



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.

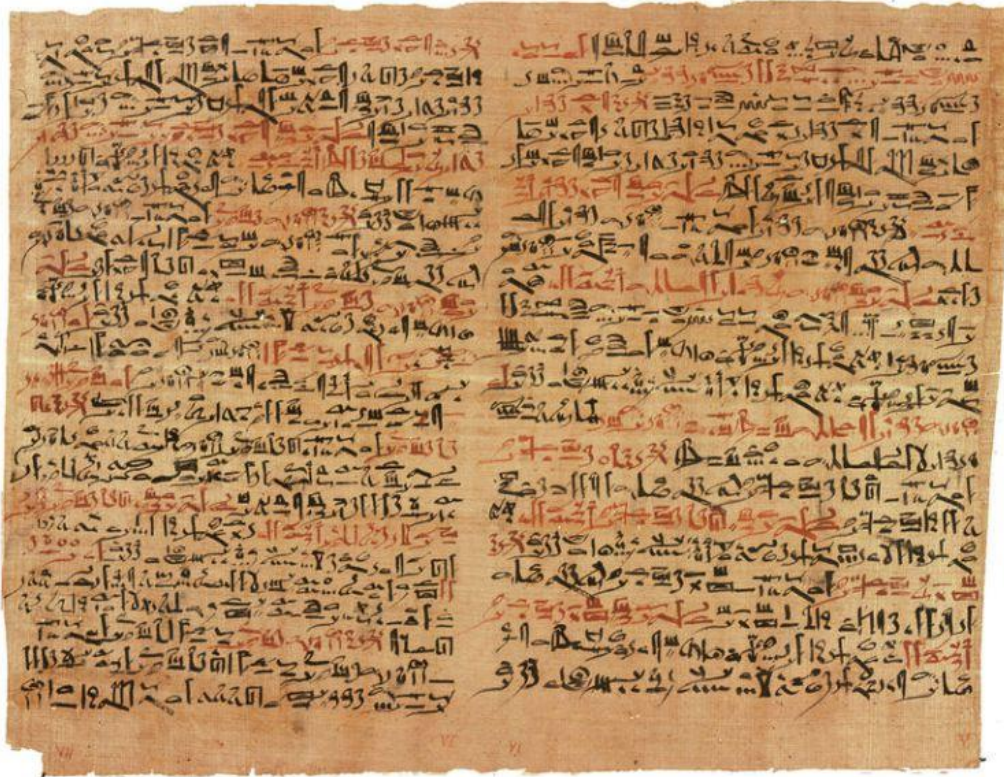
Будем рады видеть заинтересованных школьников на наших мероприятиях!

<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

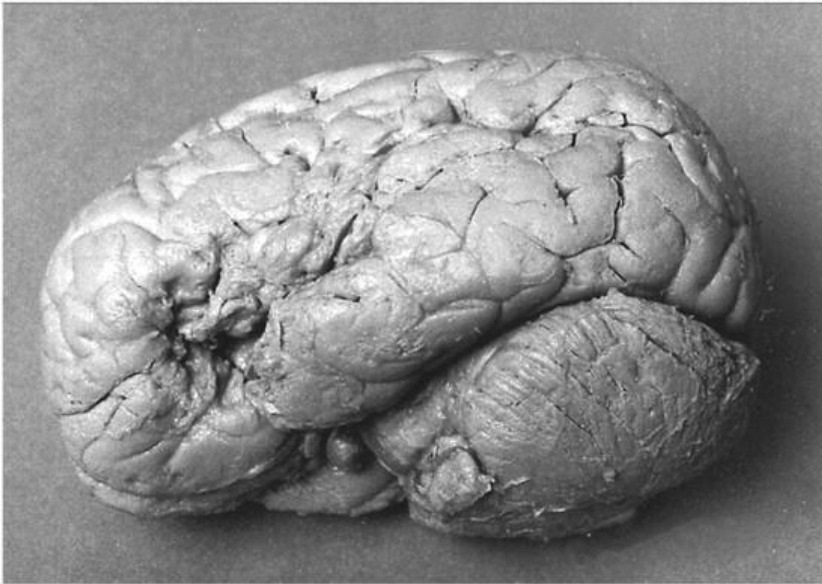
12 апреля 1861 — встреча
с Брока

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

Второй пациент

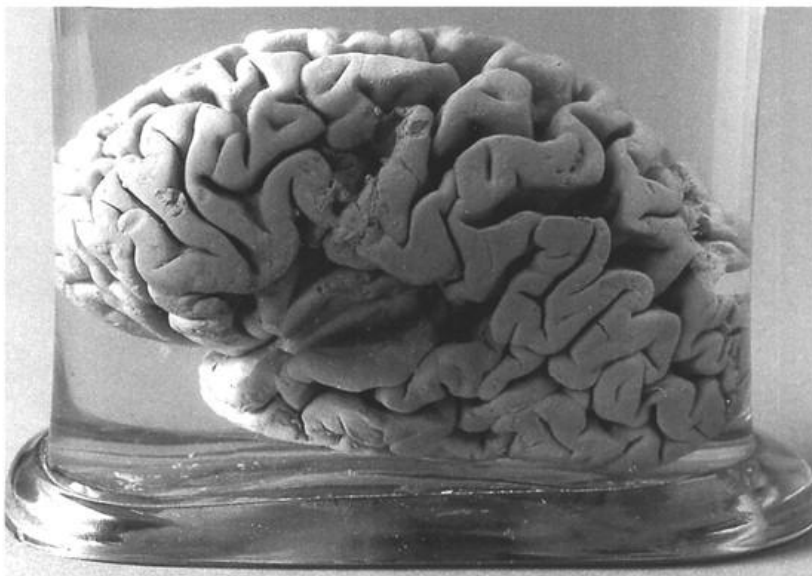
Lazare Lelong — восьмидесятичетырёхлетний ground worker, страдал от деменции (старческого слабоумия). Попал в тот же госпиталь, что и Леборн.

Пользовался всего 5 языковыми единицами:

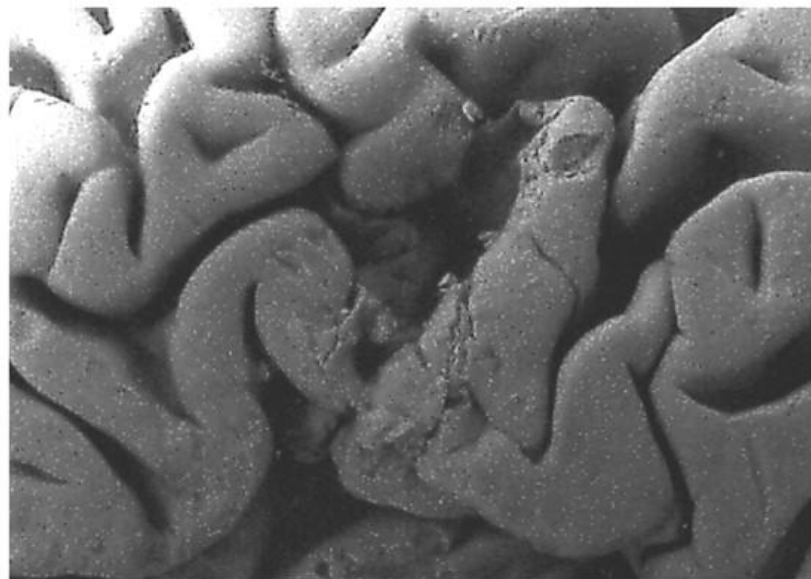
- *oui* (да),
- *non* (нет),
- *tois* (из *trois* ‘три’, однако пациент использовал это слово для всех чисел),
- *toujours* (всегда),
- *Lelo* (фонетически искажённое имя пациента).

Совпадение? Не думаю!

C



D



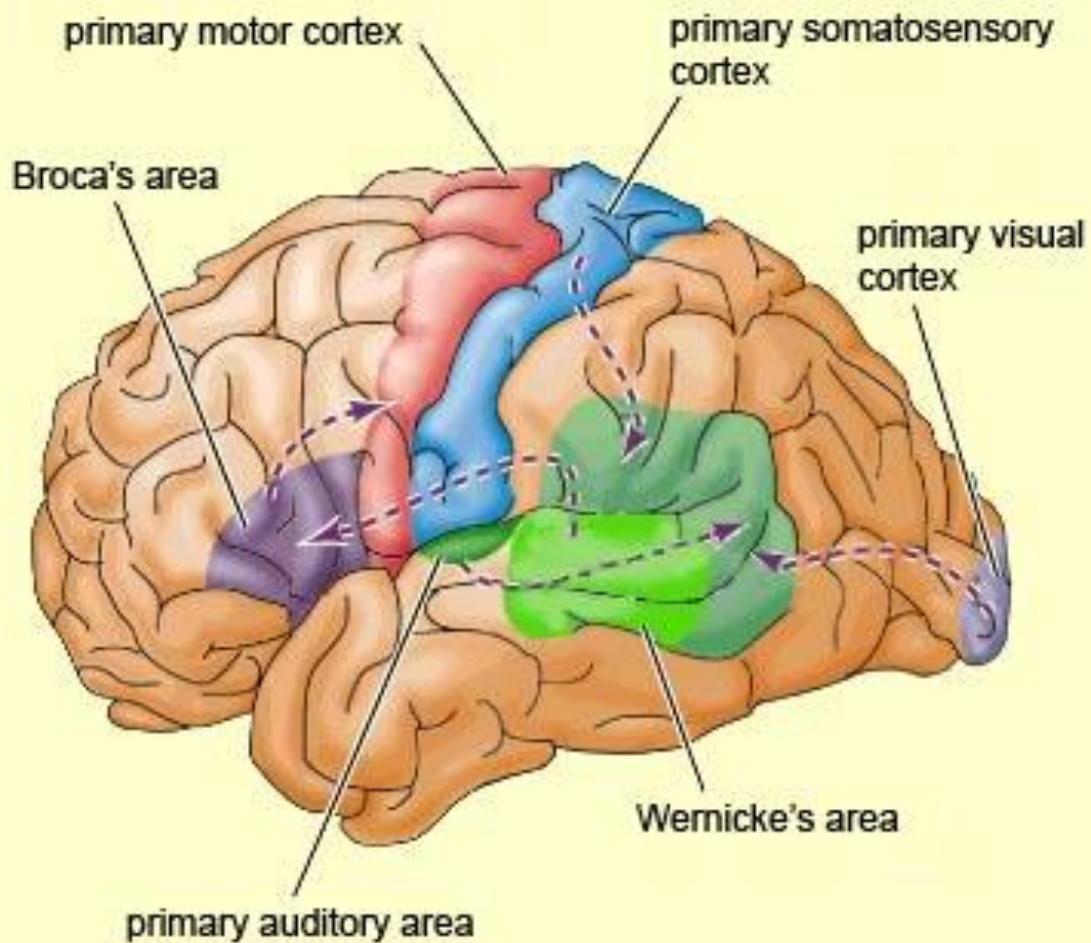
Второй отец нейролингвистики



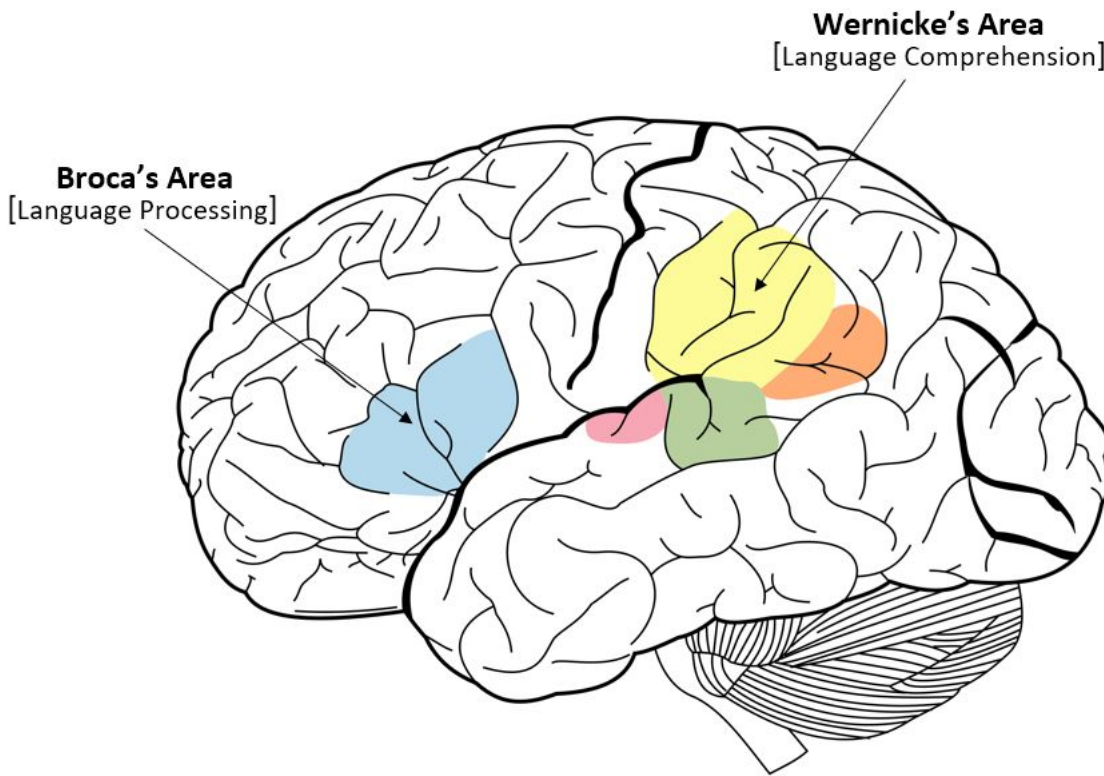
Carl Wernicke (1848-1905) — немецкий **психоневропатолог**, автор психоморфологического направления в психиатрии.

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?



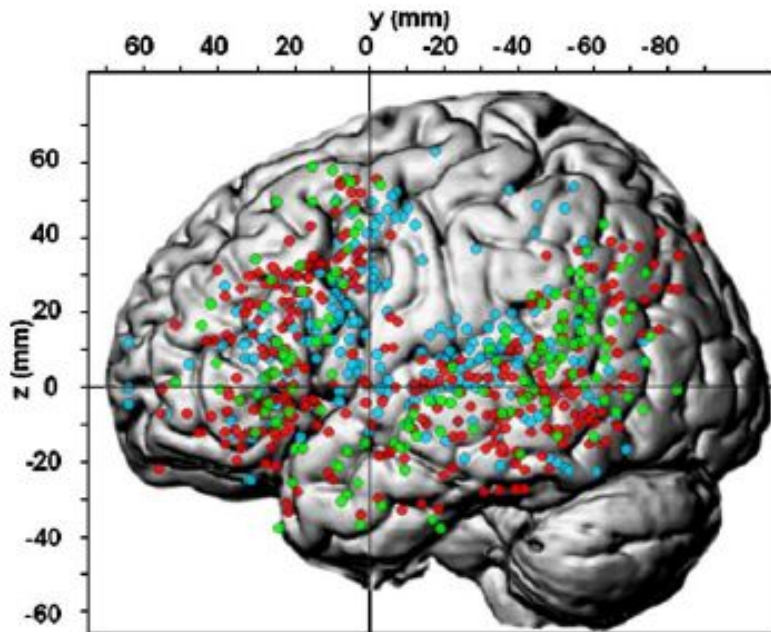
Две зоны, которые отвечают за всё:

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

Сейчас это

**устаревшая
модель!**

Много языковых зон!



синие точки — фонетика
красные точки — значение
зелёные точки —
грамматика

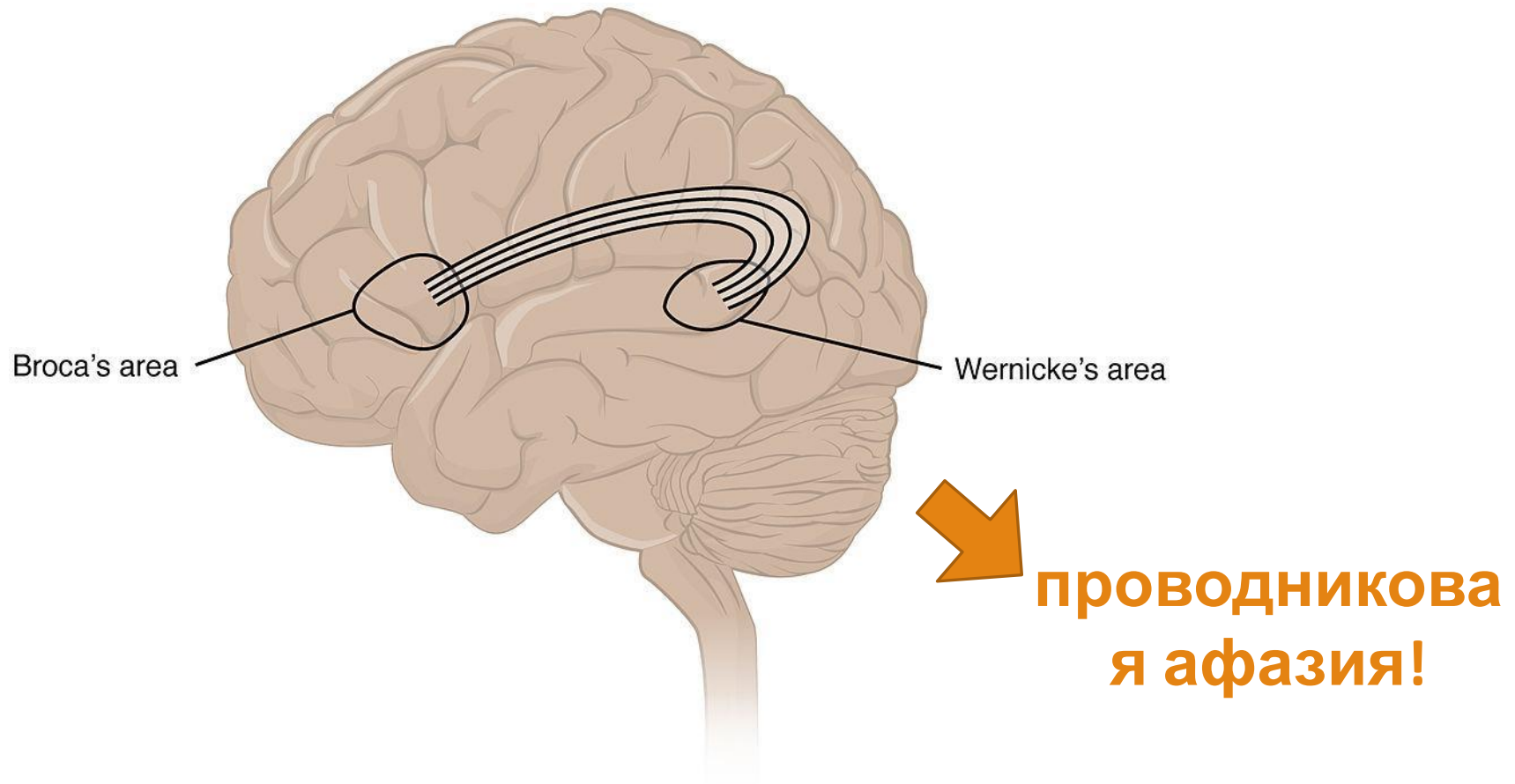
730 пиков активации,
связанных с языковой
деятельностью, которые
описаны в 129 статьях и научных
отчётах

Как это анализировать?
Как это соотносится с зонами
Брока и Вернике?

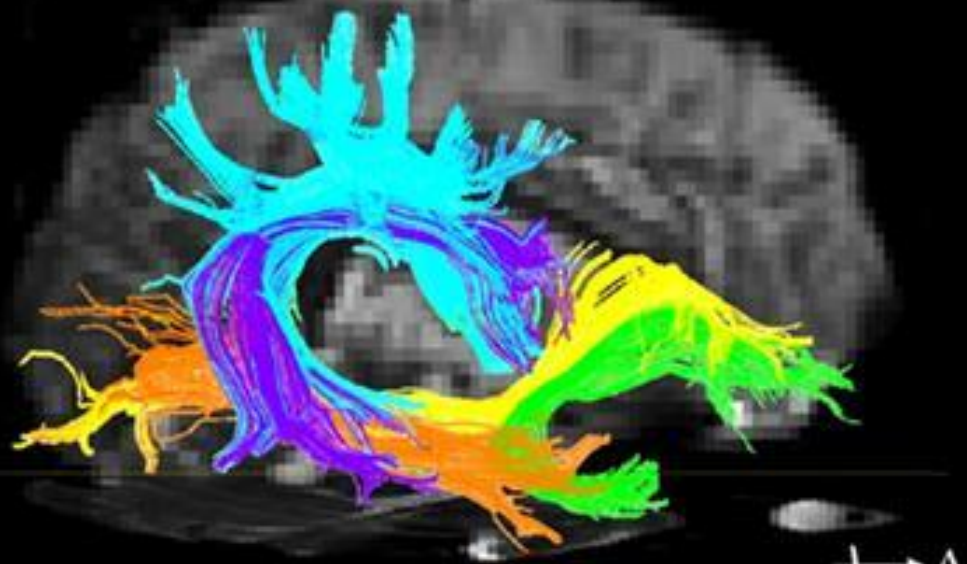
См. решение Tremblay, P., & Dick,
A. S. (2016). Broca and Wernicke are
dead, or moving past the classic
model of language neurobiology.

Vigneau, P. et al. (2006). Meta-analyzing left hemisphere language areas: phonology, semantics, and sentence processing. *Neuroimage*, 30(4), 1414-1432.

Arcuate fasciculus



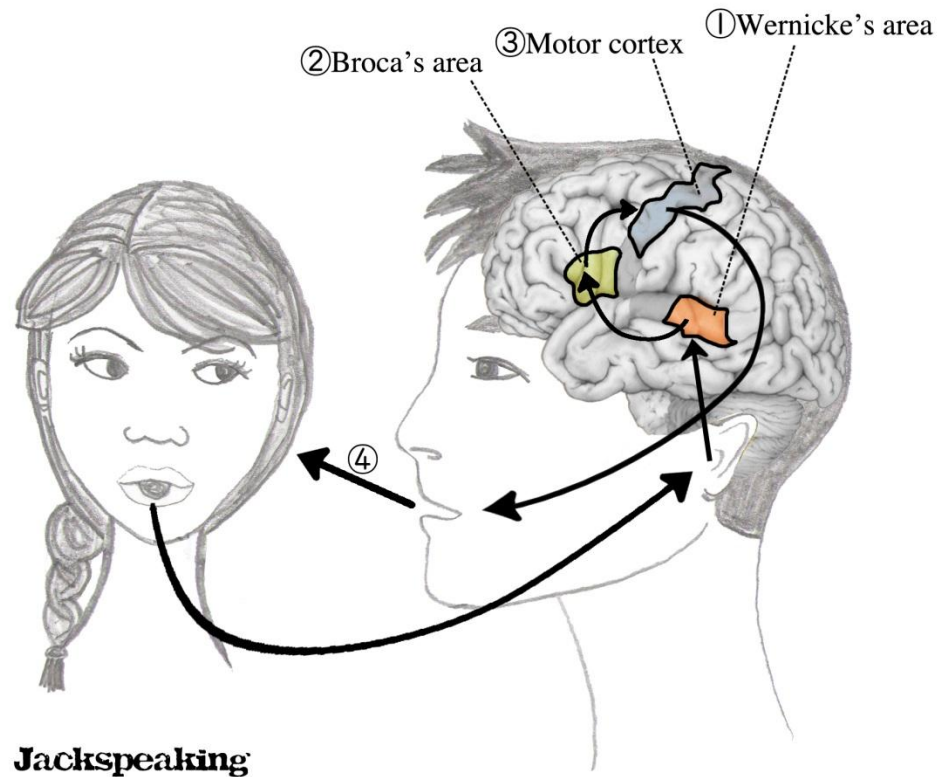
Arcuate fasciculus и He только (DTI — трактография)



Purple: AF
Orange: ILF
Yellow: IFOF

Sky-blue: SLF
Green: UF

Процесс коммуникации (классическая модель)



Достаём мозги из шкафа



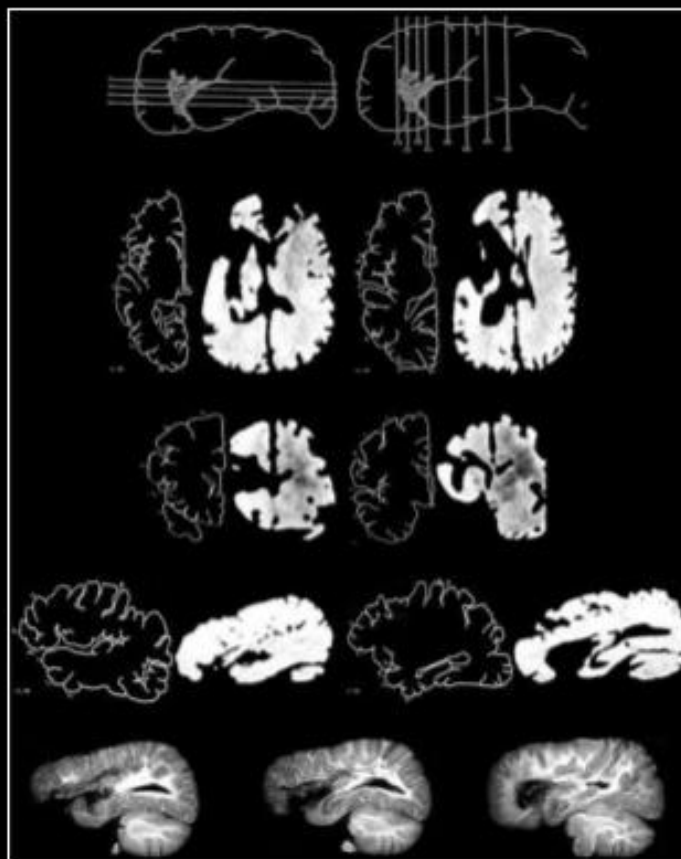
Nina Dronkers — современная
нейролингвистка, директор
Центра изучения афазии и
сопутствующих заболеваний
(Университет Калифорнии)

Найдите N отличий

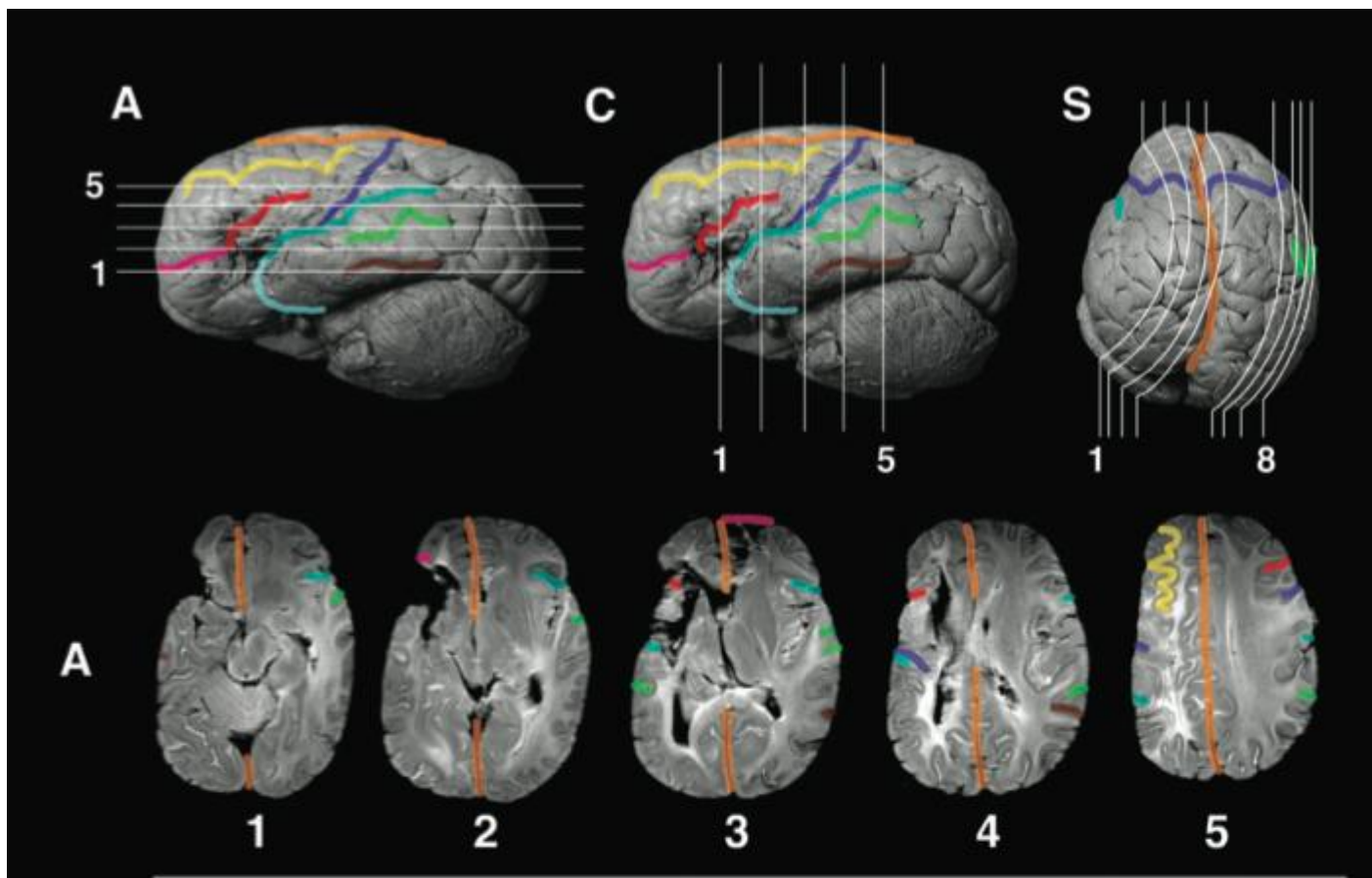
BRAIN A JOURNAL OF NEUROLOGY

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:

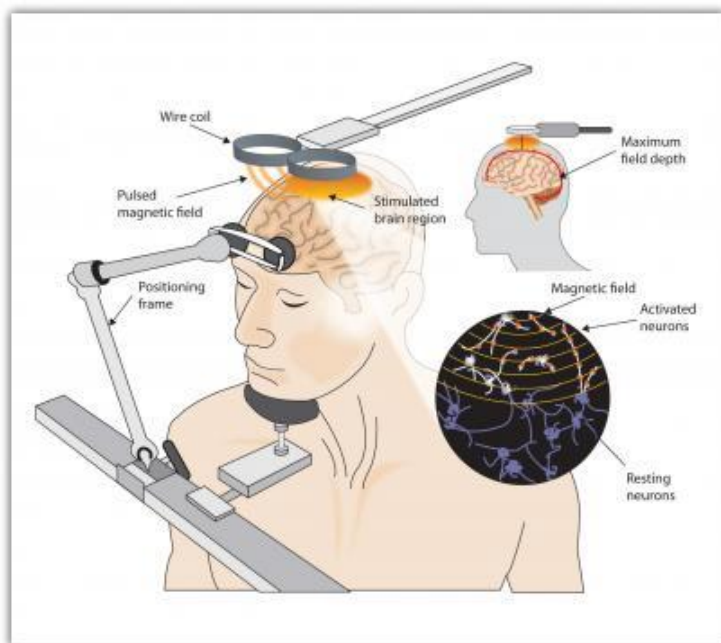
- «нейрогенное расстройство»
- «приобретенное»
- «языка»
- не сенсорное или интеллектуальное нарушение

Не только мозги в банке



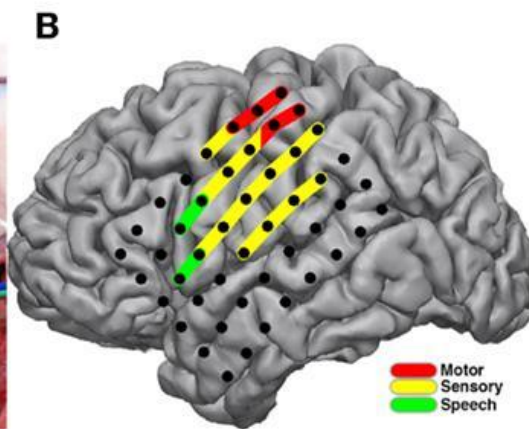
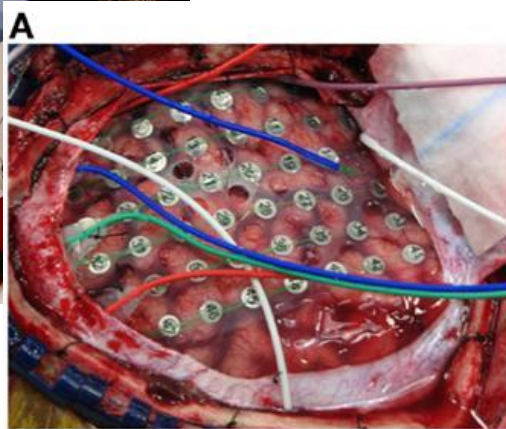
Стимуляция мозга

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



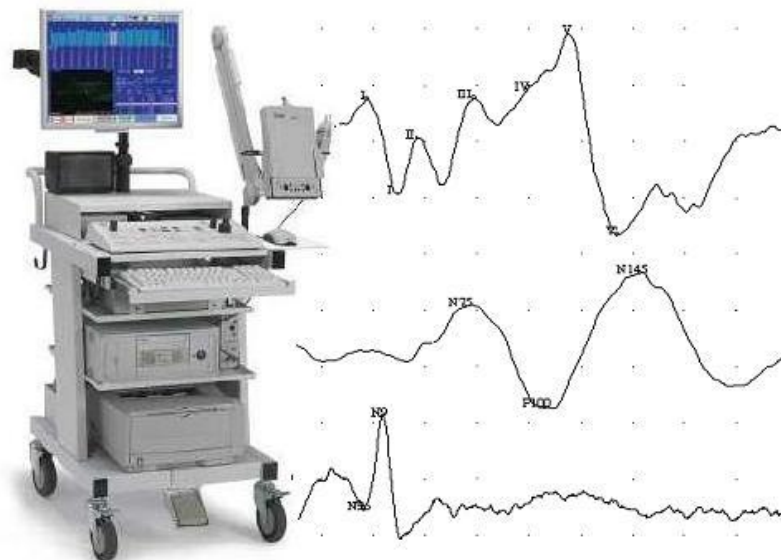
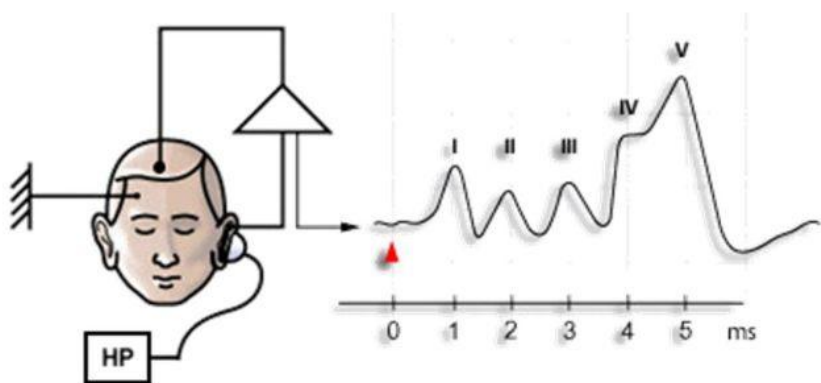
Валерия Толкачева, студентка 4 курса ФМПЛа, стажёр-исследователь лаборатории:

«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)

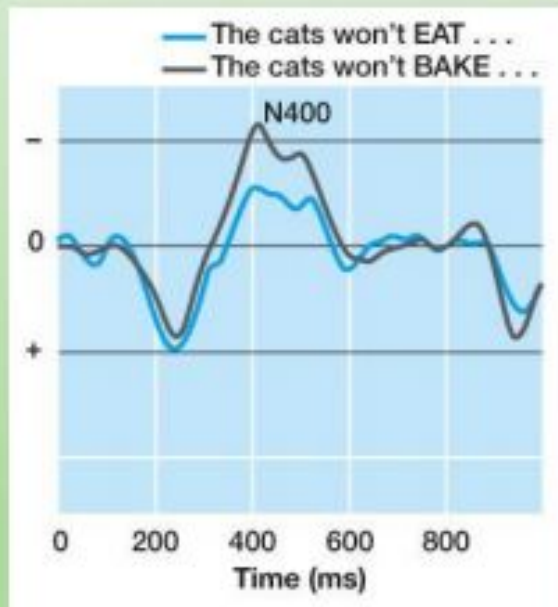
Сын недолюбливает **нарезку** из говядины.

Сын недолюбливает **нарезать** из говядины.

Как мозг понимает, что что-то идёт не так

N400

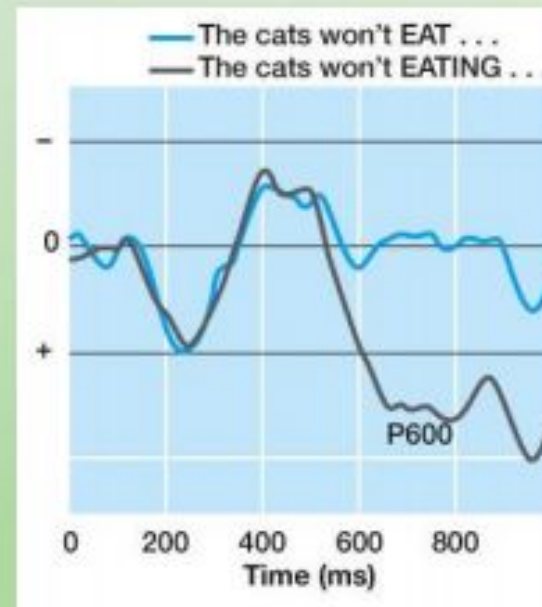
Нарушение семантики



- 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.

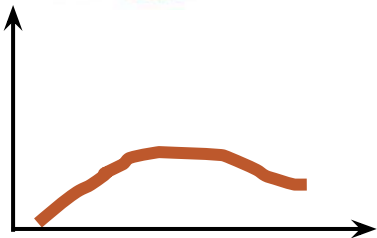
Даже если всё хорошо

Вяжем Арбуз

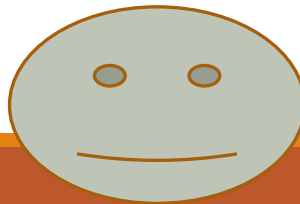
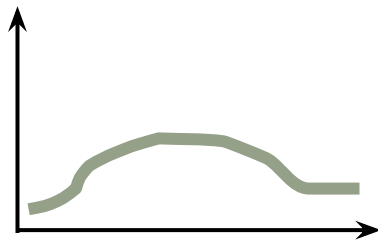
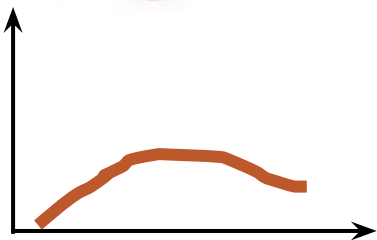


MyKnitWork

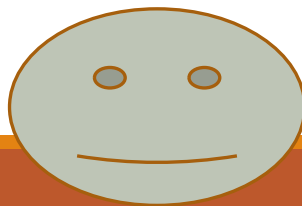
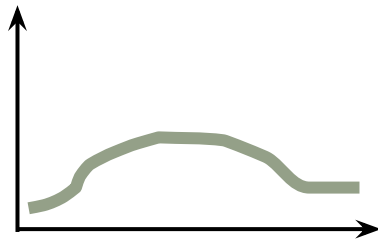
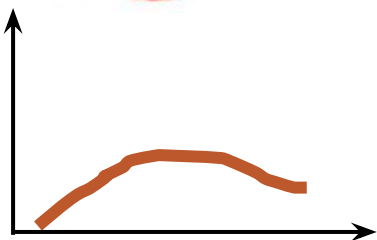
Эффект неожиданного варенья



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)

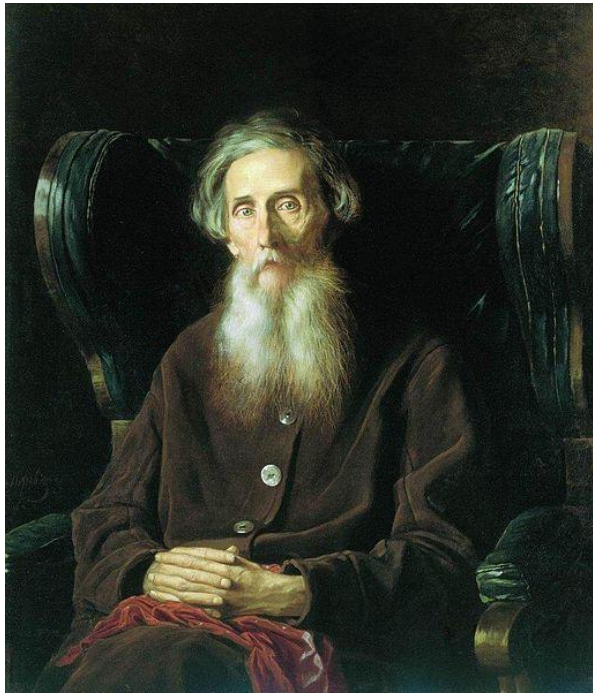
Я кликнул по ссылке, чтобы распечатать текст, а оказалось, что в сети вирус.

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

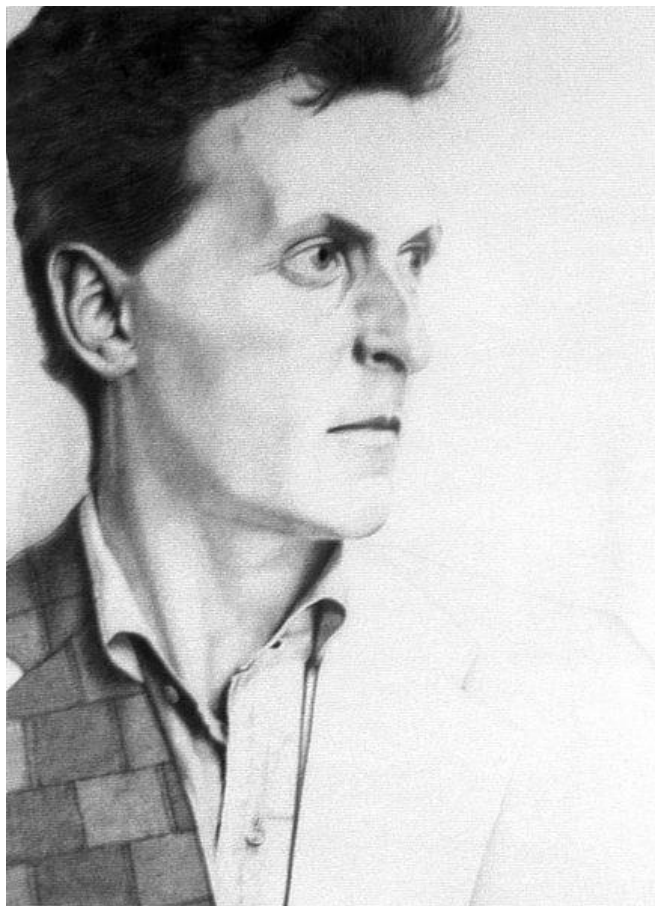


Дмитрий Иосифович
Ивановский
1864-1920
Статья о
небактериальном
патогене табака в 1892



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).

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

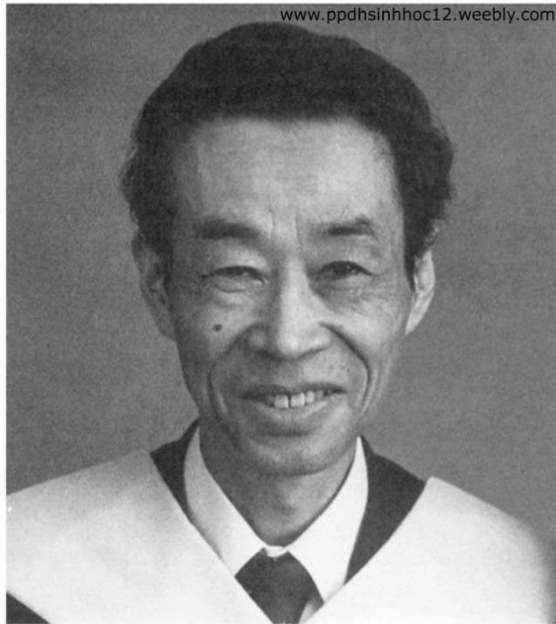
Поливанов утверждал, что существует два основных механизма, которые вызывают эволюционные изменения в языке:

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 Кимура (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.

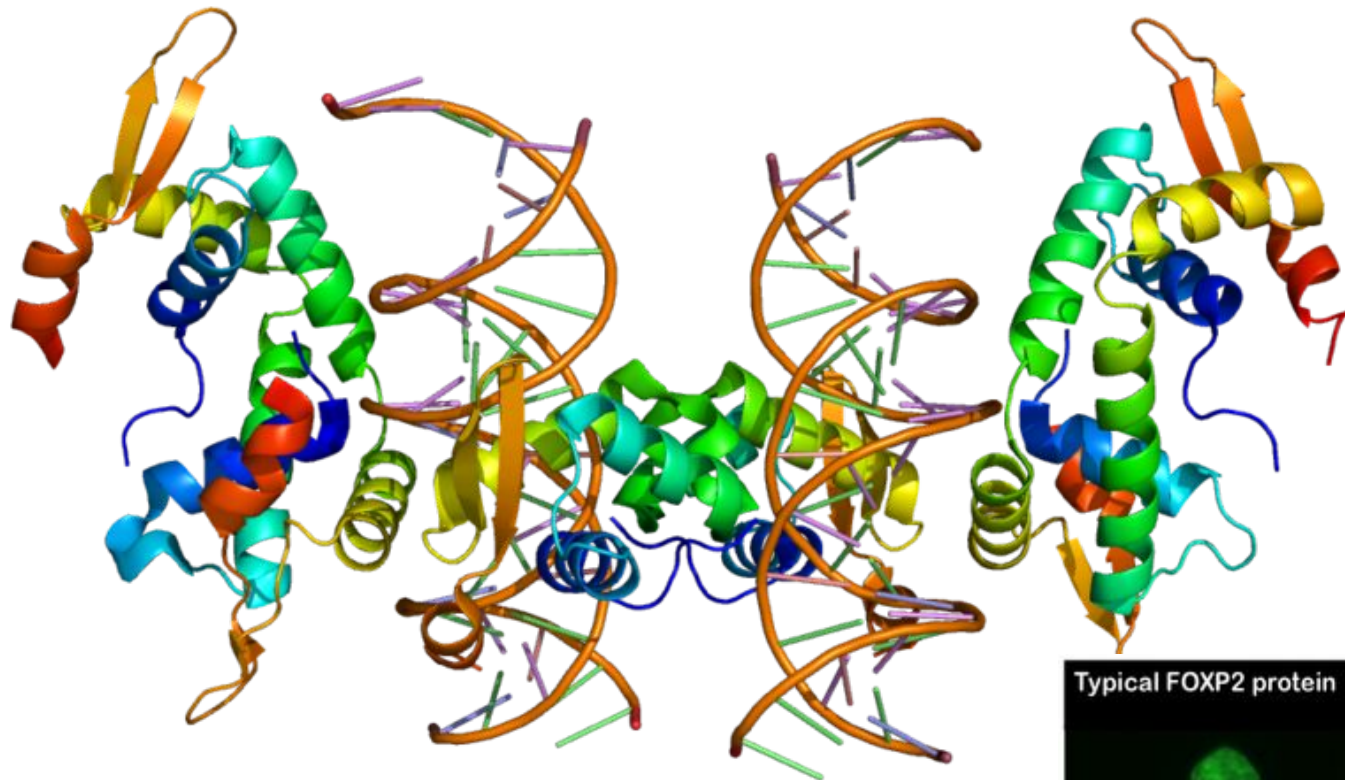
Значит, **specific language impairment (SLI)**, а не общекогнитивное нарушение.

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

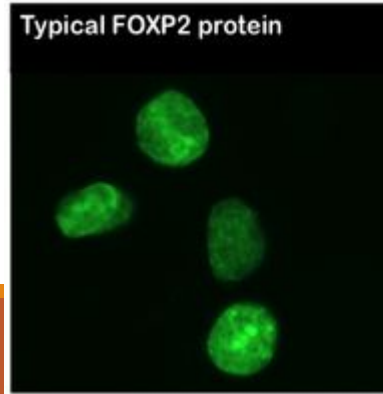


Myrna Gopnik
a Professor Emerita of Linguistics at McGill
University.

Виновник торжества — FOXP2



Typical FOXP2 protein

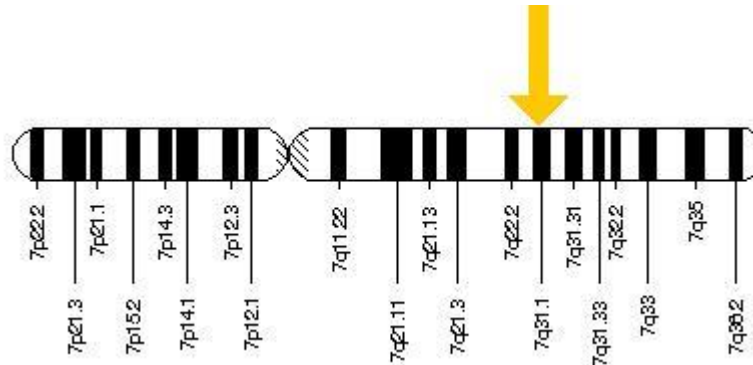


FOXP2 from a child with
speech, language + literacy
problems



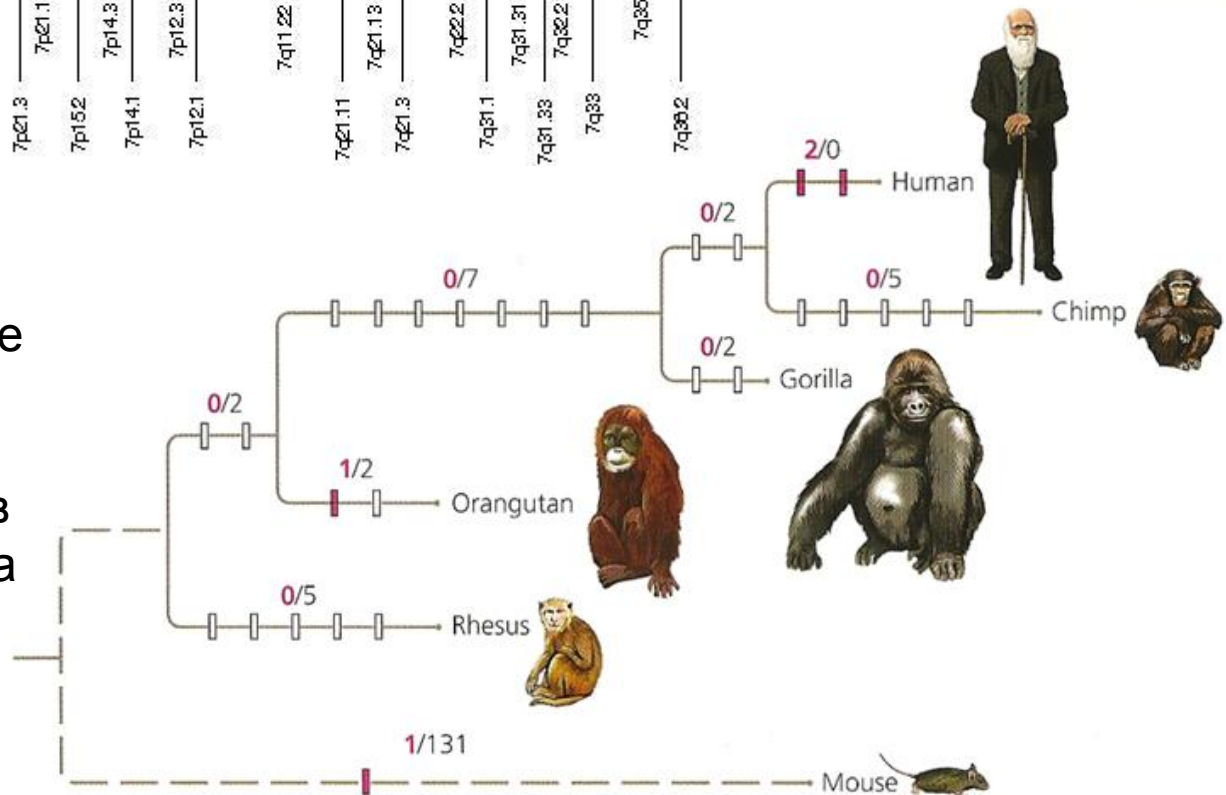
Его отец (мать?..): FOXP2 gene

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

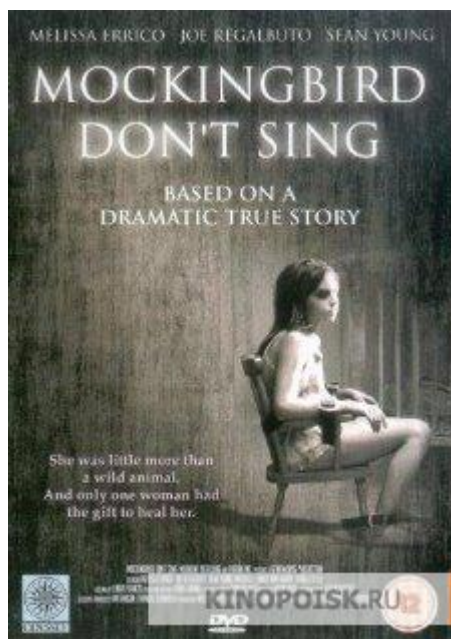
<http://www.mpi.nl/people/vacancies/postdoctoral-research-scientist-in-statistical-genomics-genetic-epidemiology>

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.

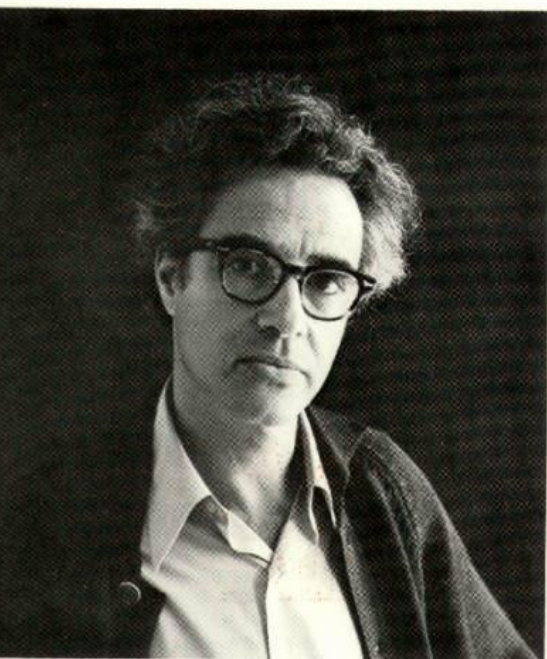
Пересмешник (не?) будет петь



«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) популяризировал 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-speak-and-how-he-revolutionized-psychology/>

Глава про языковую способность из книги Мэта Ридли «Геном»

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