

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
– МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

Реферат на тему  
**«Революция искусственного интеллекта (ИИ)  
и ее влияние на общество и компании»**  
по курсу «История и философия науки»

**Выполнила:**  
аспирантка 1-го года обучения  
ЦЭПЛ РАН  
направления «Биологические науки. Экология»  
Никитина Алена Дмитриевна

Москва, 2018

**Возникновение мощного искусственного интеллекта (ИИ) будет либо лучшим, либо худшим, что когда-либо случится с человечеством.**

*Стивен Хокинг*

Тема искусственного интеллекта (ИИ) в настоящее время затрагивает глубоко актуальные, острые на сегодняшний день проблемы человечества, которые могут возникнуть в связи с предстоящей революцией ИИ. Влияние промышленной и цифровой революций для всех аспектов нашего общества, жизни, компаний и структуры занятости, несомненно, было существенным. Будет ли предстоящая революция искусственного интеллекта вызывать подобные, далеко идущие последствия [11]? Темпы развития технологий с течением времени только увеличиваются, и будут продолжать увеличиваться далее. Только на моей памяти появилось множество технологических изобретений, и сколько еще появиться, остается только предполагать. Тема моей кандидатской диссертации также связана с нейронными сетями и машинным обучением в применении к экологическому мониторингу лесов.

Реймонд Курцвейл, известный американский изобретатель, назвал этот эволюционный технологический прогресс, имеющий тенденцию ускоряться экспоненциально (за счёт усложнения абстракций), законом ускорения отдачи [9]. Миллионы лет назад наши предки жили в примитивном первобытном обществе, охотясь на диких животных, добывая огонь и собирая коренья, а сейчас человек, по словам выдающегося русского ученого В.И. Вернадского, является движущей геологической силой. Как говорится в юбилейном докладе Римского клуба за 2017 год, мы живем в эпоху «Антропоцена», определяя жизнь на планетарном уровне [16].

Но когда люди стали задумываться об искусственном интеллекте, где было положено начало накопления знаний в области по-настоящему "горячей" темы последних нескольких лет? Зачатки мысли об воссоздании человеческого разума возникла еще до изобретения в первой половине 20-го века первых электронно-вычислительных машин. В 1637 году в своей работе «Рассуждение о методе» Рене Декарт изложил механистическую теорию, согласно которой Вселенная представляет собой гигантскую машину, а люди и животные - являются сложными механизмами, сравнимые с часами [22]. Вслед за этим в 1640 году Томас Гоббс в трактате «Человеческая природа» также отстаивал механический детерминизм по отношению к человеческой природе. Механистической теории придерживались и Уильям Гарвей, открывший систему кровообращения (с точки зрения механики, сердце представляет насос, перекачивающий кровь, без участия души), Галилео

Галилей, Роберт Гук, Роберт Бойль, Исаак Ньютон и многие другие известные светила науки. Подобные мысли обрели распространение из-за технологического прогресса, происходившего в те года в Европе. В 1623 году Вильгельмом Шиккардом была разработана модель первого шестиразрядного механического вычислительного устройства, названного в те времена «часами для счета» и выполняющего простые математические функции, такие как — складывание и вычитание чисел [21]. Популярность техники заставила ученых посмотреть на живые организмы с точки зрения механики. Выявление механистичности в организмах дало понимание искусственного интеллекта в самом примитивном смысле. За изобретением машины Шиккарда последовало создание в 1643 году Блезом Паскалем суммирующей машины, производившей арифметические действия (сложение и вычитание) над 5-ти значными цифрами, и в 1673 году конструирование Вильгельмом Лейбницом механической счетной машины, которая умела производить операции по умножению и делению. В 1832 году С.Н. Корсаков выдвинул принцип разработки научных методов и устройств для усиления возможностей разума, прямо проводя аналогии между своими машинами, как усиливающими возможности разума, подобно тому, как телескоп или микроскоп усиливают возможности зрения, и представил серию из пяти изобретенных им “интеллектуальных машин” для механизированной обработки информации, для задач поиска, сравнения и классификации данных. В конструкции своих машин Корсаков впервые в истории информатики применил перфорированные карты. Перфорированные карты играли роль своеобразных "баз знаний", а сами "интеллектуальные машины" являлись предтечами современных экспертных систем. В работе Корсакова содержится целая плеяда новых для того времени идей, таких как: многокритериальный поиск с учетом относительной степени важности различных критериев (весовых коэффициентов), способ обработки больших массивов данных, предтеча современных экспертных систем, попытка определить понятие алгоритма [29].

В 1928 году немецкий математик Давид Гильберт привлек внимание мировой общественности к проблеме разрешения (Entscheidungsproblem): существует ли какая-то процедура, с помощью которой можно определить, является ли данное конкретное утверждение доказуемым, или остается возможность того, что некоторым утверждениям (к таким, например, относятся математические загадки, такие как последняя теорема Ферма, гипотеза Гольдбаха или гипотеза Коллатца) суждено оставаться неразрешенными? Он сформулировал это просто: «Нет такого понятия, как неразрешимая задача». Просто нужно найти такой алгоритм, который бы принимал в качестве входных данных описание любой проблемы разрешимости (формального языка и математического утверждения «S» на

этом языке) — и, после конечного числа шагов, останавливался бы и выдавал один из двух ответов: «Истина» или «Ложь», — в зависимости от того, истинно или ложно утверждение «S» [35].

1936 году Алан Тьюринг, считающийся ныне основателем теории ИИ, и американский математик и логик Алонзо Чёрч, независимо друг от друга выдвинули утверждение об отсутствии алгоритма, решающего проблему разрешения, т.е. невозможности существования формальной, чисто механической процедуры, которая позволяла бы решать, выводимо ли данное высказывание из некоторого набора математических аксиом, известного теперь как «теорема Чёрча-Тьюринга» [37]. В статье «*О вычислимых числах, с приложением к проблеме разрешимости*», Тьюрингом для решения этого вопроса было разработано понятие абстрактной цифровой вычислительной машины, получившей впоследствии название машины Тьюринга, способной имитировать (при наличии соответствующей программы) любую машину, действие которой заключается в переходе от одного дискретного состояния к другому [15]. Это стало первой попыткой автоматизировать логические и математические вычисления, которые на тот момент мог выполнять только человек. В своей следующей статье «*Вычислительные машины и разум*», опубликованной в журнале «*Mind*» Тьюринг изложил мысленный эксперимент (названный позднее тест Тьюринга), который заключался в том, что два человека, мужчина и женщина, по некоторому каналу, исключаящему восприятие голоса, общаются с отделенным от них стеной третьим человеком, который пытается по косвенным вопросам определить пол каждого из своих собеседников; при этом мужчина пытается сбить с толку спрашивающего, а женщина помогает спрашивающему выяснить истину. Вопрос при этом заключается в том, сможет ли в этой «имитационной игре» вместо мужчины столь же успешно участвовать машина (будет ли при этом спрашивающий ошибаться в своих выводах столь же часто). Т.е. еще в 1950 году возникает вопрос «*Может ли машина мыслить?*» Или еще точнее «*Может ли машина адекватным образом общаться с человеком на естественном языке?*» [10].

Спустя 68 лет с этого момента современные «интеллектуальные машины» уже способны имитировать отдельные интеллектуальные функции человека, отдельные психические процессы (распознавание образов, решение логических задач, игра в шахматы и т.п.).

Известный французский экономист Жан-Батист Сэй писал в 1828 году о возможности замены лошадей автомобилями:

*«Тем не менее, никакая машина никогда не будет  
в состоянии выполнить, что могут даже самые худшие лошади  
– услуга в перевозке людей и товаров  
через суету и толпу великого города».*

*[Say, J. B. (1828). Cours complet d'économie politique,  
Chez Rapilly, Paris.]*

Сэй, возможно, никогда не мечтал, даже в самом далеком его воображении, о самоходных машинах, беспилотных самолетах, звонках в Skype, суперкомпьютерах, смартфонах или интеллектуальных роботах. Технологии, которые казались чистой научной фантастикой менее 190 лет назад, доступны сегодня, и некоторые, такие как беспилотные транспортные средства, по всей вероятности, будут широко использоваться в течение следующих двадцати лет. Проблема состоит в том, чтобы реалистично предсказать предстоящие технологии искусственного интеллекта, не попадая в ту же близорукую ловушку Сэя и других.

В статье Макридакиса [11] приведены некоторые из самых впечатляющих современных проектов за последние 25 лет, таких как робот Полли, созданный в лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического института Ианом Хорсвиллом, первый мобильный робот, который умеет двигаться со скоростью животных (1 м в секунду), используя компьютерное зрение для своей навигации; победа шахматного компьютера Deep Blue над чемпионом мира по шахматам Гарри Каспаровым 11 мая 1997 года в матче из шести игр со стандартным временем. Каспаров выиграл первую игру, проиграл вторую и следующие три сыграл вничью. Когда Deep Blue выиграл финальную игру, Каспаров отказался в это поверить; суперкомпьютер Уотсона, созданный компанией IBM в 2010 году, обыграл Кена Дженнингса и Брэда Раттера-двух рекордсменов Jeopardy, телевизионной игры-викторины с простыми вопросами в области истории, литературы, спорта, географии, науки и прочими отраслями знаний; программа AlphaGo победила 18-кратного чемпиона мира по игре «Го» Ли Седоля со счетом 4-1 [11], Рис.1.



Рис. 1. Игра в ГО между 18-кратным чемпионом мира Ли Седоком и программой AlphaGo. Март 2016 года.

Однако во всех этих примерах системы ИИ не обладают интеллектуальностью в подлинном смысле этого слова - они не способны к самообучению, не могут осмысленно понимать человеческую речь и вступать с человеком в осмысленный диалог, не способны творчески подходить к решению проблем, не обладают той гибкостью поведения, которая характерна для человека. В связи с этим на первый план выходят теперь другие вопросы: «Сможет ли компьютер когда-либо обладать сознанием?», «Является ли человеческое сознание вычислительной машиной?» «Можно ли говорить о принципиальном различии искусственного и естественного интеллекта?» И пока ученым трудно ответить даже предварительно на эти вопросы, они не видят путей решения в разработке реального «искусственного интеллекта», а основные усилия концентрируются на решении конкретных, практически значимых задач. Возможно, такое топтание на месте связано с тем, что около 30 лет назад, когда исследования в области ИИ только начинались, маститые ученые были убеждены в том, что смогут создать мыслящий компьютер, увеличив объем его памяти и ресурсов для обработки данных, без глубоких знаний о работе настоящего человеческого мозга[34].

Однако разработка проблемы искусственного интеллекта должна быть тесно связана с результатами исследования естественного интеллекта, который не ограничивается когнитивными функциями, представляет сознательную деятельность в целом. Здесь мы имеем дело с тем, что обычно именуют проблемой сознания. На сегодняшний день мы не можем даже сформулировать точное определение с точки зрения биологических наук таких понятий как разум, сознание, чувство, они до сих пор находятся в области философских вопросов, они не формализованы, например, что значит ощущать прикосновение пальцев друг к другу. Вопросы о том, что есть внутреннее «Я» человека, его мысли и переживания, является ли

сознание привилегией человека, какую роль играет в его жизни, как и на основе чего формируется и функционирует, издавна волновали людей. В зависимости от того, какое мировоззрение было господствующим в ту или иную эпоху менялось и понимание сознания. Существует четыре аспекта интерпретации сознания [23]. Исторический аспект, в котором утверждается, что сознание - продукт общественно-исторического развития, вне общества оно не возникает и не может существовать. В онтологическом аспекте говорится, что сознание – это функция высокоорганизованного мозга, а, значит, возникновению и развитию сознания должно предшествовать формирование высокоорганизованного мозга. Сознание, исходя из гносеологического аспекта, – субъективный образ объективной реальности. Сознание как идеальное отражение материального мира не существует без языка как материальной формы своего выражения. И наконец, прагматический аспект утверждает, что формирование и развитие сознания предполагает с необходимостью включенность человека в социальную практику. Сознание по Платону представляет собой совокупность сигналов, поступающих от органов чувств, его задачей является сравнение этих сигналов, установление сходства и различия между ними, противопоставление индивидуального и нахождение общего для приведения их к одной форме [28]. По Канту основой содержания сознания являются не выводимые из опыта априорные идеи. Они усваиваются личностью путем созерцания внешнего мира внутренним чувством субъекта. Сознание, получая извне хаос чувственных явлений, вносит в него известный порядок с помощью априорных идей. Априорными формами являются пространство, время, причинность и т.п. Именно эту априорную основу, присущую всем людям, он называет трансцендентальным сознанием [24]. По Энгельсу сознание человека возникло в результате перехода наших предков к трудовой, производственной деятельности. Развитие сознания, развитие человеческой психики обуславливается ходом общественно-исторического процесса. Развитие это выражалось прежде всего в возникновении новых потребностей человека. Овладевая природой, человек научился владеть и собой [25]. Таким образом, проблема сознания многопланова, ее анализ, помимо уточнения терминологии, предполагает теоретически корректное вычленение основных планов и последующее их соотнесение друг с другом. Главный недостаток искусственного интеллекта – отсутствие зоны, отвечающей за понимание. Все попытки создания копии естественного интеллекта заканчивались изобретением очередной программы, обеспечивающей выполнение только одной четко определенной функции.

В отличие от ученых в области ИИ немного раньше британский философ, физик и химик Майкл Полани подробно размышлял над тайнами человеческого интеллекта. В своей работе 1958 года «Личностное знание. На

пути к посткритической философии» он выдвинул понятия явного и неявного знаний. Он рассуждал о том, что есть навыки, которые можно описать четкими правилами и объяснить (как правильную расстановку запятых), но это лишь часть того, что мы можем и знаем. Люди могут выполнять массу разных вещей, даже не осознавая, как именно они это делают. Речь идет о неявном, знании, в "котором мы живем как в одежде из собственной кожи" – неартикулированном, безоценочном, непосредственном, без четких дифференциаций. «Мы знаем больше, чем можем сказать» [30]. Это могут быть и практические навыки вроде езды на велосипеде или замешивания теста, а также более высокоуровневые задачи. Поэтому парадокс заключается в том, что, увы, если мы не знаем правил, мы не можем передать их компьютеру. Исходя из этого получается, что вербализация не является необходимым условием для формирования мысли, и существует некое непроговариваемое мышление! В представлении российского и украинского лингвиста, А.А. Потемкина знание об объекте – это речь, а понимание объекта переносится на «ментальный язык внутренней речи» [31]. Выготский называл это разговором заигравшегося ребенка с самим собой. В итоге, в результате онтогенетического обеззвучивания возникла сокращенная, идиоматическая, предикативная внутренняя речь взрослого человека с ее доминирующими глагольными формами [20]. Но можно ли поставить знак равенства между внутренней речью и непроговариваемым мышлением? Если да, то это непроговариваемое мышление можно было бы воссоздать путем синтаксической реконструкции этого онтогенетического изменения начиная еще с детского возраста, когда человек только учится говорить. Эту реконструкцию можно представить в виде цепочки формализаций: от выявления исходных правил формализации первичного "детского синтаксиса" через выявление правил формализации его возрастного обеззвучивания и, наконец, к определению правил формального соответствия двух синтаксисов – детского и взрослого. И если допустить, что все знания (включая опытные) можно таким образом формализовать, а само сознание разобрать на синтаксические части, то моделирование мышления было бы очень очевидным.

Именно поэтому важно полномасштабное изучение структуры биологического мозга и особенности взаимосвязей между нейронами, что позволит создать точную имитационную модель искусственного интеллекта и приоткрыть тайну восприятия окружающего мира. В своей книге «Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии» 2014 года шведский философ Ник Бостром выделяет три этапа полной эмуляции человеческого мозга: подробное сканирование человеческого мозга методом витрификации или стеклования, реконструкция по данным сканирования трехмерной нейронной сети, отвечающей за познание в биологическом



мозгу, методом автоматической обработки, и наконец, создание цифровой копии исходного интеллекта с неповрежденной памятью и нетронутым типом личности на основе нейросетевой вычислительной структуры, загруженной в супермощный компьютер [18]. Пока ученым удалось осуществить первый этап, описанный Ником Бостромом и плотно подобраться ко второму.

С конца прошлого века разработки в области искусственного интеллекта ведутся с переменным успехом по двум направлениям. С одной стороны, опираясь на когнитивные науки, исследователи пытаются моделировать работу мозга, исходя из формального описания интеллектуальной деятельности. С другой стороны, на основе биологии разбираются в работе нейронов в мозге, моделируют их поведение, создавая так называемые интеллектуальные нейронные сети. Картирование мозга, которое позволит ускорить расшифровку механизмов работы здорового мозга, сейчас в мире осуществляется во многих институтах и разными коллаборациями.

Группой нейробиологов Германии и Канады в рамках 10-летнего проекта «BigBrain», являющегося частью Human Brain Project, в 2013 году закончила работы по созданию подробной компьютерной 3D-карты человеческого мозга, атласа с микроскопической точностью показывающего положение и связи нейронов в голове. В качестве образца использовали мозг умершей 65-летней женщины, который был нарезан на 7400 тончайших, тоньше, чем человеческий волос, пластин шириной 20 мкм. Была проведена колоссальная работа, а полученный объем данных равнялся одному триллиону байтов, и в течение нескольких лет была создана реальная объемная модель во всех подробностях. Модель «BigBrain» позволяет точно определить местоположение каждого нейрона в разных частях головного мозга и, соответственно, дает шанс определить наконец, какие части этого органа за что отвечают [1], Рис.2.

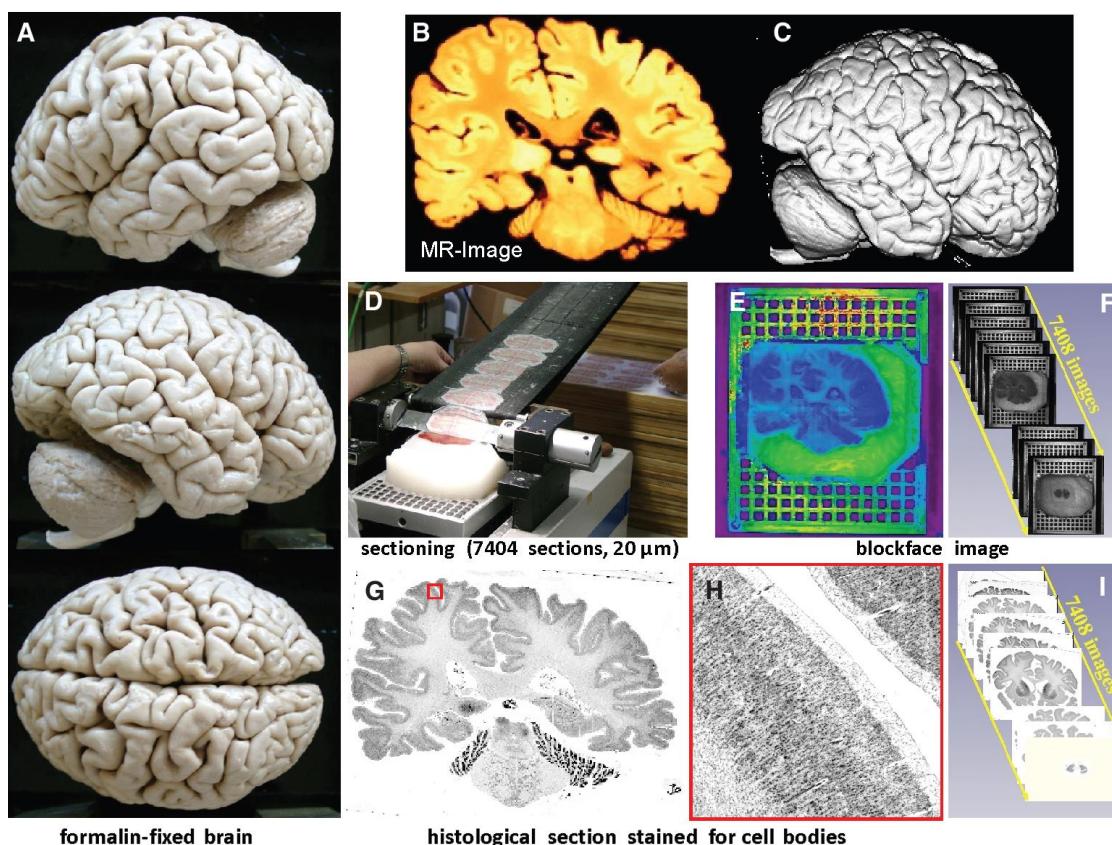


Рис.2. Иллюстрация обработки тканей и изображений. (А) Фотографии фиксированного мозга. Вид сбоку слева (сверху), сбоку справа (посередине) и сзади (снизу). (В) Магнитно-резонансное изображение (корональный обзор) и (С) 3D-реконструированный объем МРТ фиксированного мозга. (D) Гистологические срезы. (Е) Изображение на блочной поверхности раздела, лежащего на монтажной сетке, которая служила для выравнивания изображений блочной поверхности. (F) Серия блочных изображений. (G) Гистологические участки, окрашенные клеточным телом, с областью интереса, обозначенной красным квадратом. Эта область показана с большим увеличением в (H). (I) Серия гистологических изображений, которые были 3D-реконструированы с использованием изображений блочной поверхности (F) и МРТ (С). Источник: Amunts K. et al. BigBrain: an ultrahigh-resolution 3D human brain model //Science. – 2013. – Т. 340. – №. 6139. – С. 1472-1475.

Сейчас это карта мозга одного конкретного человека, но она может стать ключом в интерпретации данных других людей в будущем, добавляет Ван Эссен, который сравнивает BigBrain с проектом расшифровки генома человека. Впрочем, идеал пока не достигнут: участники BigBrain приступили к созданию еще более подробного атласа, который в результате будет занимать около 20 триллионов байтов – больше, чем современные суперкомпьютеры способны обчислить как единую модель. Есть, впрочем, шанс, что к моменту завершения сканирования появятся новые, на порядок более мощные процессоры и софт. И хотя до полной расшифровки мозга с

его 80 миллиардами нейронов и невероятным количеством связей по-прежнему довольно далеко, эта задача уже не кажется такой ненаучной фантастикой, как раньше.

Эд Лейн и его коллеги из Института Аллена по изучению мозга в Сиэттле также создали свой вариант общедоступного электронного атласа человеческого мозга, основанного на нейровизуализации и 2716 гистологических срезах. Для исследования, которое продлилось пять лет был получен мозг 34-летней женщины без неврологического анамнеза и аномалий мозга из Банка мозга и тканей Университета Мэриленда. В своей статье «Comprehensive cellular resolution atlas of the adult human brain» они представляют первый цифровой атлас человеческого мозга, включающий нейровизуализацию, гистологию высокого разрешения и хемоархитектуру на материале вполне взрослого женского мозга. Этот атлас состоит из «обычных» изображений МРТ, изображений диффузионно-тензорной трактографии и 1,356 гистологических изображений большого формата клеточного разрешения (1 мкм/пиксель), представляющих собой снимки окрашенных по Нисслю и методом иммуногистохимии анатомические пластины». Атлас полностью аннотирован для 862 структур головного мозга, включая 117 проводящих путей белого вещества и несколько впервые определённых клеточных и хемоархитектурных структур. Во время работы мозг сначала был подвергнут полноценному МРТ-сканированию в двух модах – обычной и диффузионно-взвешенной, затем разделён на два полушария, после чего левое полушарие было разделено на срезы [3], Рис.3,4.

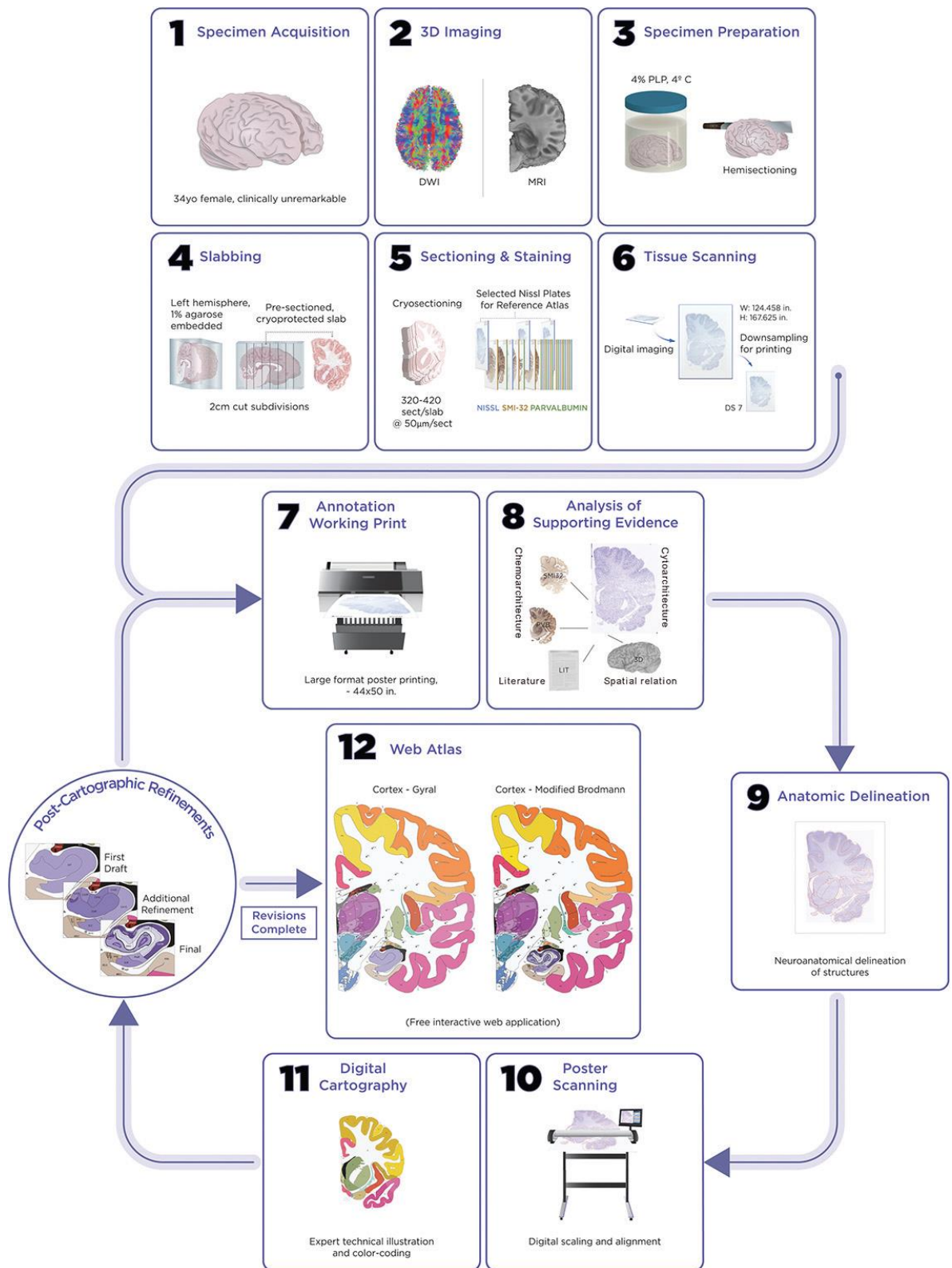


Рис.3.Общий рабочий процесс генерации атласа.



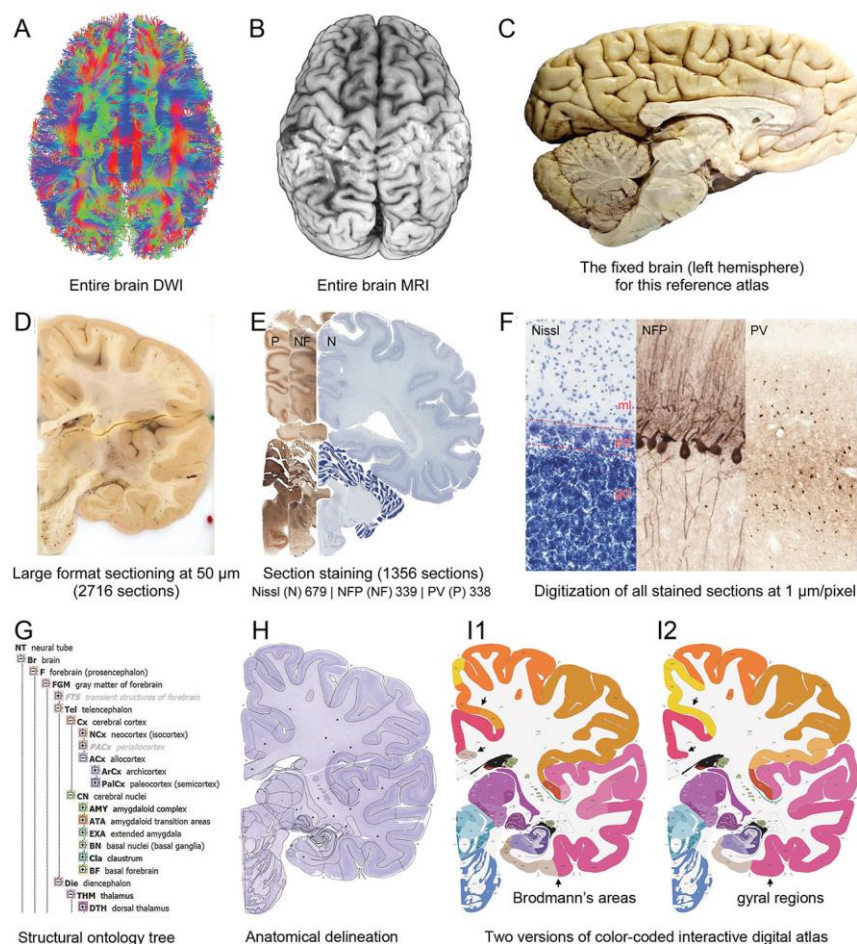


Рис.4. Компоненты атласа цельного мозга. А, В: DWI трактография и структурная МРТ. С: Средняя линия сагиттальной фотографии левого полушария. Д: Изображение на боковой поверхности коронарной плиты. Е: Цифровые изображения смежных разделов, окрашенных для PV, NFP и Nissl. F: Детализация сотового разреза в мозжечке (Nissl и NFP) и корешковой коре (PV). G: Онтология мозга с цветовыми кодами, акронимами, полными именами и иерархическими отношениями между родителями и дочерьми. H: Анатомическое разграничение пластины Ниссля от комбинированного анализа всех трех пятен. I: Интерактивный цветной цифровой атлас с модифицированными картами Бродмана (I1) и традиционными гиральными (I2) кортикальными картами. Черные стрелки указывают на некоторые различия между этими картами. Источник: Ding S. L. et al. Comprehensive cellular-resolution atlas of the adult human brain // Journal of Comparative Neurology. – 2016. – Т. 524. – №. 16. – С. 3127-3481.

Группа нейробиологов из университета Калифорнии в Беркли впервые в мире составила «семантический атлас» коры головного мозга. Он не только показывает, где именно обрабатываются значения различных слов, но и демонстрирует, что семантическая обработка слов задействует обширные районы головного мозга, а не только отдельные участки в левом полушарии. Из предыдущих исследований было известно, что одни и те же

участки мозга активируются при обработке разных слов одной смысловой группы. Авторы новой научной работы пошли дальше. С помощью функциональной магнитно-резонансной томографии они изучили активность мозга семи добровольцев во время прослушивания большого слитного текста, а не отдельных слов и фраз, как в предыдущих исследованиях. На протяжении нескольких часов активность мозга каждого добровольца записывалась в аппарате МРТ. Такое длительное и подробное исследование позволило подробно выявить, какие конкретно районы мозга активируются и в какой момент. Учёные смогли определить, какие участки мозга отвечают за обработку слов, связанных с цифрами, зрительными образами, социальными феноменами, различными профессиями, эмоциями, людьми, географическими объектами и т.д. Всего определено 12 тематических категорий, которые оказались очень похожими у всех участников эксперимента. К примеру, боковая теменная кора отвечает за смысл слов, связанных с людьми, а окружающие её зоны — за обработку чисел и слов, связанных со зрительными образами. «Наши семантические модели хорошо предсказывают то, как крупные регионы коры реагируют на звуки языка. Более того, уже сейчас мы можем получать более конкретную информацию, которая позволяет нам определять, какие регионы мозга отвечают за представление того или иного слова. Именно поэтому мы считаем, что у данной технологии гигантский потенциал», — заявил Алекс Хат (Alex Huth) из университета Калифорнии в Беркли [7], Рис.5. Совместив результаты сканирования мозга семи человек при помощи статистического моделирования, учёные составили трёхмерный атлас мозга [39].

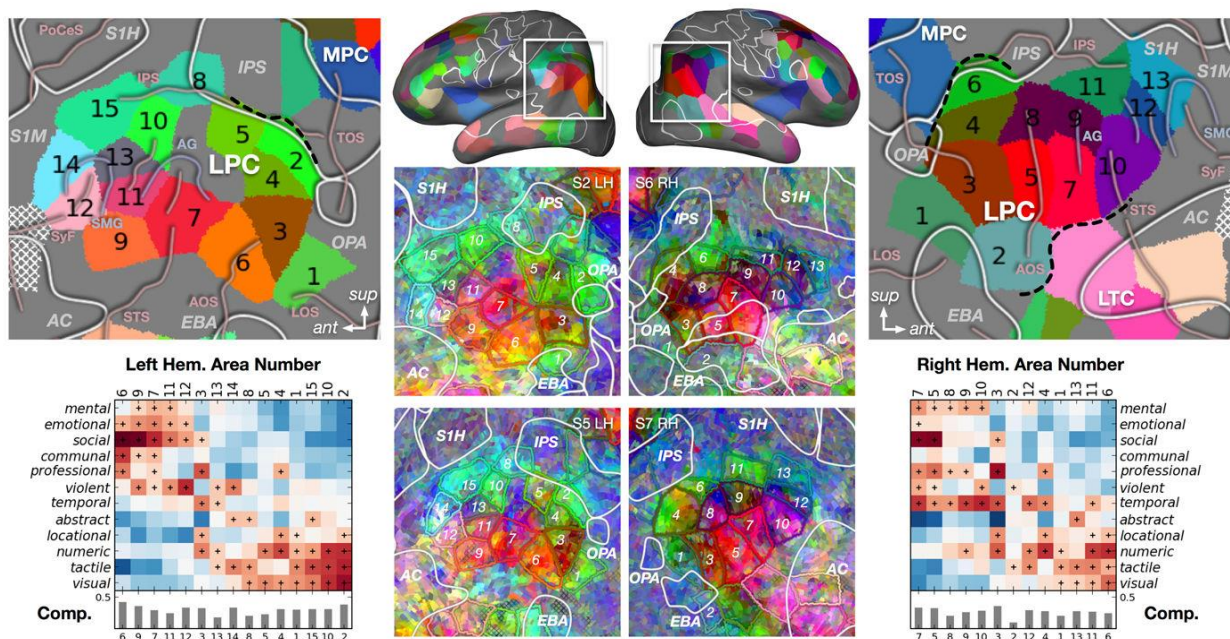


Рис.5. Семантический атлас для боковой теменной коры.



Пока рано говорить о некоей «универсальной карте языка» в коре головного мозга, ведь сканирование проводили всего на семи добровольцах. К тому же, все они — носители английского языка и получали речевую информацию одинаковым способом, через синтезатор речи. В будущем учёным предстоит расширить рамки эксперимента и проверить, отличается ли обработка мозгом значений слов у людей разных культур, при чтении вместо прослушивания текста, а также у людей в изменённом состоянии сознания.

Нейробиологи, работающие над проектом Human Connectome, составили самую точную карту коры головного мозга человека. Исследователям удалось определить 180 различных областей наружного слоя мозга, что в два раза превосходит все, что было известно ранее. Новая карта коры головного мозга, составленная Дэвидом Ван Эссенем и Мэттью Глассером из Вашингтонского университета в Сент-Льюисе с помощью специалистов из ряда других институтов, подтвердила существование 83 ранее известных зон. Кроме того, ученые обнаружили 97 новых областей коры головного мозга человека, ответственных за сенсорную и моторную активность, язык и логические рассуждения. Учёные, составляя новую карту коры мозга, объединили данные от 210 здоровых людей. Исследователи сочетали измерения плотности коры мозга, а также другие параметры. МРТ сканировал одновременно и головной мозг человека в состоянии покоя, и при выполнении простых заданий, например, при прослушивании сказок [5], Рис.6.

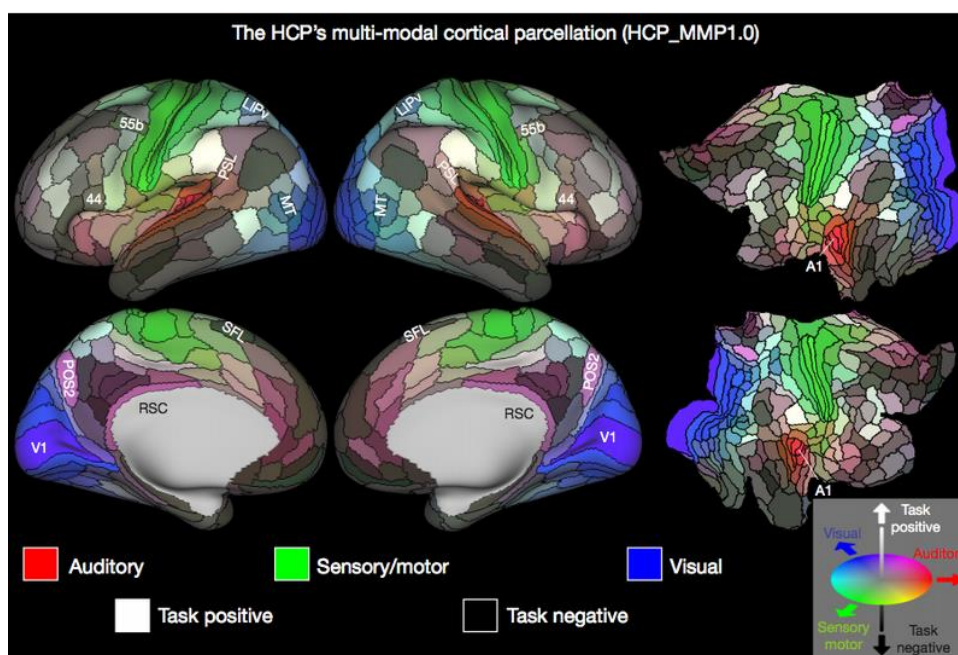


Рис.6. Снимок 180 совокупных зон правого и левого полушарий с различных ракурсов. Источник: Glasser M. F. et al. A multi-modal parcellation of human cerebral cortex //Nature. – 2016. – Т. 536. – №. 7615. – С. 171-178.

В лаборатории нейроинтеллекта и нейроморфных систем национального исследовательского центра «Курчатовский институт» исследуются живые культуры нейронов. Задача ученых изучить на клеточном уровне механизмы, которые формируют память и способность к обучению, и в идеале научиться ими управлять. Исследователи под руководством кандидата физико-математических наук Михаила Бурцева вырастили нейронные сети из нервных клеток в чашке Петри (*in vitro*) и в мозге (*in vivo*), успешно их обучили и смоделировали поведение [17, 27], Рис.7.

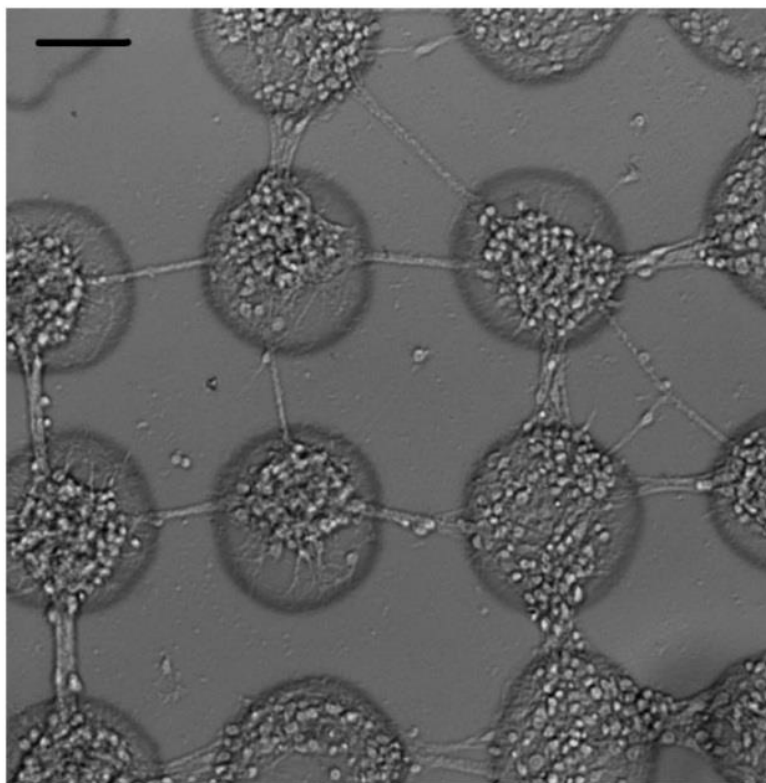


Рис.7. Фотография периодически-кластеризованной нейрональной культуры (кортикальные нейроны крысы, менее 3 недель *in vitro*) на поверхности МЭА. Кластеры нейронов расположены на электродах МЭА. Линейка 100 мкм. Источник: Анохин К. В. и др. Современные подходы к моделированию активности культур нейронов *in vitro* // Математическая биология и биоинформатика. – 2012. – Т. 7. – №. 2. – С. 372-397.

Некоторые исследователи обеспокоены тем, что интеллектуальные машины могут стать нашим «окончательным изобретением», которое может положить конец господству человека, поэтому так важно правильно предсказать влияние революции ИИ. Нет сомнений в том, что ИИ обладает огромным потенциалом, поскольку компьютеры и роботы, вероятно, достигнут или приблизятся к человеческому интеллекту в течение следующих двадцати лет, становясь серьезным конкурентом на всех рабочих местах, которые в настоящее время заполнены людьми, и впервые поставив под сомнение конец господства человека.



Еще в шестидесятые года британский математик Ирвинг Гуд спрогнозировал возможность появления и вовлечения во все сферы деятельности сверхчеловеческого интеллекта. Он писал: "Определим сверхразумную машину как машину, которая способна значительно превзойти все интеллектуальные действия любого человека, как бы умён тот ни был. Поскольку способность разработать такую машину также является одним из этих интеллектуальных действий, сверхразумная машина может построить ещё более совершенные машины. За этим, несомненно, последует "интеллектуальный взрыв", и разум человека намного отстанет от искусственного. Таким образом, первая сверхразумная машина станет последним изобретением, которое выпадет на долю человека, при условии, что машина будет достаточно покорна и поведает нам, как держать ее под контролем... И вероятность того, что в двадцатом веке сверхразумная машина будет построена и станет последним изобретением, которое совершит человек, выше, чем вероятность того, что этого не случится". Каковы будут последствия этого события? Когда прогресс будет направляться интеллектом, превосходящим человеческий, он станет куда стремительнее. Фактически, нет оснований полагать, что прогресс не станет плодить всё более разумные сущности всё более ускоренными темпами. Лучшая аналогия, которую можно здесь провести - в эволюционном прошлом. Животные могут приспособиться и проявлять изобретательность, но не быстрее, чем работает естественный отбор. В случае естественного отбора мир сам выступает в роли собственного симулятора. Мы, люди, обладаем способностью усваивать окружающий мир и выстраивать у себя в голове причинно-следственные связи, поэтому мы решаем многие проблемы в тысячи раз быстрее, чем механизм естественного отбора. Когда же появится возможность просчитывать эти модели на более высоких скоростях, мы войдём в режим, который отличается от нашего человеческого прошлого не менее радикально, чем мы, люди, сами отличаемся от низших животных. Такое событие аннулирует за ненадобностью весь свод человеческих законов, возможно, в мгновение ока. Неуправляемая цепная реакция начнет развиваться по экспоненте безо всякой надежды на восстановление контроля над ситуацией. Изменения, на которые, как считалось, потребуются "тысячи веков" (если они вообще произойдут), скорее всего, случатся в ближайшие сто лет. Вполне оправданно будет назвать данное событие сингулярностью. Это точка, в которой наши старые модели придётся отбросить, где воцарится новая реальность. Это мир, очертания которого будут становиться всё четче, надвигаясь на современное человечество, пока эта новая реальность не заслонит собой окружающую действительность, став обыденностью. И всё же, когда мы такой точки, наконец, достигнем, это событие все равно станет великой неожиданностью и ещё большей неизвестностью. В пятидесятые

годы немногие предвидели это. Стэн Юлам пересказывал однажды слова Джона фон Неймана: "Один разговор шел о непрерывно ускоряющемся техническом прогрессе и переменах в образе жизни людей, которые создают впечатление приближения некоторой важнейшей сингулярности в истории земной расы, за которой все человеческие дела, в том виде, в каком мы их знаем, не смогут продолжаться". Макридакис тоже задается этим насущным вопросом: "Какова будет роль людей в то время, когда компьютеры и роботы смогут выполнять так же хорошо или лучше и намного дешевле, практически все задачи, которые люди делают в настоящее время[11]?"

По отношению к возможностям ИИ философов можно разделить на два лагеря: сторонников «сильного ИИ» и «слабого ИИ». Сторонники «сильного ИИ» верят в принципиальную возможность создания компьютеров, способных не только мыслить, но понимать и чувствовать; с их созданием снимется ореол тайны с сознания. Курцвейл и другие оптимисты предсказывают "научную фантастику", утопическое будущее с генетикой, нанотехнологиями и робототехникой (GNR), революционизирующими все, что позволит людям использовать скорость, возможности памяти и способность обмена знаниями компьютеров и нашего мозга, непосредственно связанного с облаком. Генетика позволит изменить наши гены, чтобы избежать болезней и замедлить, или даже обратить вспять старение, тем самым значительно продлить нашу жизнь и, возможно, в конечном итоге достичь бессмертия. Нанотехнологии позволили бы нам создавать практически любой физический продукт из информации и недорогих материалов, приносящих неограниченное создание богатства. Наконец, роботы будут выполнять всю фактическую работу, оставляя людям выбор тратить свое время на выполнение деятельности по своему выбору и работать, когда они хотят, на работах, которые их интересуют [11]. Их твердые оппоненты такую возможность отрицают, указывая на принципиальные ограничения компьютеров: следование жестким правилам, отсутствие свойственного человеку творческого и гибкого поведения и др. (Х. Дрейфус). Харари в своей недавней книге рассуждает о том, что «наука приближается к всеобъемлющей догме, в которой говорится, что организмы-это алгоритмы, а жизнь-это обработка данных», «разум (интеллект) отделяется от сознания», «бессознательные, но высокоинтеллектуальные алгоритмы вскоре могут узнать нас лучше, чем мы сами»[6]. Р. Пенроуз говорит о том, что разум человека, в отличие от машины, способен решать задачи, для которых невозможно создать алгоритм ее решения. В своей работе он определял теорию алгоритмов как некоторую формальную систему и накладывал на нее ограничения *теоремы о неполноте*. Он отстаивает идею, что может существовать только один единственный вариант реализации функции сознания – тот, который используется в мозге человека. В то же

время в другой своей работе, Пенроуз описывает работу мозга как некий процесс, имеющий *квантовый принцип*. Т.е. он делает гипотезу о том, что искать решения в вопросе возможности создания искусственного разума нужно руководствуясь не классической, а квантовой физикой [12, 26]. Более гибкую позицию занимают сторонники «слабого ИИ». Они допускают, что компьютер может симулировать ментальность, однако не в состоянии дублировать ее, т.е. иметь полнокровный опыт сознания, внутреннюю жизнь и подлинное понимание. Наиболее известным примером «слабого ИИ» является аргумент Китайской комнаты Джона Серля. Согласно ему, компьютерные системы работают на основе синтаксиса, у них отсутствует семантика, следовательно, подлинное понимание. В силу этого небиологические системы в принципе не могут порождать сознательный опыт [14]. Деннет, сторонник «сильного ИИ», не считает аргумент Серля веским и противопоставляет ему системный аргумент. В простых системах, действительно, имеет место бессознательная трансформация одних веревок символов в другие веревки символов в соответствии с некоторыми механическими или синтаксическими правилами. В гигантских системах Искусственного Интеллекта взаимодействующие между собой веревки символов в целом могут продуцировать понимание. В конце концов, сознание возникло из первичного хаоса. Оно представляет собой информационные процессы (аналогичные программному обеспечению компьютера), которые наиболее адекватно описываются на компьютерном языке. Хотя дуалист Чэлмерс оспаривает материализм Деннета, он солидарен с ним в защите «сильного ИИ». Он задает вопрос, почему скептики спокойно принимают поразительный факт порождения сознания биологической материей мозга, и в то же время отбрасывают с порога идею о возможности порождения сознания компьютером [36]?

Однако успехи практической имитации некоторых простых интеллектуальных функций в пионерских работах 60 годов, а также некоторые теоретические соображения - породили у многих исследователей уверенность в том, что задача создания полноценного «искусственного разума» вполне разрешима и, более того, создание «умных машин» - дело ближайших 20-30 лет. В 1957 году американскому ученому Френку Розенблату удалось разработать первую математическую модель работы нейронов, первую искусственную нейросеть - перцептрон. На ее основе через год был создан нейрокомпьютер Марк-1, который мог распознавать буквы английского алфавита [13, 32], Рис.8.

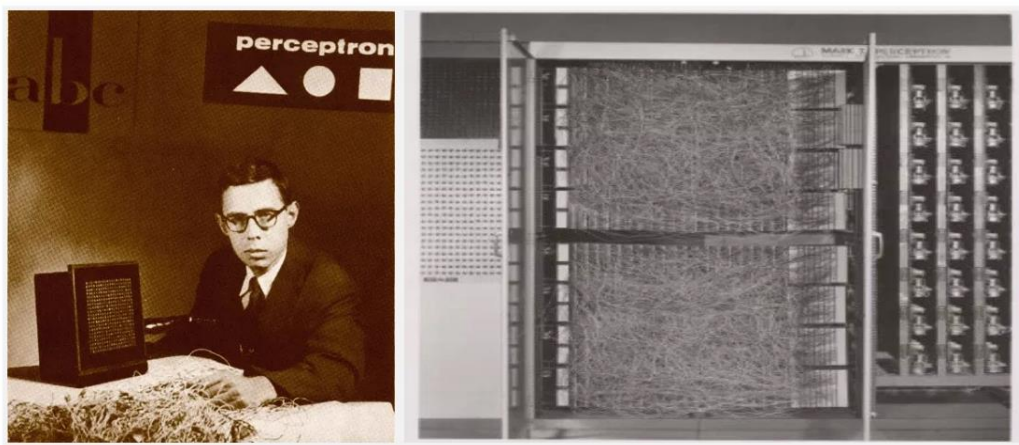


Рис. 8. Френк Розенблат и его перцептрон.

Сегодня искусственные сети окружают нас повсюду, однако по-настоящему мыслящий ИИ так и не был создан. С одной стороны, это может быть связано с нигилизмом науки, о котором говорится в антисциентистской концепции П. Фейерабенда: наука несовершенна, для того чтобы обеспечить безграничную свободу в познании и анархию в его методологии, избавившись от диктата научного знания, его обожествления, нужно стереть все грани между мифологией, религией, искусством и наукой. Изучение искусственного интеллекта «белое пятно», в области информатики, еще не поддающиеся решению. Также существует страх перед последствиями применения научных результатов в этой области. Видя, например, что научные исследования привели к созданию и использованию атомного оружия, люди начинают думать обо всей науке с опаской, полагая, что ее следовало бы заменить чем-нибудь другим. В этих условиях следует четко уяснить, что источником зла является не наука, а нравственные нормы людей, в руках которых так или иначе оказываются научные достижения [33]. С другой стороны, проблемы кроются в эмерджентности системы мозга, в идеале исследователи должны рассматривать свойства сразу всей целостной системы мозга, а не ее отдельных компонентов, свойства которых могут отличаться от целостных.

Мировое сообщество может спорить о последствиях появления умных машин, но сходится в одном: развитие технологий окажет безусловное влияние на общество, экономику и отношения между людьми в будущем. Так что же ждет нас в эти два-три десятка лет? Как наступление Сингулярности станет утверждаться в человеческом мировосприятии? А каким же будет наступление самой Сингулярности? Что можно сказать об истинном характере этого события? Поскольку дело касается интеллектуального разгона, вероятно, это окажется самой стремительной технической революцией из всех прежде нам известных. Свалится, вероятнее всего, как снег на голову - даже вовлеченным в процесс учёным. И что же

тогда случится через месяц или два после этого? Есть только одна аналогия, которую я могу провести - возникновение человечества. Мы очутимся в постчеловеческой эре. И несмотря на весь свой технический оптимизм, мне было бы куда комфортнее, если бы меня от этих сверхъестественных событий отделяли тысяча лет, а не двадцать. Ну, а может, Сингулярность вообще не наступит, если аргументы Пенроуза и Сёрла о непрактичности машинного разума являются верными. Римский клуб в своем юбилейном докладе «Come On! Капитализм, близорукость, население и разрушение планеты» осторожно относится к «экспоненциальным технологиям» и обещаниям техноутопистов, как Курцвейл и Диамандис. Есть реальная опасность неконтролируемого развития и неэтичного использования технологий и пока не ясно, как этого избежать. Авторы согласны с экспертами, считающими, что «закон Мура» перестанет действовать в 2020-2025 гг., так что сингулярности не ожидается. Кроме того, обещания техноутопистов демотивируют людей: если технологии решат все проблемы, нет нужды в поиске сложных, комплексных решений, требующих изменения образа жизни [16].

Все это может привести нас к суперкапитализму с супернеравенством, когда доля трудовых доходов приблизится к нулевой, а доля доходов от капитала возрастет до максимума, вынудив большую часть людей жить на пособия. В период с 1975 по 2013 года, согласно исследованию Брента Неймана и Лукаса Караборбуниса, замечен тренд снижения доли труда в доходах с 57% до 52%. [8]. В развитых странах это явление можно объяснить аутсорсингом в страны с более дешевой рабочей силой. Например, всем известная компания Apple большинство всей своей продукции производит в Восточной Азии, или детройтский автоконцерн General Motors уже последние 90 лет активно пользуется аутсорсингом. Однако и в развивающихся странах наблюдается это снижение за счет трудосберегающих технологических открытий. Тайваньская компания Foxconn, являющаяся основным партнером Apple в конце июля заявила, что планирует инвестировать \$10 млрд в фабрику по производству LCD-панелей в США. Но несмотря на внушительный объем заявленных инвестиций, сотрудников на фабрике планируется всего 3 тыс. человек, с небольшим расширением в будущем. Связано это с масштабным производством компанией роботов, способных замещать рабочих, а в дальнейшем и вовсе переходом на полную автономию [42].

А в статье Макридакиса [11] и вовсе говорится о том, что компании развитых стран не станут переносить свое производство в развивающиеся страны, чтобы использовать их дешевую рабочую силу, поскольку они смогут достичь того же при более дешевых затратах, используя технологии

ИИ, тем самым увеличивая тенденцию к процессу возврата выведенных за рубеж производств обратно в свои страны [4]. И основным последствием этих событий станет массовое выпадение из среднего класса в бедный, где людям придется приспосабливаться, устраиваясь в малопродуктивных секторах экономики с меньшим доходом, на такие профессии как таксист, сиделка, консультант в сфере продаж, уборщик, социальный работник, повар, парикмахер, официант и т.д. Как отмечается в статье Дэвида Аутора, динамика рынка труда развитых стран в настоящее время - шестиве «парадокса Полани», о котором упоминалось выше. Получается, что это области деятельности, требующие «простых» навыков с точки зрения человека, но сложные для искусственного интеллекта (четкое визуальное и слуховое распознавание, сложная мелкая моторика, телесные навыки вроде езды на велосипеде, машине, умение сделать прическу и т. п.). Однако в дальнейшем возможно и это будет «разрешено» с усовершенствованием технологий в области роботизации и ИИ [2].

Первым кто возможно избавиться от «слабого звена» станет компания Uber, доступная более чем в шестистах городах мира. Основной заработок получают немногочисленные реально устроенные несколько тысяч сотрудников компании, а вот более 2 млн. водителей по всему миру согласно договору, отдают около 40% комиссии за контакт с клиентом, получая примерно 150 долларов в месяц, без пакета соцобеспечения. Также могут подвергнуться риску только в США более 3,5 млн водителей-дальнобойщиков, перевозящих грузы, сообщается в последнем докладе международного энергетического агентства [38]. Затем окажутся не нужны такие традиционные, творческие и на данный момент незаменимые, профессии как юристы, врачи, экономисты, журналисты, инженеры, программисты, медсестры, преподаватели, дизайнеры, музыканты. Уже сейчас по данным эксперимента в Тюбингенском университете, нейросети могут написать картину, правдоподобно подделывая стили известных художников, таких как Пикассо, Ван Гог и Мунка, сочинить музыку, основываясь на правилах ее теории, а овладев полными азами мелкой моторики, вытеснить хирургов, парикмахеров, поваров и сиделок. На сегодняшний день около пяти тысяч полуроботов-хирургов da Vinci являются незаменимыми помощниками в сложнейших операциях. А робот Multi-Arm Unmanned Ground Vehicle способен использовать простые слесарные инструменты, завязывать узлы, и даже взламывать замки на дверях и проводить инспекцию труднодоступных участков. Под ударом могут оказаться и преподаватели. В Московском технологическом институте робот Алантим уже читает лекции студентам. Вот только записывать за ним студенты еле успевают - рассказывает без пауз и слишком быстро. Новый преподаватель пока ещё не научился с чувством, тактом и расстановкой

читать лекции. Но зато обилие других переполняющих его чувств видно по глазам - они превращаются в сердечки при виде симпатичных девушек. Алантим не только подмигивает и флиртует, ещё он с помощью специальных датчиков запоминает лица, речевые выражения, распознаёт обращённые к нему фразы и считывает человеческие эмоции. Робот быстро устраняет пробелы незнания. Раньше он не умел фотографироваться, но уже научился [41], Рис.9.



Рис.9. Робот Алантим читает лекцию в БФУ им.И.Канта.

Таким образом может произойти обесценивание образования во многих сферах нашей деятельности. В своей книге «Суперинтеллект» Ник Бостром иллюстрирует это следующим высказыванием: «Предположим, что самый умный человек на Земле условно умнее в два раза самого глупого, а искусственный интеллект, развиваясь экспоненциально через несколько лет превзойдет человека в тысячи, а потом и в миллионы раз. На уровне этой высоты и сегодняшний гений, и сегодняшний тупица окажутся одинаково ничтожны» [19].

И, наконец, роботы, наделенные ИИ могут повлиять на риск дискриминации: расизма, сексизма и других её видов. Широко известен скандал, связанный с предоставлением подданства Саудовской Аравии человекоподобному роботу Софии 25 октября 2017 года на саммите «Инвестиционная инициатива будущего» в Эр-Рияде. София разработана гонконгской компанией Hanson Robotics. Она была спроектирована таким образом, чтобы учиться и адаптироваться к поведению людей, а также



работать с людьми. С Софией проводились множество встреч по всему миру [44], Рис.10.



Рис.10. Робот София выступает на международном саммите искусственного интеллекта, МСЭ, Женева, Швейцария, 7-9 июня 2017 года

Событие, связанное с выдачей ей гражданства, спровоцировало споры, так как некоторые комментаторы начали задаваться вопросами, подразумевало ли это, что София может голосовать или вступать в брак, и можно ли считать преднамеренное отключение робота убийством. Пользователи социальных сетей использовали данное событие для того, чтобы критиковать ситуацию с правами человека в Саудовской Аравии. Событие вызвало скандал в Саудовской Аравии, так как во время конференции и объявления о гражданстве София находилась с непокрытой головой и лицом, без хиджаба и без мужчины-опекуна. Обозреватели отмечают, что Саудовская Аравия является страной, в которой женщины лишены гражданских прав, в то время как робот, однозначно идентифицирующий себя как женщина, получает гражданство. Одной из версий является то, что адвокатам Софии удалось найти «лазейки» в законодательстве страны, и это позволило роботу-женщине получить полноценные гражданские права, чего лишены саудовские женщины. Дополнительно критики отметили, что гражданство роботу дали легко, в то время как в стране работают миллионы трудовых мигрантов, сильно ограниченных в правах, в частности, согласно законодательству Саудовской Аравии, иностранные рабочие не имеют права покидать страну без разрешения своего работодателя [40, 43].

Однако Джек Ма, владелец компании Alibaba на форуме «Открытые инновации» в Сколково высказался довольно оптимистично: «Не нужно



беспокоиться о том, что роботы заменят людей. Эта проблема разрешится сама собой. Люди беспокоятся о будущем потому, что не уверены в себе, у них не хватает воображения. У нас нет этих решений сейчас, но в будущем они появятся».

В заключении, хочется еще раз упомянуть юбилейный доклад Римского клуба, заголовок которого кричаще нас призывает на смену курса, на более глубокие осмысленные действия, на переоценку ценностей, на гуманистическое мировоззрение, свободное от антропоцентризма, открытое развитию, но ценящее устойчивость и заботящееся о будущем, на поиск мудрости, через примирение противоположностей, и баланс.

## Список литературы

1. Amunts K. et al. BigBrain: an ultrahigh-resolution 3D human brain model //Science. – 2013. – Т. 340. – №. 6139. – С. 1472-1475.
2. Autor D. et al. Polanyi's paradox and the shape of employment growth. – Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2014. – Т. 20485.
3. Ding S. L. et al. Comprehensive cellular-resolution atlas of the adult human brain //Journal of Comparative Neurology. – 2016. – Т. 524. – №. 16. – С. 3127-3481.
4. Ford M. Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future. – Basic Books, 2015.
5. Glasser M. F. et al. A multi-modal parcellation of human cerebral cortex //Nature. – 2016. – Т. 536. – №. 7615. – С. 171-178.
6. Harari Y. N. Homo Deus: A brief history of tomorrow. – Random House, 2016.
7. Huth A. G. et al. Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex //Nature. – 2016. – Т. 532. – №. 7600. – С. 453-458.
8. Karabarbounis L., Neiman B. The global decline of the labor share //The Quarterly Journal of Economics. – 2013. – Т. 129. – №. 1. – С. 61-103.
9. Kurzweil R. The singularity is near //Ethics and Emerging Technologies. – Palgrave Macmillan, London, 2014. – С. 393-406.
10. Machinery C. Computing machinery and intelligence-AM Turing //Mind. – 1950. – Т. 59. – №. 236. – С. 433.
11. Makridakis S. The forthcoming artificial intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms //Futures. – 2017. – Т. 90. – С. 46-60.
12. Penrose, R. Shadows of the Mind. L., 1993.
13. Rosenblatt F. The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain // Psychological Review. — 1958. — V. 65. — P. 386–408.
14. Searle J. Minds, brains and science. The 1984 Reith lectures. L., 1984
15. Turing A. M. On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem //Proceedings of the London mathematical society. – 1937. – Т. 2. – №. 1. – С. 230-265.
16. Von Weizsäcker E. U., Wijkman A. Come On!: Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. – Springer, 2017.
17. Анохин К. В. и др. Современные подходы к моделированию активности культур нейронов in vitro //Математическая биология и биоинформатика. – 2012. – Т. 7. – №. 2. – С. 372-397.
18. Бостром Н. Искусственный интеллект: Этапы. Угрозы. Стратегии. – "Манн, Иванов и Фербер", 2015.

19. Бостром Н. Сколько осталось до суперинтеллекта? // Информационное общество: сборник. – М.: АСТ. – 2004. – С. 313-338.
20. Выготский Л.С. Мышление и речь // Собрание сочинений. В 6-ти тт. Т. 2, М.: Педагогика, 1982.
21. Гутер Р. С., Полунов Ю. Л. От абака до компьютера. – Знание, Москва, 1981
22. Декарт Р. Рассуждение о методе. – Рипол Классик, 2013.
23. Дубровский Д. И. Проблема сознания: опыт обзора основных вопросов и теоретических трудностей // Проблема сознания в философии и науке. – 2009. – С. 15-41.
24. Кант И. Критика чистого разума. Цит. по: История философии в кратком изложении. М.: "Мысль", 1994. С.477
25. Маркс К., Энгельс Ф. Фейербах. Противоположность материалистического и идеалистического воззрений. М., 1966, с. 29-30.
26. Пенроуз, Р. Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики. – М.: Эдиториал УРСС, 2003. – 101 - 140с.
27. Пимашкин А. С. и др. Модель обучения нейронных сетей в культурах клеток гиппокампа *in vitro* // Математическая биология и биоинформатика. – 2012. – Т. 7. – №. 2. – С. 545-553.
28. Платон. Государство // Сочинения в 3-х т. М., 1971. Т.3. Ч.1. С. 318-323)
29. Поваров Г.Н. Истоки российской кибернетики / Г.Н. Поваров. М.: МИФИ, 2005.; Корсаков С.Н. Начертание нового способа исследования при помощи машин, сравнивающих идеи / С. Н. Корсаков. пер. с франц. М.: МИФИ, 2009.
30. Полани М. Личностное знание. – Рипол Классик, 1985.
31. Потенция А.А. Мысль и язык // Потенция А.А. Слово и миф. М., 1989. С.97.
32. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики (Перцептроны и теория механизмов мозга). — М.: Энергия, 1965. — 480 с)
33. Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки. — М.: Прогресс, 1986.
34. Хокинс Д., Блейкли С. Об интеллекте // Управление мегаполисом. – 2013. – №. 5. – С. 83-119.).
35. Эдельман С.Л., Математическая логика. —Москва, Высшая школа, 1975. —стр. 45
36. Юлина Н. С. Тайна сознания: альтернативные стратегии исследования. Часть I // Вопросы философии. – 2004. – №. 10. – С. 125-135.
37. [Электронный ресурс] // [https:// ru.wikipedia.org/wiki/Тезис\\_Чёрча\\_—\\_Тьюринга](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тезис_Чёрча_—_Тьюринга) (Дата обращения: 04.11.2018)
38. [Электронный ресурс] // <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TheFutureof>

- TrucksImplicationsforEnergyandtheEnvironment.pdf (Дата обращения: 05.11.2018)
39. [Электронный ресурс] // <http://gallantlab.org/huth2016/> (Дата обращения: 13.11.2018)
  40. [Электронный ресурс]// <https://abcnews.go.com/International/News.SaudiArabiacriticizedforgivingrobotcitizenship,asitrestrictswomen'srights.ABCNews> (Дата обращения: 14.11.2018).
  41. [Электронный ресурс]// <https://ru.wikipedia.org/wiki/Алантим> (Дата обращения: 14.11.2018)
  42. [Электронный ресурс]// <https://vc.ru/25450-foxconn-usa-plant> (Дата обращения: 13.11.2018)
  43. [Электронный ресурс]//Barsanti, Sam. Saudi Arabia takes terrifying step to the future by granting a robot citizenship (англ.), The A.V. Club. (Дата обращения: 20.11.2018)
  44. [Электронный ресурс]//<http://www.hansonrobotics.com/robot/sophia/>(Дата обращения: 17.11.2018)