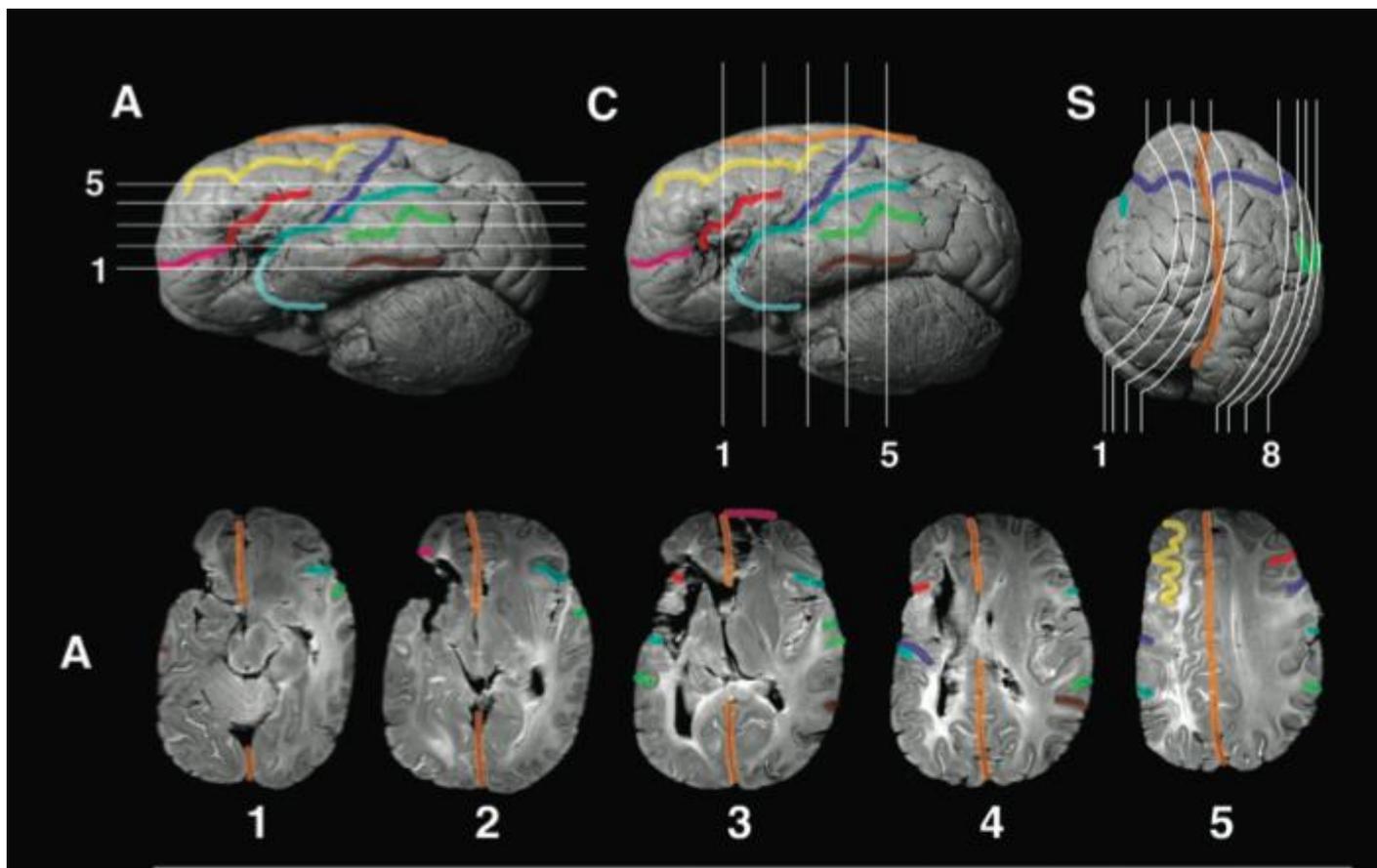
BRAIN A JOURNAL OF NEUROLOGY

Neuroradiological
Images of Lelong's
brain

Samples of the first
images collected
(1978–1979)



Найдите N отличий



Афазия пережила отцов

Афазия (от др.-греч. ἀ- — отрицательная частица и φάσις — проявление, высказывание) — это **системное приобретенное коммуникативное расстройство**, возникающее вследствие поражения головного мозга, характеризующееся нарушениями разных языковых модальностей [Charney & Hallowell, 2001].

4 ключевых аспекта в определении:

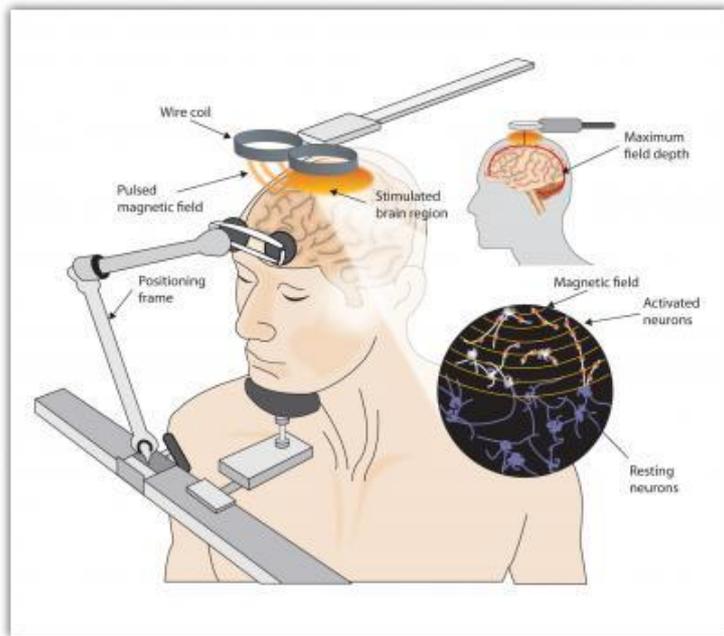
- «нейрогенное расстройство»
- «приобретенное»
- «языка»
- не сенсорное или интеллектуальное нарушение

Не только мозги в банке



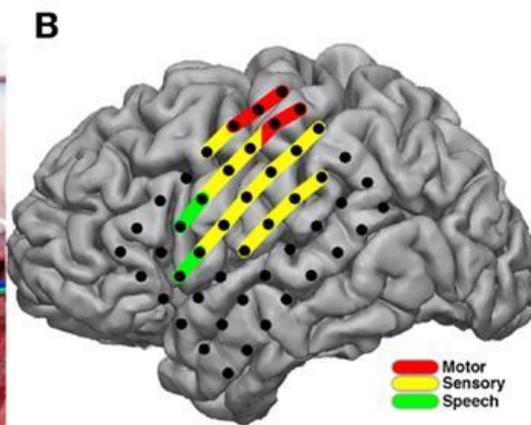
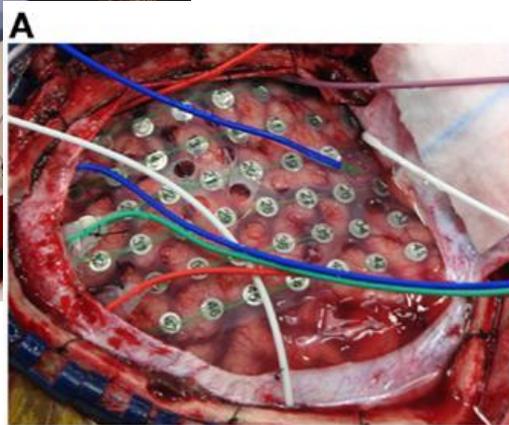
Стимуляция мозга

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС, англ. Transcranial magnetic stimulation, TMS) — метод, позволяющий **неинвазивно стимулировать кору головного мозга** при помощи коротких магнитных импульсов.



Страшные картинки

Операции с пробуждением (awake surgery) — операции на мозге, во время которых человека выводят из наркоза после трепанации черепа. Это нужно для **картирования функциональных зон**, а значит, максимального сохранения навыков и уровня жизни пациентов.



Студентов операцией не напугаешь



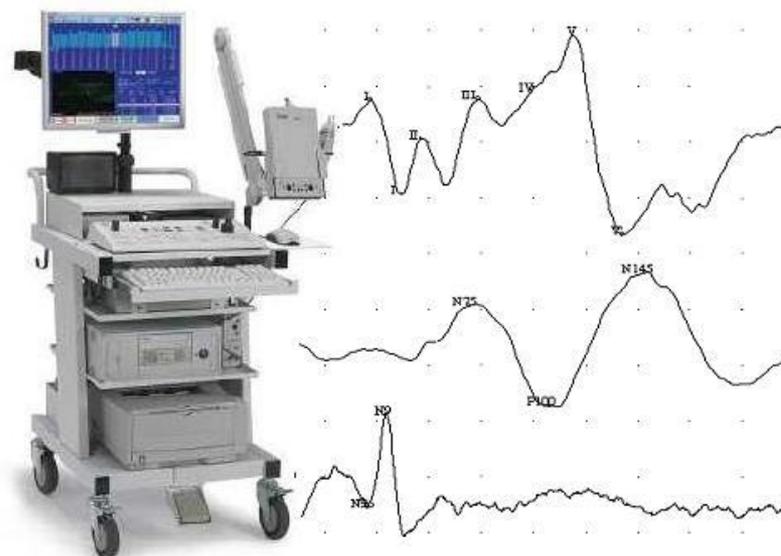
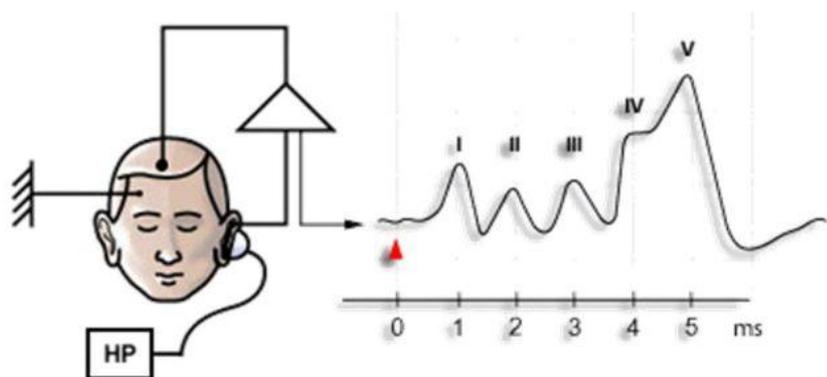
Валерия Толкачева, студентка 4 курса ФМПЛа, стажёр-исследователь лаборатории:

«Вместе с моим научным руководителем Анной Крабис мы **принимаем участие в таких операциях один-два раза в неделю.**

Для меня эта работа — реализация детской мечты о медицине, которую во взрослой жизни победила страсть к языкам и лингвистике. Как оказалось, работая в нейролингвистической лаборатории, эти вещи можно совмещать».

Мозг живой и реагирует

Вызванные потенциалы (event-related potentials, ERPs) — нейрофизиологические реакции мозга на разные стимулы, в том числе языковые.



Когда что-то идёт не так

Лексические ошибки (по смыслу)

Бабушка связала **шарфы** для внуков.

Бабушка связала **арбуз** для внуков.

Грамматические ошибки (по правилам)

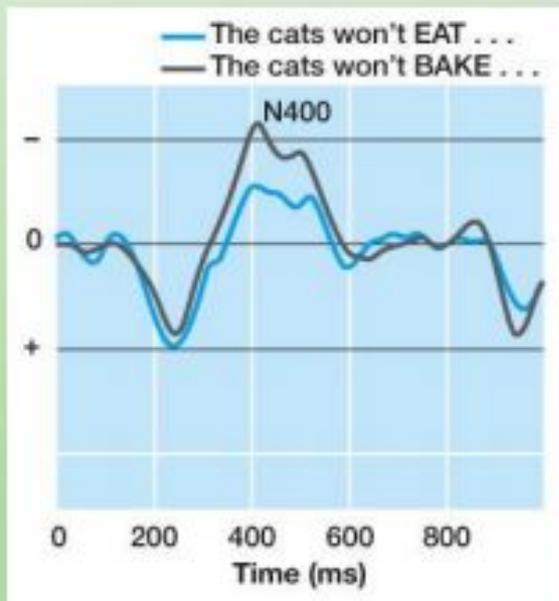
Сын недолюбливает **нарезку** из говядины.

Сын недолюбливает **нарезать** из говядины.

Как мозг понимает, что что-то идёт не так

N400

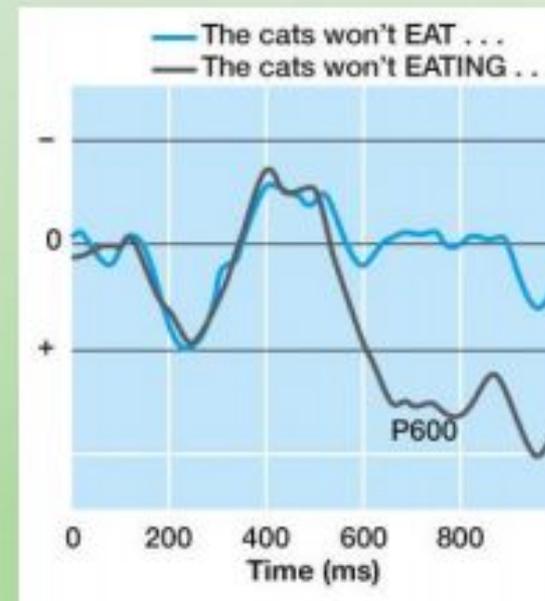
Нарушение семантики



- а) Хирург вправил **сустав** футболисту.
- б) * Хирург вправил **фонтан** футболисту.

P600

Нарушение синтаксиса



- а) Пенсионерка пользуется **плитой** во дворе.
- б) * Пенсионерка пользуется **плиту** во дворе.

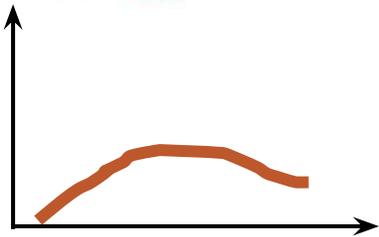
Даже если всё хорошо

Вяжем Арбуз

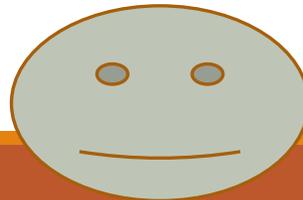
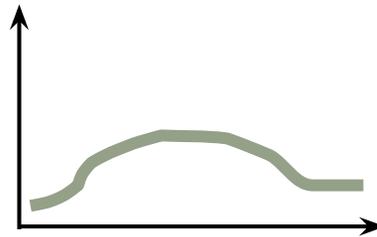
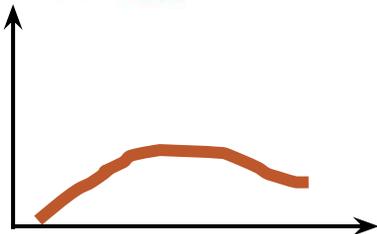


MyKnitWork

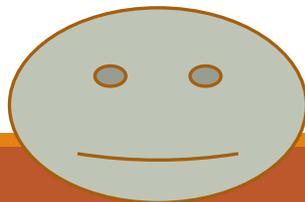
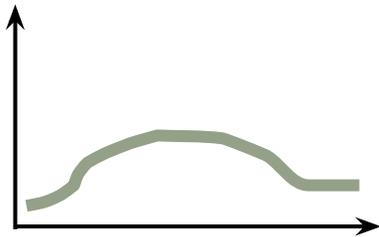
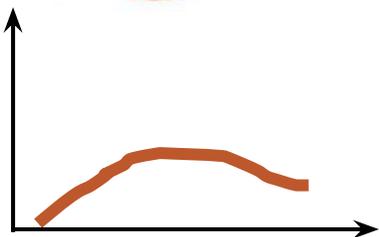
Эффект неожиданного варенья



Эффект неожиданного варенья



Эффект неожиданного варенья



Верификация лингвистических теорий

Экспериментальная лингвистика позволяет проводить **верификацию/фальсификацию лингвистических теорий**.

Придумайте ЭЭГ-эксперимент с вызванными потенциалами, где независимой переменной будет вид глагола.

Каким образом этот эксперимент соотносится с лингвистической теорией?

Счастье — в электродах!





ЭВОЛЮЦИЯ В ЯЗЫКЕ И ЯЗЫК В ЭВОЛЮЦИИ

Задача (Б. Л. Иомдин)

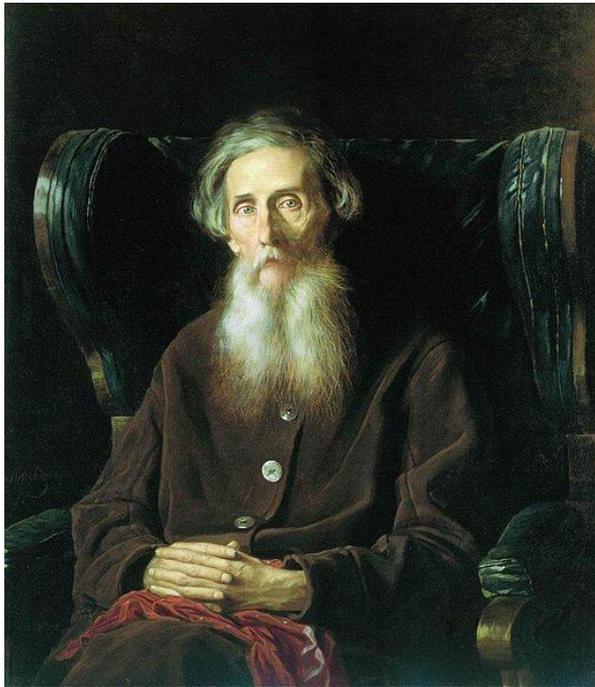
Я кликнул по ссылке, чтобы распечатать текст, а оказалось, что в сети вирус.

Какого из слов не было в словаре Даля?

А) Кликнуть. Б) Ссылка. В) Распечатать.

Г) Текст. Д) Сеть. Е) Вирус.

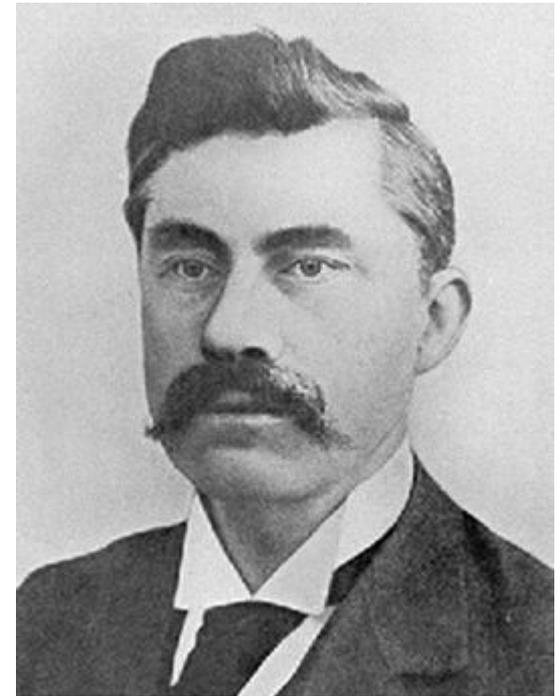
Биологи есть? А если найду?



Владимир Иванович Даль
1871-1872
Словарь издан в
1865-1866

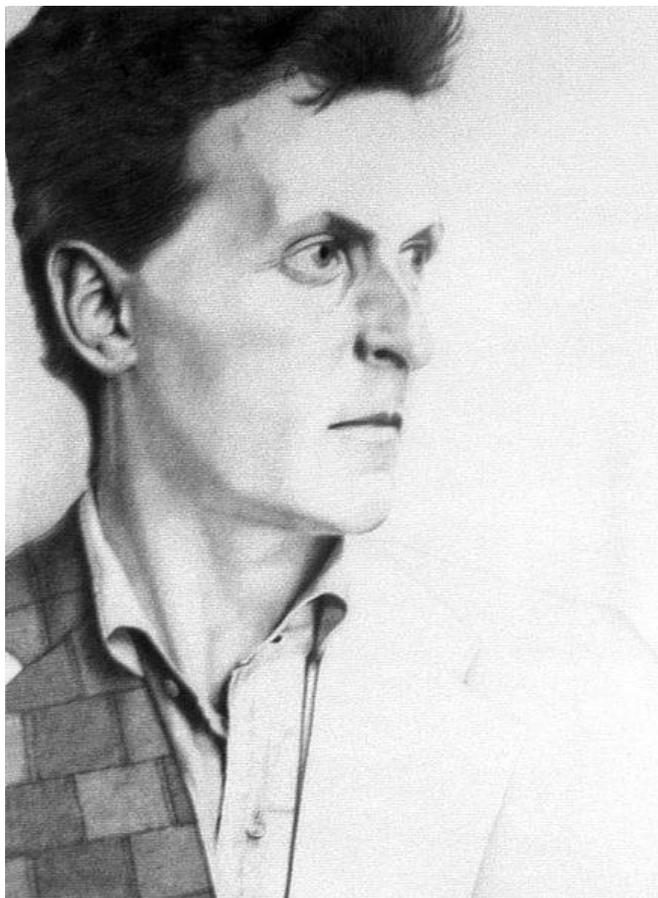


Дмитрий Иосифович
Ивановский
1864-1920
Статья о
небактериальном
патогене табака в 1892



Martinus W. Beijerinck
1851—1931
Вирус табачной
мозаики в 1898

Эволюция в языке



Ludwig Josef Johann Wittgenstein (1889-1951) — австрийский аналитический философ и логик. Выдвинул программу построения искусственного «идеального» языка, прообраз которого — язык математической логики.

Философию понимал как «критику языка».

«Представить себе какой-нибудь язык — значит представить некоторую форму жизни».

Философские исследования (1953).

Ср: вымирающие языки.

Лингвистика как биология



August Schleicher
(1821-1868)

Теория Дарвина в применении к науке о языке: публичное послание доктору Эрнсту Геккелю, э. о. профессору зоологии и директору зоологического музея при Иенском университете

«Область языков слишком различна от царств растительного и животного, чтобы совокупность рассуждений Дарвина до малейших подробностей могла иметь для нее значение».

Что же общего?

Морфология, дивергенция и
конвергенция, ареал,
эволюция, мутация
(Поливанов), систематика...

Почему меняется язык?



Евгений Дмитриевич Поливанов (1891-1938) — русский и советский лингвист, востоковед, японист и литературовед.

Один из основателей ОПОЯЗа, участник Гражданской войны, ярый противник марризма в языкознании. Ученик И. А. Бодуэна де Куртенэ и Л. В. Щербы. Принимал героин. Был арестован в 1937 году по обвинению в шпионаже в пользу Японии, а позже — расстрелян.

Механизмы мутаций в языке

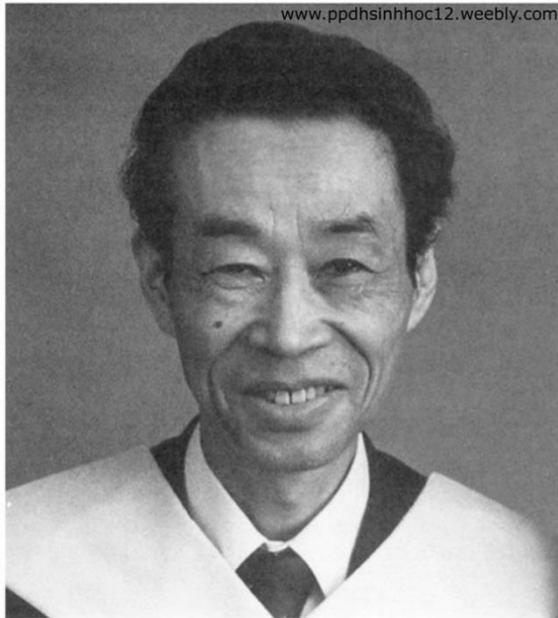
Поливанов утверждал, что существует два основных механизма, которые вызывают эволюционные изменения в языке:

1) Принцип **экономии произносительной энергии** (лень — двигатель прогресса): физиологические особенности речи, постоянное упрощение языка, далее в книге А. Мартине «Принцип экономии в лингвистике» (М., 1960).

2) **Социально-экономические** условия: сами изменения звуков или речевых форм нельзя объяснить воздействием «материально-общественной жизни», как писал Н. Я. Марр, или «силой производственно-общественных корней», однако если меняются носители, то меняется и язык, на котором они говорят.

Закон Поливанова: «Развитие литературного языка заключается отчасти в том, что он **все меньше развивается**».

Порезаться бритвой Оккама



Motoo Kimura

Мотоо Кимүра (яп. 木村資生, 1924-1994) — японский биолог, получивший широкую известность после публикации в 1968 году своей **нейтральной теории молекулярной эволюции**,

Суть: большая часть мутаций генома — нейтральны, не являются ни полезными, ни вредными. Основывается на статистических расчётах изменчивости.

Возможно, в языке многие изменения тоже **нейтральны**.

Эволюция =
наследственность

Наследуется ли
язык?

Мышление без речи

KE family — семья пакистанского происхождения в Великобритании, половина членов которой демонстрируют серьёзное речевое нарушение, названное **developmental verbal dyspraxia**.

Особенности заболевания:

- 1) Менделевское наследование!
- 2) Затруднения с грамматикой, с трудом проходят wug-тест.
- 3) Интеллект наследуется независимо: есть те, у кого превосходный IQ.

Срыв покровов

Особенности выполнения речевых заданий:

1) Различают ball – bell, но путаются в fall – fell.

2) He was very happy last week when he was | is first — не видят разницы.

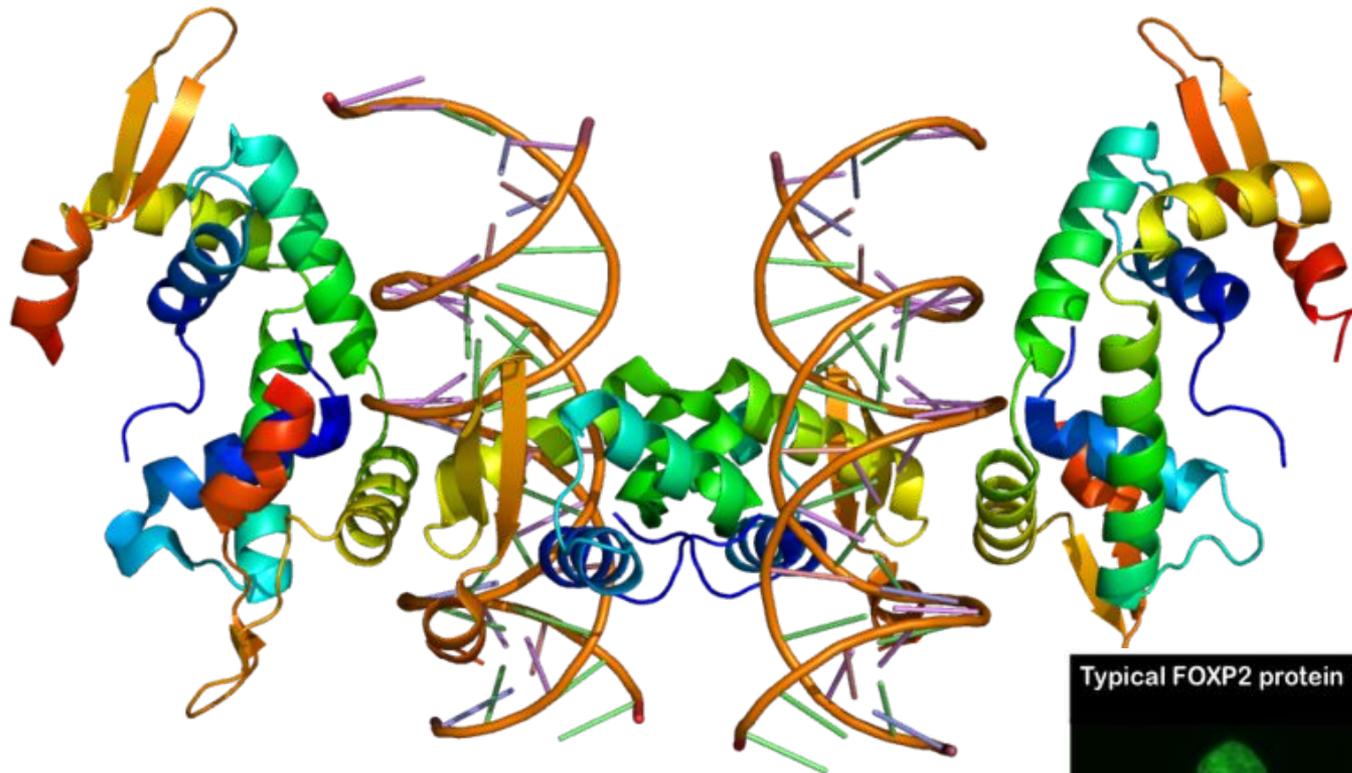
Значит, **specific language impairment (SLI)**, а не общекогнитивное нарушение.

Скорее всего, пациенты просто хранят в памяти все формы, а не образуют их по грамматическим правилам.

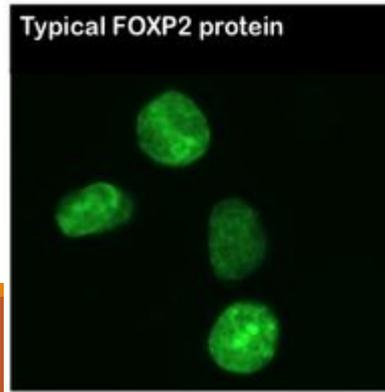


Myrna Gopnik
a Professor Emerita of Linguistics at McGill
University.

Виновник торжества — FOXP2



Typical FOXP2 protein

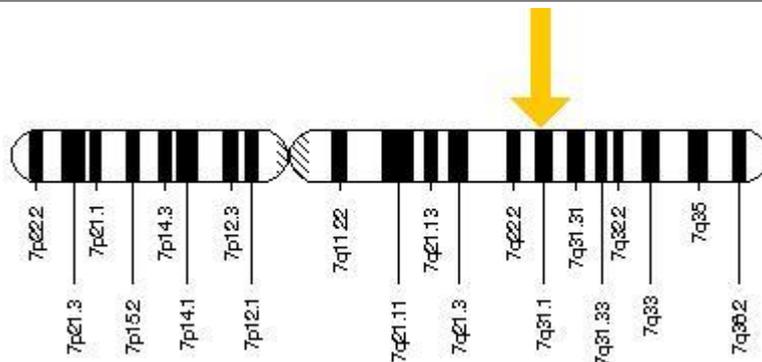


FOXP2 from a child with
speech, language + literacy
problems



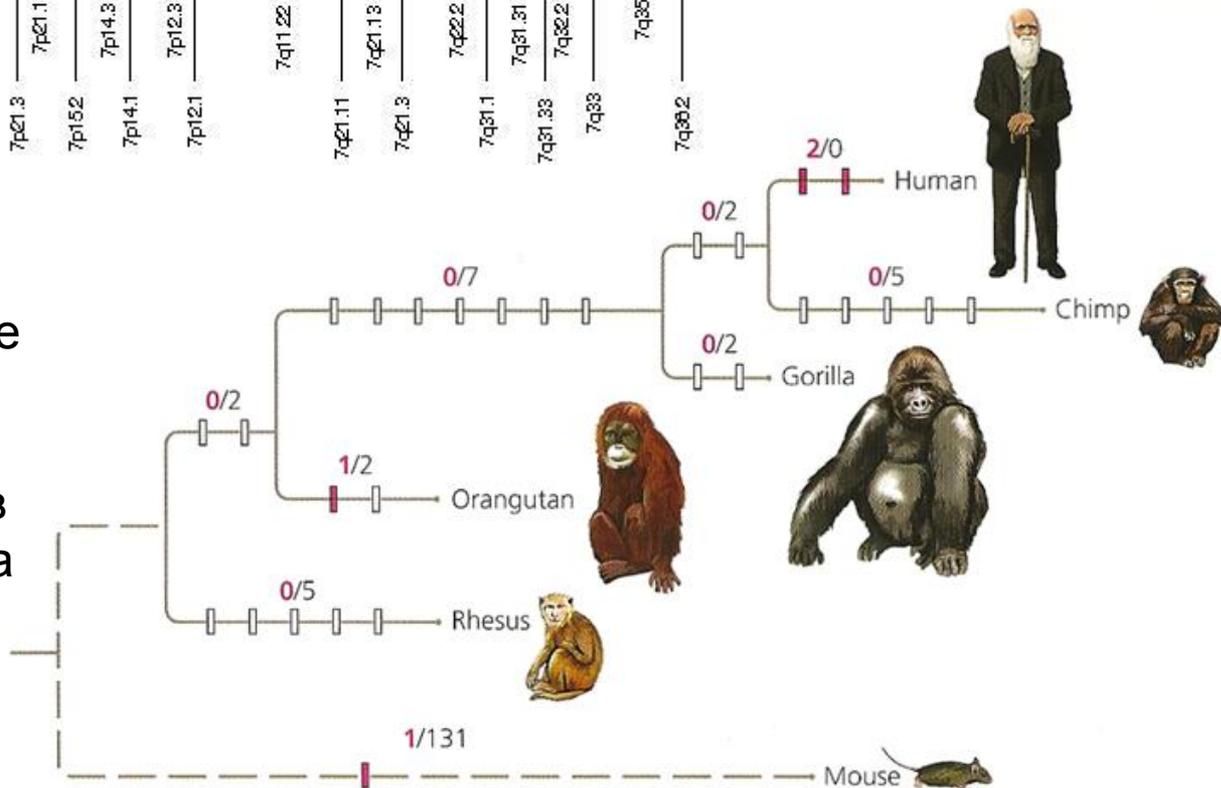
Его отец (мать?..): FOXP2 gene

Располагается на длинном плече 7 хромосомы человека.



Фиолетовым — non-silent mutations.

За 75 миллионов лет после появления «мышинной ветви» произошла 1 мутация, а за 6 миллионов лет расхождения человека и шимпанзе — две (ок. 10-100 тыс. лет назад).



Микки-Маус из пробирки



Мыши с человеческой версией FOXP2 учатся быстрее.

Schreiweis, C., Bornschein, U., Burguière, E., Kerimoglu, C., Schreiter, S., Dannemann, M., ... & Groszer, M. (2014).

Humanized Foxp2 accelerates learning by enhancing transitions from declarative to procedural performance. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(39), 14253-14258.

У мышей с поломкой в гене FOXP2 наблюдается нарушение вокализаций и нейропластичности.

Shu, W., Cho, J. Y., Jiang, Y., Zhang, M., Weisz, D., Elder, G. A., ... & Santucci, A. C. (2005). Altered ultrasonic vocalization in mice with a disruption in the Foxp2 gene. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102(27), 9643-9648.

Как влияют гены?



ген ДНК → «код» для белка → белок → построение синапсов →
построение нейронной сети → оформление функциональной
зоны (зоны Брока, например) → работа всего мозга →
поведение человека → язык

Законы генетики поведения

1. Все поведенческие черты человека являются **наследуемыми**.
2. Эффект разницы воспитания в одной семье слабее, чем эффект влияния схожих генов.
3. Значительная часть вариативности в сложных поведенческих чертах человека **не объясняется влиянием генов или семьи**.

Turkheimer, E. (2000). Three laws of behavior genetics and what they mean. Current Directions in Psychological Science, 9(5), 160-164.

Вакансия для вас ;)

Genome-wide association analyses

Variant annotation using large public resources (e.g. Ensembl Genome Browser, Roadmap Epigenomics Project)

Data mining using machine learning approaches

GCTA and related analyses

Analyses of next-generation-sequencing data

Interspecies comparisons

Genome-wide simulations

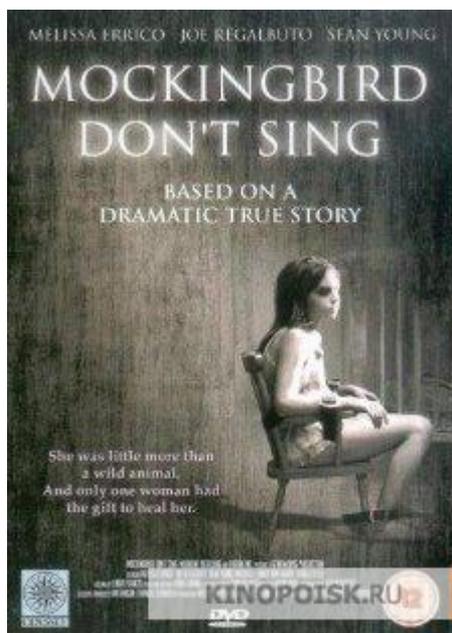
<http://www.mpi.nl/people/vacancies/postdoctoral-research-scientist-in-statistical-genomics-genetic-epidemiology>

И всё же социум...



Genie (род. 1957) —
девочка из США,
которую на первые 12
лет жизни
изолировали от
социума. Не могла
усвоить язык, с ней
занималась
лингвистка Susan
Curtiss.

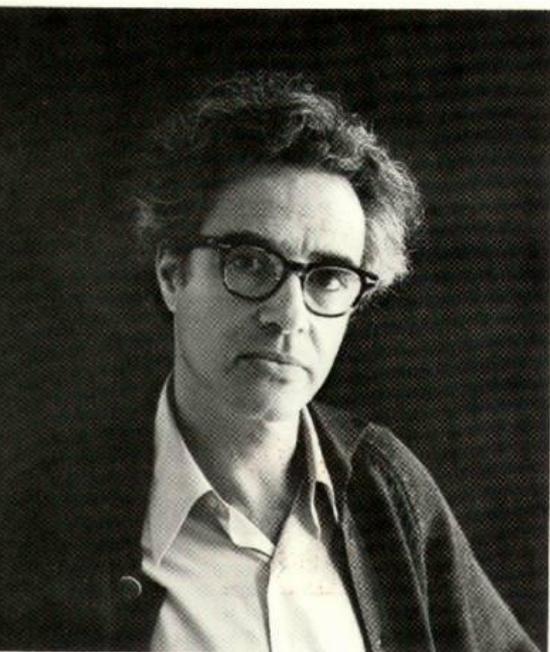
Пересмешник (не?) будет петь



«Пересмешник не будет петь» (англ. Mockingbird Don't Sing) — фильм режиссёра независимого кинематографа США Гарри Бромли Девенпорта, премьера в 2001 году.

Может, название — отсылка к усвоению языка через повторение?..

Усвоить нельзя потерять



Eric H. Lenneberg
1921-1975

Eric Heinz Lenneberg (1921-1975) — лингвист и нейроучёный. Развивал идеи биологии языка. В своей книге *Biological Foundations of Language* (1967) популяризовал идеи невролога Wilder Penfield и соавтора Lamar Roberts о критическом периоде при усвоении языка.

Идея **critical period hypothesis**: после некоторого возраста, если естественный язык не был освоен, то человек не сможет освоить язык больше никогда.

Вернёмся к нашим лингвистам

Что же мы поняли?

Парадокс лингвистики

Когда лингвистика использует «гуманитарные» методы — она всё **сильнее** отдаляется от человека.

Когда лингвистика использует «точные» и «естественнонаучные» методы — она всё **ближе к пониманию** человека.

Кто, если не мы?



Ольга Драгой,

заведующая лабораторией
нейролингвистики НИУ ВШЭ:

«Лаборатория находится при филологическом факультете, и это важно, потому что мы идем от лингвистики. **В нашу область должны прежде всего идти лингвисты** — люди, которые превосходно разбираются в том, как устроен язык; и при соответствующем дополнительном образовании они могут блестяще заниматься нейролингвистикой».

<http://theoryandpractice.ru/posts/7375-molodye-uchenye-neyrolingvist-olga-dragoy-o-patologii-rechi-bilingvizme-i-neyrovizualizatsii-yazyka>

Спасибо за внимание!



Дополнительные материалы

Небольшая лекция И. А. Секериной о методах психолингвистики

<http://postnauka.ru/video/54744>

Видео операций с пробуждением

скрипач — https://www.youtube.com/watch?v=M_fjiEOb40M

оперный певец — <https://www.youtube.com/watch?v=p8415HRX9q8>

Интервью с сотрудницами лаборатории нейролингвистики

Вышки

<https://www.hse.ru/neuroling/interview>

Рекомендуемые учебники и курсы на Coursera

<https://www.hse.ru/neuroling/interns>

Дополнительные материалы

Пациентка с другим типом афазии — афазией Вернике

<https://www.youtube.com/watch?v=dKTdMV6cOZw>

История открытий Поля Брока и Карла Вернике

<http://www.slideshare.net/tonynatera58/20150316-broca-email-only>

О пациентах Брока, вошедших в историю

<http://blogs.scientificamerican.com/literally-psyched/the-man-who-couldnt-speakand-how-he-revolutionized-psychology/>

Глава про языковую способность из книги Мэта Ридли «Геном»

<http://rubooks.org/book.php?book=9410&page=36>