

Глава 6. Начало развития человечества с точки зрения знания

Выявленные выше закономерности развития знания дают нам возможность более детально проанализировать некоторые моменты развития человечества в далеком прошлом. Конечно, результатам такого анализа сложно претендовать более чем на роль аргументированных гипотез, которые следует проверять с использованием других источников фактов, однако гипотезы – это очень важный инструмент познания и никакое продвижение в науке без них не происходит.

Тем не менее полученный в главе 5 предварительный результат о том, что на гиперболической стадии объем знаний человечества растет в степени, которая на 0,25 больше, чем скорость роста числа людей ($Z \approx Z_0 \cdot (N/N_0)^{1,25}$), дает основание отнести это увеличение к росту скорости мыслительных способностей человека.

Вместе с тем мы отсчитываем начало этого роста от условного времени начала развития человечества и вводим условную величину начального объема знаний человечества в момент его зарождения $Z_0 = 20$ у.к. Тем самым мы уже коснулись вопроса возникновения мышления и должны несколько детальнее определить свою позицию по данной важнейшей теме.

Отметим, что для анализа роста знания фактически мы использовали некоторую модель развития «разума и мышления», суть которой можно сформулировать так: *нет принципиальных отличий в разуме человека и его человекообразного предка в момент начала роста знания. Развитие мыслительных способностей человека в течение последних полутора миллионов лет происходило в основном путем количественного наращивания способностей.*

Следует отметить, что это достаточно общепризнанная модель и ее происхождение восходит к Чарльзу Дарвину, который в 1871 году в своей книге «Происхождение человека...»¹⁴² доказывал, что различие между разумом человека и животных имеет количественный, а не качественный характер.

Вместе с тем существуют и другие точки зрения. Так, Марк Хаузер утверждает¹⁴³, что «наш интеллект отделен от интеллекта других животных огромной пропастью» и «происхождение наших когнитивных способностей в эволюции остается непонятным». Основными отличиями человека от животных являются:

1. Способность создавать практически бесконечный спектр различного рода высказываний путем комбинации слов, нот, действий или символов.
2. Умение комбинировать разнородные понятия.
3. Использование мысленных символов.
4. Способности к абстрактному мышлению.

6.1. Базовые структуры и функции человеческого мозга

Для того чтобы рассмотреть более детально этапы развития знания, необходимо уточнить используемые термины. Нередко такие слова, как сознание, разум, мышление и другие используются как синонимы, без конкретизации их сущности. Определимся с ними более точно. При этом следует отметить, что у специалистов различных наук

¹⁴² Дарвин Ч. Происхождение человека и половой подбор. – М., 2010.

¹⁴³ Хаузер М. Д. Возникновение разума//В мире науки. – 2009. – №11. (Hauser M. D. Life Science links. Scientific American). <http://sciam.ru/journal/catalog/11-2009>

Головной мозг управляет всеми жизненно важными процессами, происходящими в организме человека. Благодаря его работе человек может мыслить, чувствовать, слышать, видеть, осязать, двигаться¹⁴⁷.

Масса мозга нормальных людей колеблется от 1020 до 1970 граммов¹⁴⁸ (в среднем около 1350 граммов). У людей с отклонениями в развитии, которые обладали полноценным интеллектом, наблюдались примеры с объемом мозга от 350 до 650 см². Так, объем мозга Иоганна Швейцера (Гельвеция) составлял около 550 см²¹⁴⁹. Таким образом, прямой зависимости между массой мозга и умственными способностями человека нет. Вес головного мозга различных существ (в граммах) составляет¹⁵⁰: шимпанзе – 400, питекантроп – 900, слон – 5000, кашалот – 8000, неандерталец – 1500.

Мозг является биологическим органом, содержащимся в черепе человека и ответственным за основные процессы управления его телом и мышлением. Мозг содержит сложнейшую нейронную сеть, производящую и обрабатывающую огромное количество взаимосвязанных электрохимических импульсов. Внутренний мир человека, в том числе его разум, является продуктом работы мозга¹⁵¹.

«Нейроанатомические, нейрофизиологические и нейроморфологические данные однозначно свидетельствуют о том, что никакого особого "человеческого отдела" как анатомической структуры в мозгу homo не существует, как нет у человеческого мозга и никаких уникальных физиологических свойств. Это хорошо развитый, эволюционно оформленный под крупное прямоходящее существо мозг млекопитающего. У него нет никаких особых "клеток разума", есть тот же самый набор из 56 видов нейронов, которые есть и у крысы, и у кролика, и у слона»¹⁵².

По мнению известного ученого в области нейрологии Джеффа Хокинса, не существует теории, позволяющей детально разобраться, в чем заключается и как осуществляется работа мозга¹⁵³.

Нейрон (*neuron*, греч.). Нейрон – это нервная клетка, основная структурная и функциональная единица мозга и нервной системы. Нейрон способен принимать сигналы, перерабатывать их в нервные импульсы и проводить к нервным окончаниям, контактирующим с другими нейронами или органами. Схема одного из характерных типов нейронов приведена на рис. 6.3¹⁵⁴.

Нейрон «состоит из тела клетки, или сомы, и двух типов внешних древоподобных ветвей: *аксона* ("передатчика") и *дендритов* ("приемников"). Тело клетки включает в себя ядро, которое содержит информацию о наследственных свойствах, и плазму, обладающую молекулярными средствами для производства необходимых нейрону материалов. Нейрон получает сигналы от других нейронов через дендриты и передает сигналы, сгенерированные телом клетки, вдоль аксона, который в конце разветвляется

¹⁴⁷ Строение головного мозга, значение и функции головного мозга. – БМЭ.

<http://doktorland.ru/razvitie-37.html>

¹⁴⁸ Головной мозг человека. – Википедия, 2015. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

¹⁴⁹ Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта... – М., 2013. – С. 80, 86.

¹⁵⁰ Головной мозг. Раздел «Интересные факты». – Википедия, 2015.

¹⁵¹ Мозг. – Википедия, 2015.

¹⁵² Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта... – М., 2013. – С. 60.

¹⁵³ Хокинс Дж., Блейкли С. Об интеллекте. – М. – СПб. – Киев, 2007. – С. 20.

http://www.archism.narod.ru/lib/bleiksl_i_sandra_ob_intellekte.pdf

¹⁵⁴ Физиология нервной системы. Спинной мозг. <http://medvuz.com/noz/53.php>

на волокна. На окончаниях этих волокон находятся *синапсы*, ...служащие для передачи и преобразования сигналов»¹⁵⁵.

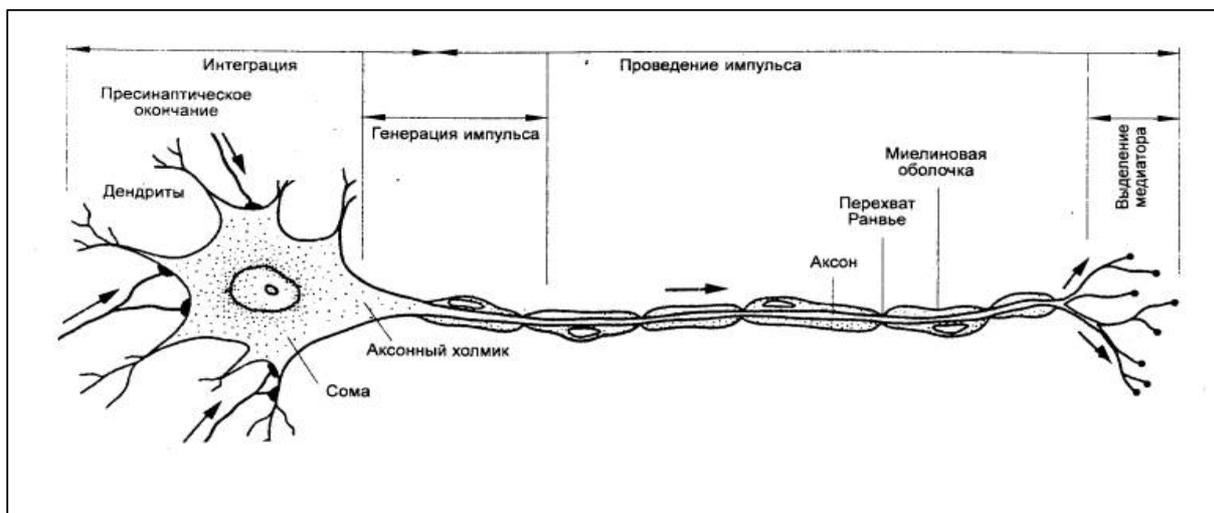


Рис. 6.3. Схема нейрона

В мозге человека находится, согласно различным источникам, от 10 до 100 млрд нейронов, каждый из которых имеет порядка 10 000 синапсов. Соединенные иерархическим образом нейроны формируют «нейронные сети», которые осуществляют переработку информации, поступающей в мозг из внешней среды и из самого организма, прогнозируют дальнейший ход событий и выработку решений по действиям в агрессивном окружении. Рассмотрим более детально, какие основные комплексы задач по обработке информации (сознание, разум, интеллект и т.д.) решают нейронные сети мозга.

Сознание (*sensus, латин.*). Так, «в философии сознание рассматривается как способность соотноситься, сознавать предмет (Гегель). При этом под "сознанием" понимается... фундаментальный способ, каким человек соотносится со своим предметом и миром вообще»¹⁵⁶.

Нейрофизиолог Наталья Бехтерева считает¹⁵⁷: Насчет сознания есть много формулировок, одна другой хуже. Годится и такая: «Осознание себя в окружающем мире... Сознание – феномен мозга, хотя и очень зависимый от состояния тела. Вы можете лишить человека сознания, пережав ему двумя пальцами шейную артерию».

Известный психоневропатолог Карл Вернике в своем программном труде «Основы психиатрии» утверждал: «Сознание нашего телесного существования целиком подчинено целостности органических ощущений, передающихся каждый момент с любой части нашего тела – коре»¹⁵⁸.

В обзорной работе по нейрофизиологии А.Г. Невзорова¹⁵⁹ утверждается, что сознание любого живого существа это «сумма всех его физиологических ощущений, выстраивающая для него реальную картину мира... Именно сознание является фундамен-

¹⁵⁵ Хокинс Дж., Блейкли С. Об интеллекте. – М. – СПб. – Киев, 2007. – С. 27.

¹⁵⁶ Сознание. Раздел: «Философские теории сознания». – Википедия, 2015. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

¹⁵⁷ Бехтерева Н.П. Как поймать озарение. – 2015. <http://www.metodolog.ru/01426/01426.html>

¹⁵⁸ Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта... – М., 2013. – С. 236.

¹⁵⁹ Там же. С. 236, 238, 248.

ным, базовым явлением, на котором отчасти строится разум, а при создании особых условий – мышление и интеллект... И нейрофизиология и палеонтология не оставляют никаких сомнений... никакой принципиальной разницы меж сознанием homo (в его естественном состоянии) и других животных не существует».

Самосознание. Следующей по сложности важной функцией мозга человека является самосознание (близко по смыслу к понятию «личность»). «В философии самосознание есть сознание сознанием самого себя, рефлексия сознания относительно себя. Самосознание одновременно понимается и как акт (деятельность) рефлексии сознанием себя и как результат этой рефлексии – знание себя. Самосознание является условием того, что сознание сохраняет себя во времени – удерживает себя как одно и то же сознание»¹⁶⁰.

Основными проявлениями самосознания являются отношение к своему организму как к безусловной собственности и адекватное поведение во внешней среде. Это свойство, если не приносить в него избыточные функции, также присуще всем живым существам, оно появилось у них примерно 500 млн лет назад. Есть основания полагать, что такие базовые функции мозга, как сознание, самосознание, личность генерируются в стволе головного мозга¹⁶¹, т.е. в его древней формации.

Разум (*ratio*, латин.). В обыденном представлении разумным является существо, воспринимающее, обучающееся, обладающее желаниями и эмоциями, делающее свободный выбор и демонстрирующее целесообразное поведение¹⁶². Разум нацелен на выживание, в отличие от мышления, нацеленного на познание. Разумные действия – это такие действия, которые соответствуют реальной ситуации со всеми ее нюансами. Разумно ведет себя большинство развитых животных, и их поведение свидетельствует о высоком уровне этих способностей. В отличие от разума процесс мышления – это рассуждение, обдумывание с использованием «внутреннего языка».

Вероятностное прогнозирование ситуации в окружающей среде и собственного поведения в соответствии с этими условиями является обязательным условием выживания живых организмов, и именно такую функцию обеспечивает разум. «Говоря о работе "примитивного" врожденного разума, обеспечивающего элементарное выживание, мы говорим об обязательном "узнавании" и четкой дифференциации примерно тысячи предметных позиций, о нескольких тысячах связей между ними и о сложно поддающихся подсчету количестве различных "понятных" явлений»¹⁶³.

Таким образом, у каждого живого существа в процессе взросления и обучения старшими деятельность разума приводит к выработке некоторой внутренней системы идентификации существенных объектов (образов) и явлений, основанной на практике. К тому же это достаточно сложная система, которая для развитых животных содержит несколько тысяч понятий.

Однако в отличие от языка эти понятия не имеют стандартизованных, нормированных вне самого существа значений, поскольку они вырабатываются индивидуально у каждого субъекта в процессе обучения на практике и имеют только ориентировочное значение. Существенно также, что смысл таких нормированных значений невозможно передать, если нет понятного языка.

¹⁶⁰ Самосознание. – Википедия, 2015.

¹⁶¹ Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта... – М., 2013. – С. 280, 323, 377.

¹⁶² Разум. – Энцикл. Кольера, 2015. http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/4832/

¹⁶³ Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта... – М., 2013. – С. 313.

6.2. Язык и внутренняя речь

Важнейшими функциями человеческого мозга, которые делают его мыслящим существом, являются язык и внутренняя речь.

Язык – это система обозначения элементов, явлений и событий мира, окружающего человека, его мыслей и чувств, обладающая определенным звуковым (знаковым, жестовым), лексическим и синтаксическим строем и служащая средством общения в человеческом обществе. Язык позволяет обозначить многообразие мира, придав каждой его детали, особенности или явлению звуковое символическое обозначение¹⁶⁴.

Следует отметить, что *речевой аппарат* человека не обладает особой уникальностью – существует масса животных, которые имеют значительно более специализированный и удачный речевой аппарат. Основной центр речи в мозгу человека называется «зона Брока», и расположен он в задней части нижней лобной извилины¹⁶⁵ (см. рис. 6.2). Уникальных отличий этой зоны у человека и других животных не обнаружено.

Центр *понимания* речи, ответственный за анализ продолжительных, последовательных сложноинтонированных звуков, называется «центр Вернике», он расположен в задней трети верхней височной извилины¹⁶⁶ (см. рис. 6.2). Эта структура мозга возникла более двух миллионов лет назад. Центры такого типа есть у ряда живых существ. Таким образом, и органы слуха и органы речи человека не являются уникальными образованиями и существовали у человекообразных задолго до появления homo sapiens.

Простые системы звуковых сигналов есть у многих живых существ. Так, обезьяны способны усваивать до нескольких десятков «слов-жестов»¹⁶⁷. Однако только у человека эта система стала всеобъемлющей и послужила основой для возникновения мышления. Поскольку язык является одним из ключевых факторов зарождения мышления, очень важно понять историю его происхождения.

Прямой функцией языка является *коммуникация* между людьми. Это очень сложная функция¹⁶⁸, поскольку требуется с использованием ограниченного набора символов передавать сложнейшие, если вдуматься, комплексные понятия о видах деятельности, имеющих место в жизни. Для обеспечения правильного понимания передаваемых значений используется комплекс средств коммуникации. В частности, речь дополняется средствами интонации, мимики и жестов, причем считается, что информационное содержание этих «дополнительных» компонент не менее объемное, чем собственно языка.

Еще более мощным средством, обеспечивающим сжатие информации при общении, является использование системы «стереотипов». Этот метод базируется на том, что в сообщении передается не вся информация о некотором событии, а лишь «сценарий» данного события из числа наиболее возможных (стереотип), а также некоторые отличительные черты передаваемого сценария¹⁶⁹. Предполагается, что и говорящий и слушающий примерно одинаково понимают варианты сценариев, возможные в данных обстоятельствах. В нестандартных ситуациях это приводит к сбоям коммуникации.

¹⁶⁴ Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта... – М., 2013. С. 210.

¹⁶⁵ Там же. С. 152.

¹⁶⁶ Там же. С. 163.

¹⁶⁷ Якушин Б.В. Гипотезы о происхождении языка. – М., 1984. – 136 с.

<http://oleshkov.info-tag.ru/doc/344.doc>

¹⁶⁸ Орехов В.Д. Маркетинг. Курс «Предприимчивый менеджер». – Кн. 3. – М., 2005. – С. 180. (электрон. учеб. курс: «Маркетинг в малом и среднем бизнесе» www.businesslearning.ru).

¹⁶⁹ Норман Д. Семантические сети: В сб. «Психология памяти». – М., 1998. – С. 360.

Для повышения ее безошибочности совместно с использованием стереотипов применяется принцип интерактивности. При этом второй из участников коммуникации может уточнить те моменты сообщения, которые вызывают его вопросы.

Отметим, что понимание различных слов языка людьми далеко не абсолютно точное. К тому же не все люди знают все слова языка, все их значения и все особенности их применения. Это отражает сложность самого явления коммуникации с помощью языка. Тем не менее наличие внешнего «стандарта» языка, поддерживаемого социумом, письменностью или СМИ, позволяет существовать языку на уровне, обеспечивающем взаимопонимание в рамках языковой группы.

Считается, что письменное сообщение обеспечивает правильное понимание только 14% передаваемой информации. С помощью личного общения и интерактивности точность понимания увеличивается примерно до 60%¹⁷⁰. Еще большая точность понимания передаваемого достигается при сочетании различных каналов коммуникации. Несмотря на относительно низкую точность передачи информации с помощью символического языка, набор понятий, используемых для коммуникации, послужил человеку и в качестве основы для формирования внутренней речи.

В настоящее время существует более 7 тыс. языков. «Методами сравнительно-исторического языкознания удаётся углубиться в историю языковых семей не более чем на 10 тыс. лет (т.е. до эпохи неолитической/аграрной революции). История языковых макросемей требует дальнейшего движения вглубь. Так, если существование индоевропейского языкового единства условно датируется 5 тыс. лет до н.э., то существование таких, например, макросемей, как ностратическая (или бореальная) макросемья или гипотетическая макросемья, в которую пытаются объединить языки северокавказские (абхазско-адыгские и нахско-дагестанские), енисейские, сино-тибетские в Старом Свете и языки на-дене в Новом Свете, относят к периоду, лежащему между 10 и 20 тыс. лет до н.э.»¹⁷¹.

Устоявшейся классификации языков в настоящее время нет, и разные авторы по-разному соединяют их в группы. Приближенная картина такова: происхождение «евразийской»¹⁷² группы языков относится примерно к 13–15 тысячелетию до н. э. Эта группа делится около 9-го тысячелетия до н.э. на «ностратическую», «синокавказскую», «шумерскую» «афразийскую» и др. Праязык, из которого произошла «евразийская» группа языков, называют «туритом», или «протбашенным» (до Вавилонской башни), и возник он примерно 20 тыс. лет назад. Однако некоторые авторы относят возникновение языка к 80 – 160 тысячелетию до н.э.

До сих пор не установлено, что послужило стимулом развития языка у человека. Совместная охота? Многие стайные животные занимаются совместной охотой и вполне обходятся без языка¹⁷³ – для этого достаточно разума. Не подтверждается однозначно и «трудовая гипотеза»¹⁷⁴. В частности, отметим, что на протяжении более миллиона лет предки человека изготавливали в основном ограниченный набор простейших орудий типа расколотых камней, что не выходит за рамки способностей развитых животных. И эта их

¹⁷⁰ Блэк С. Паблик Рилейшнз. Что это такое? – М., 1990.

¹⁷¹ Золин П.М. Протоязык// Русс. энцикл. <http://www.russika.ru/t.php?t=1849>

¹⁷² <http://gallery.ykt.ru/galleries/old/history/332697.jpg>

¹⁷³ Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта... – М., 2013. – С. 98.

¹⁷⁴ Там же. С. 217.

деятельность не приводила к возникновению языка. Однако можно достоверно утверждать, что язык мог возникнуть только как способ коммуникации между пралюдьми.

Достаточно детальный анализ различных гипотез возникновения языка приведен в работе Б.В. Якушина. Он отмечает, что, согласно звукоподражательной теории Лебница и Де Бросса, которая была популярна в начале XVIII века: «Слова образовались благодаря стихийному, инстинктивному подражанию их звучаний тем впечатлениям, которые производили на первых людей окружающие их вещи и животные». «Дикарь ружье называет "пу", а птицу – "ку-ку". Междометия – суть первые слова»¹⁷⁵.

Э. Кондильяк¹⁷⁶ считал, что источником речи являются идеи, которые бывают «чувственными» и «абстрактными». Последние являются результатом суммирования и упорядочения первых. «Идеи чувственные образуют практическое знание, а абстрактные – теоретическое. Первое бессознательно и возникает вне языка. Второе невозможно без него. Слова, будучи знаками идей, являются орудием теоретического знания, с помощью их происходит классификация и упорядочение чувственных идей»¹⁷⁷.

А.Г. Козинцев утверждает¹⁷⁸: «Не мозг долгим эволюционным путем создавал язык, а язык, нарушив эволюционную постепенность, создал человеческий мозг. Началом начал было употребление орудий, затем возникла потребность в символизации, и лишь в ответ на эту потребность перестроился мозг... Специалисты по детской психологии показали, что три способности развиваются в онтогенезе рука об руку: общение, манипулирование предметами и подражание. Соединяясь, они дают символизацию. Все три качества прекрасно развиты у высших обезьян, а потому едва ли в филогенезе дело обстояло иначе».

Различные теории возникновения речи по-разному трактуют ведущую роль различных элементов речи. Так, Джекендофф¹⁷⁹ считает, что «именно значение (а не синтаксические структуры) должно было быть первым генеративным компонентом, вызвавшим возникновение и дальнейшее развитие языка. Первая стадия была, скорее всего, выражена символическим использованием простейших вокализаций (или жестов), без какой-либо грамматической организации. На этой стадии, конечно, нет синтаксиса, но это уже палеолексикон, отражающий концепты-примитивы. Далее начинает появляться первичный синтаксис, дающий возможность дифференцировать, например, объект и субъект, маркируя это очередностью следования компонентов сообщения. И только потом, по мере усложнения выражаемой семантики и конвенциональных правил соотнесения ее с фонологией, возникают синтаксические структуры»¹⁸⁰.

Внутренняя речь – следующий шаг на пути к мышлению. Собственно это и есть умение мыслить, т.е. оперировать «про себя» словами, обозначающими весь внешний и внутренний мир человека. Впервые гипотезу мышления как внутренней речи выска-

¹⁷⁵ Цит. по: Якушин Б.В. Гипотезы о происхождении языка. – М., 1984. – С. 21.

¹⁷⁶ Кондильяк Э.Б. Опыт о происхождении человеческих знаний //Философское наследие, Т. 81 – М., 1980.

¹⁷⁷ Цит. по: Якушин Б.В. Гипотезы о происхождении языка. – М., 1984. – С. 30.

¹⁷⁸ Козинцев А.Г. Происхождение языка: новые факты и теории.

http://krotov.info/lib_sec/11_k/koz/inzev_03.htm

¹⁷⁹ Jackendoff, R. Foundations of language: Brain, meaning, grammar, evolution. New York: Oxford University Press, 2002.

¹⁸⁰ Цит. по: Черниговская Т.В. От коммуникационных сигналов к языку и мышлению человека: эволюция или революция? //Росс. физиол. журн. им. И.М.Сеченова. – 2008. – 94, 9. – С.9.

<http://www.genlingnw.ru/Staff/Chernigo/publicat/Phys.pdf>

зал в 1869 году английский нейрофизиолог Г.Ч. Бастиан. Детально разработали эту теорию советские нейропсихологи Лев Выготский и Александр Лурия. Вот как характеризует внутреннюю (предикативную) речь А.Р. Лурия в своей работе «Язык и сознание»¹⁸¹: «Внутренняя речь не является просто речью про себя... В подобном случае она протекала бы с той же скоростью, что и внешняя. Однако известно, что интеллектуальный акт принятия решения происходит довольно быстро, иногда за *десятые доли секунды*... Следовательно, внутренняя речь, выполняющая регулирующую и планирующую роль, имеет иное, чем внешняя, сокращенное строение».

Отмечая важное влияние фонетического языка на формирование *внутренней речи* у предков человека, нельзя отрицать наличия у него к этому времени внутренней, порожденной *разумом*, системы идентификации объектов реальности и прогнозирования их поведения. Природа, как правило, не создает новые необходимые ей системы, а адаптирует к нужным задачам то, что есть «под рукой». Поэтому сложно сомневаться, что эти две системы слились в одну, которая собственно и стала внутренней речью.

Конечно, если бы с помощью символического языка можно было бы адекватно описывать все многообразие реального мира и поведение его агентов, то в необходимости наличия двух источников формирования языка можно было бы усомниться. Но, как показано выше, символический язык не в состоянии обеспечить безошибочно даже основную свою функцию – коммуникативную. Ему необходим целый ряд дополнительных инструментов передачи информации: интонации, мимика, жесты, стереотипы, интерактивность, которые не могут быть использованы во внутренней речи (кроме стереотипов и, возможно, эмоциональной компоненты – доминанты). Ясно, что такой ущербный «помощник» мог бы и ухудшить функцию прогнозирования, выполняемую разумом. Поэтому, видимо, внутренний язык формировался на базе двух источников, причем важнейшая роль языка связана с нормированием понятий и поддержкой им обучения этим понятиям всего социума.

Упомянутая выше гипотеза Этьена Кондильяка о чувственных и абстрактных идеях как об источниках практического и абстрактного знания¹⁸² достаточно близка к данной логике двух источников, хотя апеллирование к идеям, в отсутствие языка, несколько не точно.

«Обычно во внутренней речи мысль выражается очень обобщенно в виде семантических комплексов, состоящих из фрагментов слов и фраз, к которым могут присоединяться различные *наглядные образы* и условные знаки, превращающие внутреннюю речь в индивидуальный код, отличный от устной и письменной речи. Однако в момент мыслительных затруднений внутренняя речь становится более развернутой, приближающейся к внутренним монологам»¹⁸³.

Несложно заметить, что во внутренней речи человека присутствуют два достаточно хорошо различимых типа мышления. При одном из них решения принимаются практически мгновенно, когда требуется действовать или когда уже известен четкий алгоритм деятельности (навык). Иногда, конечно, это не оптимальные решения, в них не учитываются все влияющие факторы. При таком типе мышления различить применение языка можно лишь фрагментарно.

¹⁸¹ Цит. по: Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта... – М., 2013. С. 225.

¹⁸² Кондильяк Э.Б. Опыт о происхождении человеческих знаний // Философское наследие, Т. 81 – М., 1980.

¹⁸³ Выготский Л.С. Мышление и речь // Соб. соч. в 6 тт. – Т. 2. – М., 1982.

При втором типе мышления (языковом) происходит относительно медленное, хотя и быстрее, чем в темпе разговора, размышление с помощью абстрактных слов, символов, цифр и т.д. Здесь основной преградой мышлению выступает очень ограниченный объем оперативной памяти человеческого мозга, который содержит 7 ± 2 блока информации¹⁸⁴. Поэтому, размышляя «в уме», мы нередко замечаем, что мы «ходим по кругу». Тем не менее иногда «в уме» удается решить весьма сложные задачи. В качестве примера можно привести игру в шахматы «в уме», которую могут вести гроссмейстеры.

Следует учитывать, что основной поток информации человек получает по визуальному каналу. Именно с ним, в основном, связано сознание человека, и получаемую по нему информацию мозг может обрабатывать очень быстро. Планирование разумом передвижения человека в окружающей среде, а также управление движением рук и т.д. тоже имеют в основном визуальную основу. Память наряду с ассоциативным механизмом содержит относительно полную запись событий визуального типа. Вспомнить детали какого-либо события можно, вспомнив близкую к этому событию реперную точку времени и «прокрутив» ход действий до нужного момента.

Эти рассуждения свидетельствуют о том, что внутренняя система идентификации объектов и событий, возникающая в рамках разума, имеет визуальную природу и базируется на узнавании образов объектов природы и прогнозировании их передвижения. И эта система визуального типа стала одной из основ внутренней речи. Вторая часть внутренней речи, возникшая в более позднее время, базируется на языковом, абстрактном канале.

Известно, что разные люди предпочитают или абстрактное или образное мышление, восходящее к двум рассмотренным выше источникам внутренней речи. Существует теория, согласно которой¹⁸⁵ у части людей ведущим является правое полушарие мозга, а у других – левое. «Способность к речи, анализу, детализированию, абстракции обеспечивается левым полушарием мозга. Оно работает последовательно, выстраивая цепочки, алгоритмы, оперируя с фактом, деталью, символом, знаком, отвечает за абстрактно-логический компонент в мышлении. Правое полушарие способно воспринимать информацию в целом, работать сразу по многим каналам и, в условиях недостатка информации, восстанавливать целое по его частям. С работой правого полушария принято соотносить творческие возможности, интуицию, этику, способность к адаптации. Правое полушарие обеспечивает восприятие реальности во всей полноте многообразия и сложности в целом со всеми его составными элементами»¹⁸⁶. Однако большинству людей не удастся гармонично сочетать эти разные типы мышления, что связано со случайным процессом формирования внутренней речи при обучении человека.

Еще один различимый фактор внутренней речи – случайное перескакивание с одной ветки мысли на другую. Мы не в состоянии долго удерживать логику одной мысли, особенно в языковом поле, и мозг сам предлагает нам другую. На этом свойстве основан известный способ графической фиксации мыслей «карты памяти» Т. Бузена¹⁸⁷. Случайный фактор достаточно сильно проявляется в других процессах мышления, таких как ассоциативная память и т.д., что дает пищу для размышления о причинах его действия.

¹⁸⁴ Миллер А.. Магическое число семь плюс минус два. О некоторых пределах нашей способности перерабатывать информацию: В сб. «Психология памяти». – М., 1998.

¹⁸⁵ Рэпп С., Коллинз Т.Л. Новый максимаркетинг. – Челябинск, 1997.

¹⁸⁶ Межполушарная асимметрия. – Википедия, 2015. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

¹⁸⁷ Бьюзен Т., Бьюзен Б. Супермышление = The Mind Map Book. – М., 2007. – С. 320.

6.3. Способности мозга: от разума к мышлению

Рассмотрим далее наиболее сложные функции человеческого мозга, которые делают его мыслящим существом.

«*Мышление* – высшая ступень человеческого познания, процесс отражения в мозге окружающего реального мира, основанный на двух принципиально различных психофизиологических механизмах: образования и непрерывного пополнения запаса понятий, представлений и вывода новых суждений и умозаключений. Мышление позволяет получить знание о таких объектах, свойствах и отношениях окружающего мира, которые не могут быть непосредственно восприняты при помощи первой сигнальной системы»¹⁸⁸. Там же можно увидеть еще одно определение: «высший этап обработки информации человеком, процесс установления связей между объектами или явлениями окружающего мира».

Мыслительные процессы направлены на решение некоторых задач или проблем, актуальных для человека. Мотивы для начала акта мышления могут быть внешние (адаптивные) или внутренние (генеративные). Первой фазой процесса мышления является осознание проблемной ситуации, включая постановку целей, планирование мыслительной деятельности и формулировку гипотез. Мыслительный процесс, как правило, включает в себя такие этапы, как поиск информации о явлении, понимание взаимосвязи между факторами, генерация вариантов решения, отбор лучших вариантов, проверка адекватности найденного решения и, возможно, повторение всего этого пути, пока не будет найдено удовлетворительное решение. В ходе мыслительного процесса используются такие операции, как сравнение, анализ, синтез, абстракция, обобщение и др.¹⁸⁹.

Мы также будем иметь в виду, что мышление в отличие от разума бывает только у существ, владеющих языком, запасом слов (нормативной системой), которые позволяют обозначать всевозможные явления действительности и порождения воображения, а также оперировать с ними как с абстрактными категориями. Навыки мышления (ум), безусловно, усиливают возможности разума, позволяют более точно прогнозировать и планировать свои действия.

Следует отметить, что в большинстве энциклопедических словарей и других источников функции разума, мышления, сознания или не различаются, или определяются друг через друга. Но поскольку именно при переходе от разума к мышлению собственно появляется то особое свойство, которое отделяет человека от других животных, мы будем использовать представленное выше различие этих терминов, не углубляясь дальше в детали.

Интеллект. Существует несколько подходов к трактовке этого понятия, например, интеллект – это глобальная способность действовать разумно, рационально мыслить и хорошо справляться с жизненными обстоятельствами¹⁹⁰. Согласно исследованиям Терстоуна, интеллект включает следующие основные способности: оперировать числами, использовать слова, понимать речь, ориентироваться в пространстве, помнить, уметь рассуждать и воспринимать сходства и различия. Интеллект обычно реализуется при помощи других способностей, таких как умение познавать, обучаться, мыслить логически, анализировать и систематизировать информацию, определять её применимость, находить связи, закономерности и отличия, ассоциировать её с подобной и т. д. Многие

¹⁸⁸ Мышление (психология). – Википедия, 2015. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

¹⁸⁹ Столяренко Л.Д. Основы психологии. – М., 1997. <http://www.persev.ru/book/osnovy-psiologii>

¹⁹⁰ Там же, глава «Интеллект».

исследователи считают, что уровень общей интеллектуальной активности человека постоянен во времени.

В качестве индикатора уровня интеллекта широко используется коэффициент интеллекта (IQ). За последние 64 года коэффициент IQ по результатам тестирования 200 000 жителей ЕС и США увеличился примерно на 20% (эффект Флинна)¹⁹¹. Примерно у 16% людей интеллект заметно снижен (IQ < 84) и столько же имеют повышенный интеллект (IQ > 116).

Творческое мышление. У людей «среднего ума» интеллект и творческие способности обычно связаны друг с другом. При IQ > 120 корреляция между творческими и интеллектуальными способностями не обнаружена¹⁹². Творческая одаренность характеризуется несколькими параметрами: большим количеством новых идей, скоростью переключения на новые задачи, оригинальностью, любознательностью, способностью к постановке проблем и умению решать нестандартные проблемы, способностью к разработке гипотез. Для выявления творческих способностей разработан ряд тестов. Наличие творческих способностей очень важно для специалистов в области R&D.

По данным нейрофизиологии и гистологии мозга ни навыки мышления, ни интеллект не передаются, не закрепляются и не наследуются. Более того, интеллект в его сегодняшнем понимании, естественно, не является врожденным качеством¹⁹³. «Необученный мозг необходим для мышления, но необученный мозг недостаточен для осуществления этих функций»¹⁹⁴. Каждый младенец требует значительных усилий по его обучению и умению пользоваться коллективным интеллектом людей.

Иллюстрацией данного утверждения является феномен низкого уровня интеллекта детей, выросших вне человеческого общества (Маугли). Всех их характеризовало незнание человеческого языка, животное поведение, незнание основ общественных отношений. Практически никогда усиленные попытки их обучения не давали серьезных положительных результатов, кроме случаев обнаружения их в раннем возрасте¹⁹⁵.

Если обратиться к аналогии с компьютером, то мышление и интеллект – это своего рода сверхсложный комплекс программ, который нужно сформировать в мозгу (аналог компьютера) методами обучения. В то же время сознание, самосознание и в определенной степени разум сразу заложены в мозг и могут обеспечивать жизнедеятельность ребенка тотчас после его рождения. Хотя, конечно, и они с возрастом развиваются.

Следует отметить, что несмотря на многочисленные попытки разработать теорию интеллекта, успешных результатов получено не было. Более того, «за последние 80 лет никаких новых теорий интеллекта не оформилось»¹⁹⁶.

Подводя итог изложенному выше обзору основных функций (атрибутов) мозга и их наличия или отсутствия у разумных существ, сведем их в табл. 6.1. Отметим, что хотя наличие развитой руки или прямохождение не имеют непосредственного отношения к мозгу, но умение управлять ими и влияние их наличия на развитие мышления отмечается множеством авторов.

¹⁹¹ С каждым поколением люди становятся умнее – британские ученые. – 2015.

<http://orensmi.ru/news/s-kazhdym-pokoleniem-lyudi-stanovyatsya-umnee-britanskije-uchenye/>

¹⁹² Столяренко Л.Д. Основы психологии. – М., 1997. <http://www.persev.ru/book/osnovy-psihologii>

¹⁹³ Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта... – М., 2013. – С. 186.

¹⁹⁴ Harlow H. Harlow M. Learning to Think. Sci. Amer., 1949, vol. 181 (цит. по: Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта. Опыт обобщения данных классической нейрофизиологии. – М., 2013. – С. 301).

¹⁹⁵ Невзоров А.Г. Происхождение личности и интеллекта... – М., 2013. – С. 193.

¹⁹⁶ Там же. С. 186.

Таблица 6.1. Мозг и основные атрибуты разума и мышления

Мозг и атрибуты разума и мышления	Их наличие у животных и людей
Мозг, сознание, самосознание	Есть у всех развитых животных
Разум и внутренняя система идентификации объектов и явлений	Есть у всех развитых животных (не нормирована)
Система коммуникации между существами с помощью звуков, мимики, жестов	Есть у многих развитых животных
Социализация, групповая охота и защита	Есть у ряда развитых животных
Использование орудий труда	Есть у некоторых животных
Рука, прямохождение, крупный мозг	Есть начиная с человекообразных
Навыки сложных работ, праязык	Начало перехода к мышлению
Нормированная внутренняя речь, коммуникации для обучения языку	Развитие внутренней речи и мышления
Мышление, интеллект, творчество	Есть только у человека

Таким образом, уже около двух миллионов лет назад предки человека имели:

1. Развитый и достаточно крупный мозг, обладающий разумом и потенциально способный осуществлять мыслительную деятельность.
2. Хорошо развитые руки и способность к прямохождению, которая освободила руки от функции передвижения и дала им возможность заниматься трудом и охотой.
3. Вполне удовлетворительные для речевой коммуникации речевой и слуховой аппараты, которыми управляли адекватные структуры мозга, а также социальные потребности в коммуникации.

Тем не менее еще длительное время речь и мышление у человека, видимо, не возникли. Достоверная археологическая информация о том, что человек стал мыслящим, относится к последним 40 тыс. лет истории. Однако не исключено, что это произошло значительно раньше. Так, в работе Черниговской Т.В.¹⁹⁷ отмечается: «Артефакты, найденные в пещерах Южной Африки на реке Klasies свидетельствуют о том, что по крайней мере 115 тыс. лет назад люди были способны мыслить символами и говорить¹⁹⁸». «Полностью сформированный синтаксический язык как необходимое условие обмена и передачи символической информации может косвенно быть датирован на основе сопоставления с абстрактными наскальными изображениями, датируемыми примерно 75 тыс. лет назад¹⁹⁹».

Как было отмечено выше, формирование языка не является одноэтапным процессом. Его происхождение «рассматривается как длительный процесс медленного и постепенного овладения способностью к абстрагированию и обобщению, дифференциации сферы восприятий и представлений, увеличения их количества и сочетаний, превращения семантически аморфных первичных понятий в абстрактные понятия

¹⁹⁷ Цит. по: Черниговская Т.В. От коммуникационных сигналов к языку и мышлению человека: эволюция или революция? // Росс. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2008. – С. 9.

¹⁹⁸ Wirz, S. Variability in the Middle Stone Age lithic sequence, 115 000 – 60 000 years ago at Klasies River, South Africa, *Journal of Archeological Science*. 29.2002. P. 1001–1015.

¹⁹⁹ Henshilwood, Chr., d'Errico, F., Vanhaeren, M., Niekerk, K. van, Jacobs, Z. Middle Stone Age Shell Beads from South Africa, *Science*, 16 April, 2004, Vol. 304, No 5669. P. 404.

с константным содержанием, отрыва мыслительных актов от конкретного действия и превращения мышления в самостоятельную сферу психической деятельности»²⁰⁰.

Таким образом, можно выделить следующие этапы развития языков:

1. Внутренняя система идентификации разумом объектов мира.
2. Язык образов, жестов, имитация природных звуков в дополнение к п. 1.
3. Язык с элементами синтаксиса, выделение объекта и субъекта.
4. Внутренняя речь как сочетание пп. 1–3 и их развитие.
5. Язык, включающий в себя абстрактные понятия (параллельно с п. 4).
6. Предъязык.
7. Развитый праязык «турит».
8. Евразийская группа языков.
9. Языки письменные.
10. Совершенствование языков.

Следует отметить, что тот тип мышления, который возник у наших предков, существенно отличался по своим принципам от современного, а особенно от того, который стал формироваться после научных революций. Так, в работе «Этюды из истории поведения»²⁰¹ Л.С. Выготского и А.Р. Лурия отмечается: «Постоянное употребление логических механизмов, абстрактных понятий глубоко видоизменяет работу нашей памяти. Примитивная память одновременно и очень верна, и очень аффективна. Она сохраняет представления с огромной роскошью деталей и всегда в том же порядке, в каком они в действительности связаны друг с другом»²⁰².

Другая особенность мышления примитивных людей связана с тем, что у них, как и у детей, очень развита так называемая «эйдетическая» (образная, фотографическая) память, которая позволяет длительное время сохранять реально воспринимаемые образы или ощущения. Поэтому «способ восприятия, мышления и представления примитивного человека указывает на то, что он в своем развитии стоит чрезвычайно близко к эйдетической фазе»²⁰³. Таким образом, быстрый рост объема мозга, используемого для разума и мышления, позволил предкам человека оперировать с большим количеством запоминаемой видеoinформации, но первоначально она весьма слабо анализировалась на основе обобщенных понятий.

Внешняя и внутренняя речь, совместно возникнув на первом этапе истории человеческого мышления, затем фактически развивались относительно независимо. Фонетические языки находили себе опору сначала в трудовой и социальной коммуникации, а затем в письменности. Внутренняя же речь, породившая феноменом мышления, развивается у каждого человека самостоятельно, «как получится». И хотя она нормируется внешним языком и поддерживается научением в социуме или письменными инструментами, но на целенаправленное выращивание реальных методов мышления и творчества современное образование влияет достаточно косвенно. Это связано с тем, что процесс мышления происходит в нейронных сетях мозга и контролировать его параметры очень сложно. А что мы не умеем измерять, тем не можем и управлять. К тому же

²⁰⁰ Генинг В.Ф., Смирнов С.В., Захарук Ю.Л. и др. Проблемная ситуация в современной археологии. – Киев, 1988. – 288 с. <http://arheologija.ru/istoki-formirovaniya-problemnoy-situatsii-v-sovremennoy-arheologii-paleolita>

²⁰¹ Выготский Л.С., Лурия А.Р. Этюды из истории поведения. – М., 1993.

²⁰² Выготский Л.С., Лурия А.Р. Память примитивного человека: В сб. «Психология памяти». – М., 1998. – С. 392.

²⁰³ Там же. С. 396.

спрос на творческих людей до последнего времени был достаточно ограниченный. В целом модель формирования языков и мышления можно представить так, как показано на рис. 6.4.

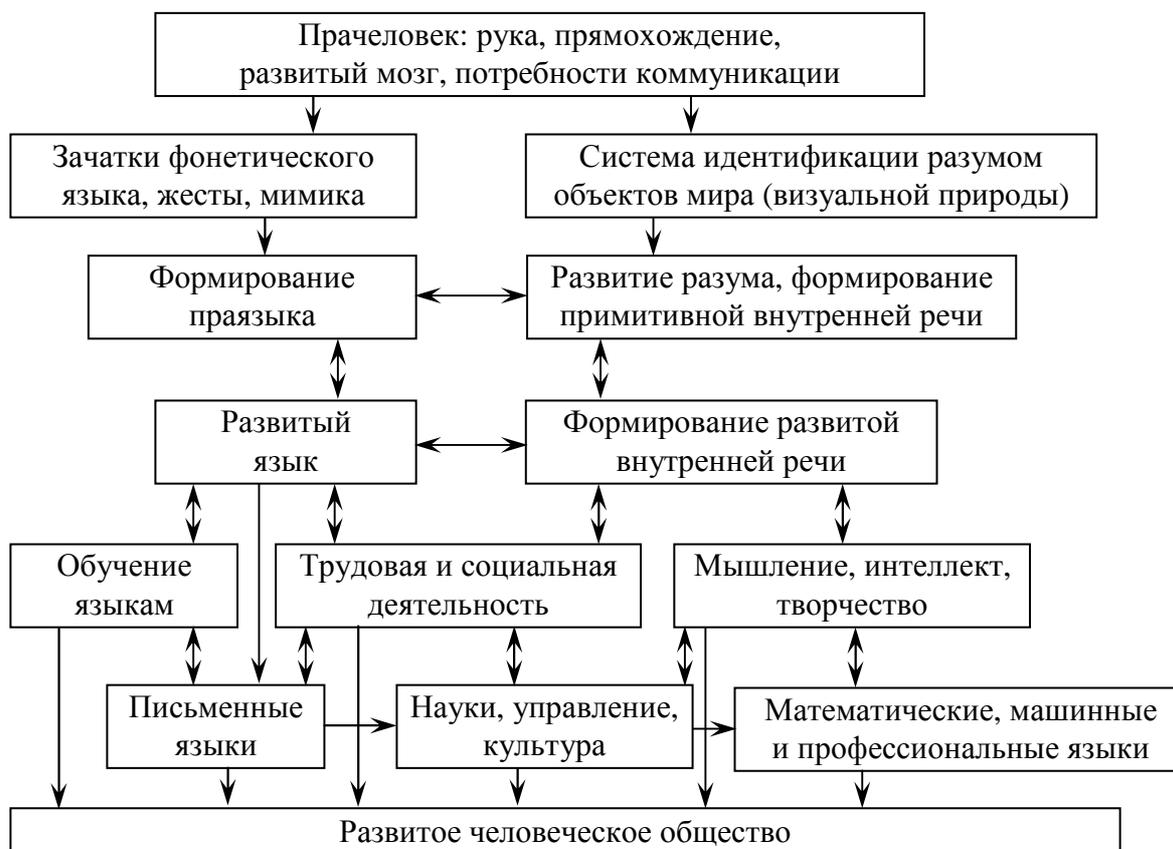


Рис. 6.4. Модель формирования языка и мышления человека

6.4. Парадокс митохондриальной Евы

Как показали генетические исследования^{204, 205, 206, 207} ДНК, примерно 150–200 тыс. лет назад численность homo sapiens уменьшилась до минимального размера порядка 10 тыс. чел. Такое явление в истории человечества происходило минимум дважды, и его называют «бутылочное горлышко». Именно снижение численности популяции до столь малого размера привело к удивительной генетической однородности современного человечества. Поскольку первоначально эти исследования базировались на анализе митохондриальной ДНК, которая наследуется по женской линии, в оборот вошел термин «митохондриальная Ева», обозначающий ту группу женщин, которые условно являются прародительницами всей популяции.

К этому времени численность человечества в долговременном плане, согласно формуле фон Форстера (1.1), должна была достигать около 1 млн чел., объем знаний

²⁰⁴ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 230.

²⁰⁵ Янковский Н.К., Боринская С.А. Наша история, записанная в ДНК. Митохондриальная Ева. //Природа. – 2001. – №6. http://www.amgpgu.ru/Evolution/Lectures/Anthropology/Mit_genom.html

²⁰⁶ Боринская С.А. О митохондриальной Еве и генетическом разнообразии человека. <http://antropogenez.ru/article/76/>

²⁰⁷ Roberts, E. Evolution. The Human Story. Dorling Kindersley, 80 Strand London WWC2R Orl, A Penguin comp., 2011. (Русс. пер. Робертс Э. Эволюция. Происхождение человека. – М., 2011. – С. 178).

порядка 400 у.к. (см. табл. 5.9), а условное число профессий ~ 11. Если численность человечества уменьшилась до столь малого размера, то объем накопленного знания не мог сохраниться, и в дальнейшем человечество должно было бы пройти путь порядка миллиона лет по возобновлению утерянного знания. Как разрешить противоречие между данными генетиков и логикой развития знания человечества? Можно предположить несколько вариантов.

Вариант 1. Резкое уменьшение численности человеческого племени на кратковременный промежуток времени (порядка одного поколения) в результате катастрофы или эпидемии, в течение которого даже 10 000 человек могли сохранить все знания человечества. Затем численность человечества, сохранявшего свои знания, быстро увеличилась. Не исключено, что знания могут сохраняться в таком малочисленном сообществе при благоприятных условиях и несколько поколений.

Вариант 2. Ко времени «бутылочного горлышка» человек уже владел развитым языком, внутренней речью и мышлением. Значительная часть знаний человечества была потеряна, но язык сохранился, что позволило людям после восстановления численности быстро накопить новые знания.

Вариант 3. Знание человечества действительно было потеряно на многие десятки тысяч лет, и картина роста численности человечества в этот период отличается от гиперболической (данные о численности популяции в этот период весьма отрывочные).

Вариант 4. Другие ветви человечества (неандертальцы, «денисовский человек» и т. д.²⁰⁸) умеренно пострадали в этой катастрофе, сохранили общечеловеческое знание и передали его сапиенсам (это возможно, если уже существовал язык, который позволил передавать знание). Позднее они вымерли, не сохранив своих непосредственных генетических наследников.

Вариант 5. Методы запоминания примитивных людей, в том числе эйдетические, способны запечатлевать большие объемы информации, вполне сравнимые с объемом памяти человечества в период второго бутылочного горлышка ($Z \sim 400$ у.к.), и передавать их на протяжении многих поколений. Это позволило сохранить большую часть знания человечества и позднее развернуть его в приемлемую для использования форму.

Есть данные, отчасти подтверждающие гипотезу 4. Так, «установлено, что на протяжении продолжительного времени артефакты мустьерского типа изготавливались как неандертальцами, так и расселяющимися группами людей современного типа, и скорее всего на начальном этапе современные люди копировали мустьерскую технику неандертальцев в районах их совместного обитания»²⁰⁹. Отмечается также, что в пещерах Схул, Табун и Кафзех на севере Израиля найдены отложения, в которых чередуются остатки неандертальцев и людей современного типа²¹⁰.

Видимо, приведенный список вариантов не исчерпывает все возможности и проверкой их адекватности должны заниматься специалисты в области генетики и археологии. Однако ясно, что очень важно найти достоверный вариант трансформации знания человечества на протяжении всей истории, согласующийся с теорией бутылочного горлышка.

Для ответа на данный вопрос желательно было бы знать, обладали ли неандертальцы речью? Однозначного ответа на этот вопрос нет. Однако уровень развития гейдель-

²⁰⁸ Четыре вида древних людей. – М., 2013. <http://ria.ru/science/20131218/984995767.html>

²⁰⁹ Цит. по: Черниговская Т.В. От коммуникационных сигналов к языку и мышлению человека: эволюция или революция? // Росс. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2008. – С. 5.

²¹⁰ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 225, 323.

бергского человека, который жил до «бутылочного горлышка» и предположительно был прародителем и людей, и неандертальцев, свидетельствует о том, что определенная форма языка уже у него, видимо, была.

Сами неандертальцы обладали достаточно высокими навыками изготовления орудий труда и некоторыми элементами культуры. Но самое главное – они имели мозг, размер которого был больше, чем у *homo sapiens*. Как мы знаем, мозг предназначен не только для разумной деятельности, но и для управления телом человека, поэтому такое увеличение размера мозга давало значительные ресурсы для мыслительной деятельности. Учитывая ту целеустремленность, с которой рос мозг разумных существ в течение трех миллионов лет, крайне невероятно, что это произошло случайно.

Можно задать вопрос: почему все же культура неандертальцев была менее развита, чем у кроманьонцев? Видимо, ответ заключается в том, что примерно 74 тыс. лет назад неандертальцы пережили резкое сокращение численности (бутылочное горлышко), которое связывают с извержением вулкана Тоба на Суматре²¹¹.

Но если неандертальцы к этому времени владели речью, то это означает, что она появилась до того, как пути человека и неандертальцев разошлись. Очень маловероятно, что такой феномен, как речь и мышление возникли независимо у двух разных популяций. А это означает, что первичный толчок к возникновению речи и мышления произошел не позже чем 350 тыс. лет назад. Поэтому вероятность реализации гипотез 2 и 4, а также их совместного действия достаточно велика.

Отметим также, что численность человечества в формуле фон Форстера (1.1) должна относиться не только к *homo sapiens*, а ко всем его ветвям, включая неандертальцев, денисовских людей и т.д. Вполне возможно, что в то время на Земле существовали и другие ветви потомков *homo erectus*, которые не оставили значимых следов в генофонде современного человечества, но вносили вклад в его знание.

Тем не менее гипотеза о бутылочных горлышках как причине задержки в формировании мышления человека выглядит достаточно правдоподобной.

6.5. Хронология развития человечества и перехода к мышлению

Рассмотренные выше изменения функций мозга предков человека желательно соотносить с хронологией соответствующих археологических находок. С этой целью вначале отразим в виде табл. 6.2 то наиболее существенное, что характеризует данные изменения.

Таблица 6.2. Хронология археологических находок человекообразных

Дата находки (Т), тыс. лет до н.э., объем мозга (Q), см ³ , место	Находки, характеристики
Т = 4500...4300 Q = 300...370 Эфиопия ^{212, 213, 214}	<i>Ardipithecus ramidus</i> . Часть скелета и черепа «Арди», кости других индивидов. Всеядность, прямохождение, рука человеческого типа, уменьшенные клыки (рис. 6.5)

²¹¹ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 296.

²¹² Арди (ардипитек). – Википедия, 2015. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

²¹³ Марков А. В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 72.

²¹⁴ White *et al.* *Ardipithecus ramidus* and the Paleobiology of Early Hominids. *Science*, 02.10.2009.

Дата находки (Т), тыс. лет до н.э., объем мозга (Q), см ³ , место	Находки, характеристики
Т = 3700...3000 Q = 387...550 Эфиопия ^{215, 216, 217}	<i>Australopithecus afarensis</i> . Скелет «Люси», кости других индивидов. Прямохождение, есть черты человека и обезьяны. Косвенное свидетельство использования орудий
Т = 3500...3300 Кения ^{218, 219, 220}	<i>Kenyanthropus platyops</i> . Район Ломекви возле озера Туркана. Найден деформированный череп, челюсть и зубы
Т = 3500...3200 Кения ²²¹	Район Ломекви возле озера Туркана, 2011 год. Найлены самые древние из известных человечеству орудий труда – около 20 пластин и «наковальни»
Т = 3300...2100 Q = 428...625 Южная Африка ^{222, 223}	<i>Australopithecus africanus</i> . Череп «мисс Плес» найден в гроте Стеркфонтейн. Имеет сходство с австралопитеком афарским, но размер мозга крупнее. Найден в известняковых пещерах «колыбель человечества».
Т = 2400...1600 Q = 500...800 Танзания ²²⁴	<i>Homo habilis</i> (человек умелый). Олдувайское ущелье. Рост размера мозга. Более приспособлена для прямохождения нога. Таз адаптирован для рождения крупноголового детей. Уменьшены зубы. Кисть приспособлена к труду. Орудия из гальки олдувайского типа (чопперы, отщепы, чешуйчатая галька). Включение в рацион мяса
Т = 1900...1500 Q = 600...910 Африка ²²⁵	<i>Homo ergaster</i> (человек работающий). Рассматривается как промежуточное звено между <i>homo habilis</i> и <i>homo erectus</i> ²²⁶ . Первая находка – челюсть (Кения – Кооби Форн), затем скелет «мальчик из Турканы»; есть находки в Италии. Высокий рост – до 1,8 м. Найлены различные орудия, в том числе более эффективные обоюдоострые рубила
Т = 1750 Q = 600...775 Грузия ^{227, 228, 229}	<i>Homo georgicus</i> . Дмансия. Заселение Евразии. Череп старого человека и еще четыре скелета. Забота о стариках. Черты Хабилиса и Эректуса. Кости крупных животных. Примитивные каменные орудия олдувайского типа

²¹⁵ Люси (австралопитек). – Википедия, 2015. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

²¹⁶ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 106.

²¹⁷ Робертс Э. Эволюция. Происхождение человека. – М., 2011. – С. 79.

²¹⁸ Leakey, M. G., et al (2001). New hominin genus from eastern Africa shows diverse middle Pliocene lineages, *Nature*, Volume 410, p. 433–440.

²¹⁹ Робертс Э. Эволюция. Происхождение человека. – М., 2011. – С. 75.

²²⁰ Яковенко Л.В. Новая ветвь в генеалогическом древе человека, 2015 (По материалам *Nature*, 2001, V. 410) <http://bio.1september.ru/article.php?ID=200102206>

²²¹ M. Balter. World's oldest stone tools discovered in Kenya. *Science*, DOI: 10.1126/science.aab2487. 14 April 2015. <http://news.sciencemag.org/africa/2015/04/world-s-oldest-stone-tools-discovered-kenya>

²²² Австралопитек африканский. – Википедия, 2015. https://ru.wikipedia.org/wiki/Australopithecus_africanus

²²³ Робертс Э. Эволюция. Происхождение человека. – М., 2011. – С. 88, 89.

²²⁴ Человек умелый. – Википедия, 2015. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

²²⁵ Робертс Э. Эволюция. Происхождение человека. – М., 2011. – С. 116.

²²⁶ Марков А. В. Происхождение и эволюция человека: Докл. в Ин-те биологии развития РАН 19 марта 2009 г.

²²⁷ Дмансийский гоминид. – Википедия, 2015. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

²²⁸ Робертс Э. Эволюция. Происхождение человека. – М., 2011. – С. 110.

²²⁹ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 176.

Дата находки (Т), тыс. лет до н.э., объем мозга (Q), см ³ , место	Находки, характеристики
Т = 1800...50 Q = 750...1300 Танзания ^{230, 231}	<i>Homo erectus</i> (человек прямоходящий). Увеличение потребления мяса. Навыки охоты и разделки туш каменными орудиями. Уменьшение зубов. Олдувайское ущелье – обгорелые кремниевые орудия и куски обожженной глины. Предположительно готовили пищу на огне, разделение труда. Освоил Евразию около 1,3 млн лет назад
Т = 1200...500 Q = 1000 Испания ²³²	<i>Homo antecessor</i> . Пещера Сима-дель-Элефанте. Нижняя челюсть. Примитивные каменные орудия, расколотые кости. Умелые охотники на крупных зверей, каннибалы
790...750 Израиль ^{233, 234}	<i>Homo heidelbergensis</i> . Стоянка Гешер Бенот Иаков. Древний очаг. Пища: мясо (слоны, парнокопытные, собачьи), орехи, злаки, фрукты, моллюски, крабы, рыба (до 1 м). Орудия: бифасы, отщепы, палки (в том числе шлифованные), скребки, наковальни и молотки для орехов. Разнообразное питание, производство орудий труда, обработка их огнем, социум, разделение пространства для разных видов работ. Скорее всего был прообраз речи
Т = 800...200 Q = 1100...1400 Германия ²³⁵	<i>Homo heidelbergensis</i> . Близ г. Гейдельберга найдена челюсть с крупными зубами и кости древних животных: слона, носорога, бизона, лошади, льва; каменные орудия шеельского типа. Видимо, умелые охотники, копья с каменными наконечниками
Т = 800...200 Q = 1100...1400 Германия ²³⁶	<i>Homo heidelbergensis</i> . Шенинген. Копья из стволов молодых елей, острые концы обожжены. Заселение Старого Света потребовало более активного использования огня, строения жилищ, новых орудий
Т = 325 Армения ^{237, 238}	Нор Гехи 1. Найдено большое количество каменных орудий бифасной и левалузской техники зафиксированных между слоями лавы. Свидетельство того, что <i>изобретение</i> техники Леваллуа произошло независимо в разных популяциях
Т = 350...28 Q = 1200...1750 Европа ²³⁹	<i>Homo neanderthalensis</i> . Найдено несколько полных скелетов и фрагменты более 270 особей, а также орудия, изготовленные по развитой левалузской технологии: рубило, скребло-нож, отбойник, шило, нуклеус. Найдены следы очагов. Есть свидетельства ухода неандертальцев за стариками и ранеными. Ареал обитания: Европа и Центральная Азия

²³⁰ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 160, 164.

²³¹ Робертс Э. Эволюция. Происхождение человека. – М., 2011. – С. 124, 168.

²³² Там же. С. 207.

²³³ Alperson-Afil N., Sharon G., Kislev M., et. al. Spatial Organization of Hominin Activities at Gesher Benot Ya'aqov, Israel, Science. 2009. V. 326. P. 1677. DOI: 10.1126/science.1180695.

²³⁴ Неймарк Е. Предки Homo sapiens разумно разграничивали жилое пространство. 2015. <http://elementy.ru/news/431226>

²³⁵ Робертс Э. Эволюция. Происхождение человека. – М., 2011. С. 218.

²³⁶ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 218.

²³⁷ Adler D., S., Gasparian B. et al. Early Levallois technology and the Lower to Middle Paleolithic transition in the Southern Caucasus. Science Vol. 345 no. 6204 pp. 1609-1613. DOI: 10.1126/science.1256484. September 2014. <http://www.sciencemag.org/content/345/6204/1609.abstract?sid=2b05ef73-3259-427a-9a1c-437b4b910276>

²³⁸ Находки Каменного века в Армении привели к удивительным выводам. Новости Армении. 2015. <http://news.am/rus/news/231032.html>

²³⁹ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. С. 317.

Дата находки (Т), тыс. лет до н.э., объем мозга (Q), см ³ , место	Находки, характеристики
Т = 195±5 Q = 1300 Эфиопия ²⁴⁰	<i>Homo sapience</i> (с некоторыми чертами неандертальцев). Пос. Кибиш, р. Омо. Два черепа, другие кости. Кости млекопитающих, птиц, рыб. Орудия: бифасы средней сложности
Т = 200...160 Восточная Африка ²⁴¹	<i>Homo sapience</i> . Митохондриальная Ева. I волна исхода из Африки 115–135 тыс. лет назад. II волна исхода из Африки 85–90 тыс. лет назад ²⁴²
Т = 127±16 Аравийский полуостров ²⁴³	<i>Homo sapience</i> . Грот Джебель Файя, слой С. Достаточно развитые орудия, в том числе левалузская технология. Считается, что далее двинулись в Азию и Австралию
Т = 115 Южная Африка ²⁴⁴	<i>Homo sapience</i> . Пещеры на реке Klasies. Свидетельства того, что люди были способны мыслить символами и говорить
Т = 120...80 Передняя Азия ²⁴⁵	Пещеры на севере Израиля (Схул, Табун, Кафзех). Чередование слоев с остатками неандертальцев и <i>homo sapience</i>
Т = 71...72 Южная Африка	Культура Still Bay, пещера Бломс. Тонко обработанные наконечники копий, костяные остроконечники, камни и кости с геометрическими узорами, ожерелья из ракушек. Культура отмечена в разных местах Африки и затем исчезла
Т = 65...60 Южная Африка	Культура Howieson`s Poort. Орудия, аналогичные Still Bay. Найдены костяные наконечники стрел. Культура существовала в разных местах Южной Африки и затем исчезла
Т = 40 (48) Австралия ²⁴⁶	Озеро Манго, Новый Южный Уэльс. Захоронения мужчины и женщины. Мужчина покрыт красной охрой, женщина кремирована. Среднепалеолитический уровень. С тех пор это население Австралии было в изоляции
Т = 42 Россия	Воронежская обл., стоянки Костенки. Верхнепалеолитические изделия. Просверленные раковины (видимо, с черноморского побережья – 500 км), ожерелья, изделия из кости. Жилища из костей мамонта. Кости крупных животных
Т = 40...30 Q = 1300...1440 Франция ²⁴⁷	<i>Кроманьонцы</i> . Грот Кро-Маньон. Пять скелетов. Сложные жилища, одежда из шкур животных, охота, рыбная ловля, собирательство. Постройка жилищ, одежда из шкур. Орудия труда и охоты (наконечники копий, ножи, скребки, свёрла, долота, гарпуны, иглы, копьёметалка, лук, сети и др.). Материалы: камень, кость, дерево, бивень, рог. Наскальная живопись, скульптура (в том числе из обожженной глины), резьба по кости, украшения и др. Животное – собака. Начало формирования родовых общин

²⁴⁰ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. С. 222.

²⁴¹ Там же. С. 228.

²⁴² Марков А.В. Происхождение и эволюция человека: Докл. в Ин-те биологии развития РАН 19 марта 2009 г. http://evolbiol.ru/markov_anthropogenes.htm

²⁴³ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 344.

²⁴⁴ Цит. по: Черниговская Т.В. От коммуникационных сигналов к языку и мышлению человека: эволюция или революция?//Росс. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2008. – С. 9.

²⁴⁵ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 323, 225.

²⁴⁶ Там же. С. 350.

²⁴⁷ Биология// Совр. илл. [энцикл.](#) Гл. ред. А.П. Горкин. – М., 2006.

Дата находки (Т), тыс. лет до н.э., объем мозга (Q), см ³ , место	Находки, характеристики
Т = 40±4 Германия ²⁴⁸	Пещера Холе-Фельс. Начало эпохи Ориньяк. Женская статуэтка из мамонтовой кости. Флейты из костей и бивня мамонта (восемь изд.). Широкое распространение развитой культуры
Т=37...42 Румыния	В Румынии в 2002 г. обнаружили челюсть человека (образец Oase 1), в ДНК которого от 6 до 11% генома происходит от неандертальцев ^{249, 250}
Т = 33...19 Франция ²⁵¹	Пещера Ориньяк. Кроманьонская внешность. Развитые орудия, кремниевые пластины, костяные наконечники копий. Изобразительное искусство. Древнейшие лунные календари и изображения созвездий. Наборы знаков на костях и рогах животных, на мелких кусках камня, а иногда и на стенах пещер в виде наборов полумесяцев или линий. Флейты. Долговременные жилища. Охота на мамонта, дикую лошадь, северного оленя, шерстистого носорога
Т = 30...25 Россия ²⁵²	Стоянка Сунгирь (г. Владимир). Хорошо сохранившиеся скелеты мужчины и двух подростков. Дротики и копья (до 2,4 м) из выпрямленного бивня мамонта, кремниевые орудия. Бусинки из кости мамонта (около 10 тыс. шт.) с отверстиями. Три диска с отверстиями в виде лепестков (восемь и десять по кругу и один в центре), жезлы. Фигурка лошади (сайги) с точечным узором (свидетельство навыков счета: две линии по двадцать точек и две по пять) ²⁵³

Согласно данным, приведенным в табл. 6.2, стартовой позицией для развития человечества является *ardipithecus ramidus*²⁵⁴, который жил примерно 4,4 млн лет назад и имел уже достаточно человекообразный вид, как следует из рис. 6.5, однако размер его мозга был даже меньше, чем у современных развитых обезьян – $Q \approx 350 \text{ см}^2$.

Далее развитие происходило прежде всего в направлении роста объема мозга и у *australopithecus africanus*, который появился примерно 3,3 млн лет назад, он составил $Q \approx 550 \text{ см}^2$, что на 65% больше, чем у *ardipithecus ramidus*. Поскольку значительная часть мозга обеспечивает управление телом живого существа, такой прирост объема увеличивает ресурсы мозга для выполнения функций разума в несколько раз.



Рис. 6.5. *Ardipithecus ramidus*

²⁴⁸ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С 364.

²⁴⁹ Qiaomei F., et al, An early modern human from Romania with a recent Neanderthal ancestor. Nature, 2015, doi:10.1038/nature14558 <http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature14558.html>

²⁵⁰ В геноме румынского предка современного человека обнаружено около 10% генов неандертальца. Вести. 2015. <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2633186>

²⁵¹ Ориньякская культура. – Википедия, 2015. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

²⁵² Сунгирь. – Википедия, 2015. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%F3%ED%E3%E8%F0%FC>

²⁵³ Стоянка Сунгирь. http://rozamira.ucoz.ru/publ/transfizicheskoe_poznanie/istorija/stojanka_sungir/21-1-0-856

²⁵⁴ White et al. *Ardipithecus ramidus* and the Paleobiology of Early Hominids. *Science*, 02.10.2009.

Таким образом, можно считать, что первые предки человека, существенно продвинувшиеся в развитии разума, возникли примерно 3,3 млн лет назад.

Вторым важным проявлением разумности стало использование примитивных орудий труда. До последнего времени считалось, что изготавливать орудия труда стал впервые «человек умелый» (*homo habilis*), который появился примерно 2,4 млн лет назад и имел объем мозга почти вдвое больше, чем *ardipithecus ramidus*. Однако в 2011 году в Кении были найдены каменные орудия труда, которые были изготовлены около 3,3 млн лет назад (см. табл. 6.2).

Эти два проявления (значительный рост размеров мозга и навыки владения орудиями труда) можно считать критериями возникновения первых разумных существ в диапазоне 3,3–2,4 млн лет назад, что значительно раньше, чем мы приняли первоначально. Изменение объема мозга у предков человека в течение всей истории показано на рис. 6.6.

На рис. 6.6 указана начальная дата (Т) существования различных типов гоминов в млн лет до н.э. и объем мозга в литрах. Видно, что размер мозга рос довольно монотонно. Однако следует помнить, что это достаточно редкие находки, а различия в размерах мозга даже современного человека могут отличаться более чем в два раза.

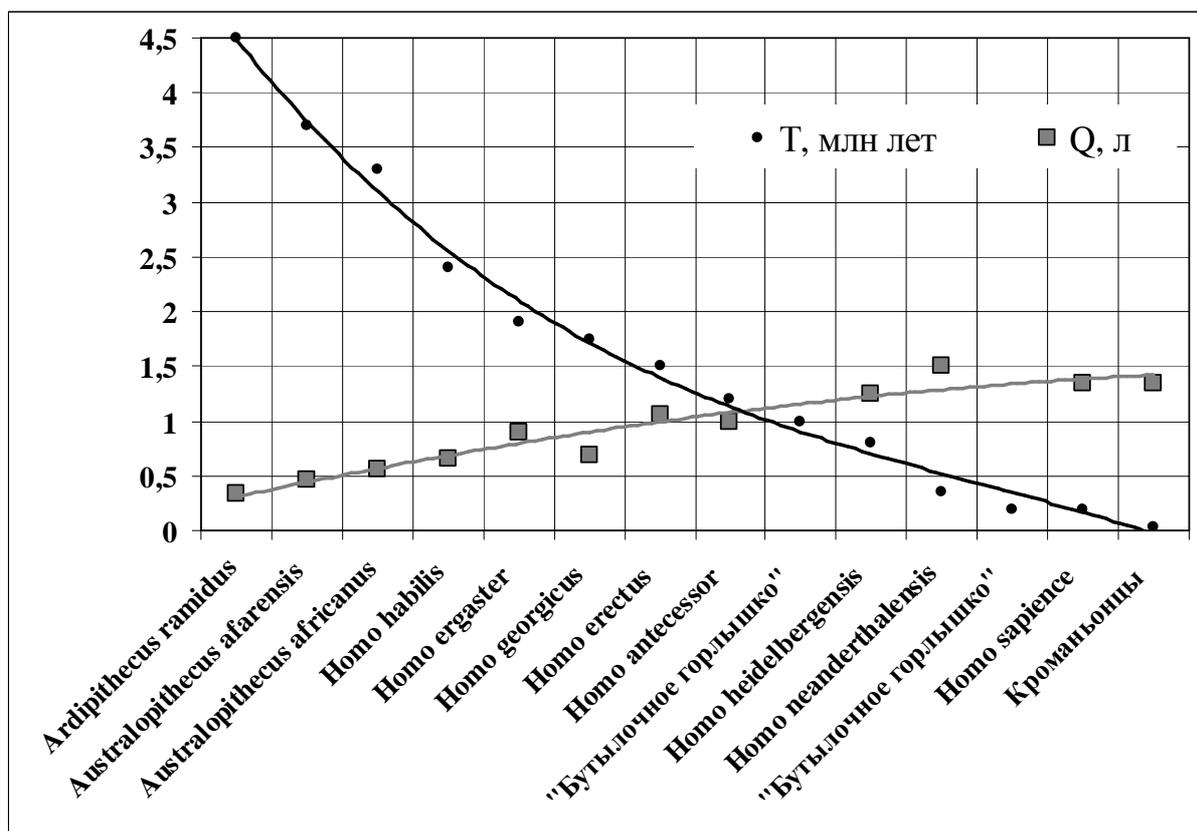


Рис. 6.6. Динамика изменения объема мозга предков человека

У *homo erectus*, который появился около 1,8 млн лет назад, объем мозга составляет $Q \approx 1000 \text{ см}^3$, т.е. не намного меньше, чем у современного человека. Нужно отметить, что эректусы весьма преуспели по уровню развития разума, а мышления: использовали различные орудия из камня для охоты и разделки туш, а также, видимо, огонь и деление труда. Около 1,3 млн лет назад они распространились по всей Евразии, в частности в Грузию, Китай и Индонезию.

Можно предположить по уровню их развития, что у них появились зачатки речи, а возможно, и внутренней речи. Сравнивая с уровнем развития других найденных представителей человекообразных в диапазоне ± 700 тыс. лет, можно говорить об экстремуме развития. Если соотнести современные данные о уровне развития *homo erectus* с заложенным в формулу (5.2) значением $Z_0 = 20$ у.к., то, видимо, эта величина занижена и реально в тот период она была выше. Вызывает сомнение также значение числа человекообразных в указанный период согласно формуле Форстера ($N \approx 120\ 000$), поскольку жили они уже не только в Африке, но и в Евразии.

Далее почти на 700 тыс. лет наблюдается определенное замедление в развитии человекообразных, хотя не исключено, что артефакты более развитых предков человека еще будут обнаружены. Однако известно, что около 1 млн лет назад наши предки прошли через бутылочное горлышко и, видимо, потеряли значительную долю своего знания, которое к этому времени должно было составлять около 50 у.к.

Следующий пик разумного поведения человекообразных фиксируется около 770 тыс. лет назад, когда появился *homo heidelbergensis* с объемом мозга $Q \approx 1000 \dots 1400$ см², что больше, чем у *homo erectus*. Численность популяции, согласно формуле Форстера, составляла около 300 000 чел., а объем знаний $Z \approx 70$ у.к. Этот предок человека использовал разнообразные орудия, включая копья, бифасы, отщепы, палки (в том числе шлифованные), скребки, наковальни и молотки для орехов. Он весьма разнообразно питался: мясо (парнокопытные, слоны, собачьи), орехи, злаки, фрукты, моллюски, крабы, рыба.

Характерно наличие социума, разделение пространства для разных видов работ, организация производства орудий труда, в том числе обработка их огнем. Гейдельбергский человек распространился в Европу, а значит, достаточно хорошо владел огнем, умел делать жилища и одежду. Судя по уровню его деятельности, можно предположить, что он имел прообраз речи и владел зачатками мышления.

Примерно 350 тыс. лет назад (500 ± 200)²⁵⁵ произошло разделение эволюционных линий *homo sapiens* и *homo neanderthalensis*. Неандертальцы приспособились жить в холодном климате Европы, а затем заселили центральную Азию. Их размер мозга стал больше, чем у *homo sapiens*. Они изготавливали разнообразные орудия, использовали очаг, сохраняли в своем сообществе стариков и раненых и достаточно успешно лечили их. Считается, что неандертальцы наверняка обладали членораздельной речью²⁵⁶.

Примерно 150–200 тыс. лет назад африканская популяция *homo sapiens* прошла через второе бутылочное горлышко. Судя по уровню сложности их орудий труда после этого, значительная часть знания популяции была потеряна, хотя, возможно, сохранилась в других популяциях.

В то же время именно это привело к появлению вида *homo sapiens*, который затем развился в современное человечество. Через относительно короткий для возникновения разума период (порядка 50 000 лет) эта популяция стала заселять другие континенты, что свидетельствует о высоком потенциале развития, видимо, в связи с сохранением навыков речи и мышления.

Еще один пик развития человека фиксируется в археологических находках примерно 40 тыс. лет назад с появлением кроманьонцев, стоянки которых найдены в разных регионах мира. Они использовали сложные кремниевые, костяные и деревянные ору-

²⁵⁵ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 218.

²⁵⁶ Там же. С. 313.

дия труда и охоты (копья, ножи, скребки, свёрла, долота, гарпуны, иглы, копьёметалки, луки, сети и др.), строили жилища и имели одежду из шкур. Началось формирование родовых общин, широко распространена развитая культура: наскальная живопись, украшения, скульптуры, флейты, древнейшие календари и т.д. Вне всякого сомнения, они имели достаточно развитый язык и мышление.

Так, среди находок на стоянке Сунгирь возле города Владимир (28–20 тыс. лет назад) найдены многочисленные изделия из бивня мамонта (копья, дротики, украшения). Одежда трех погребенных была украшена примерно 10 тыс. бусинок из кости мамонта, что свидетельствует об умении делать отверстия и организовывать труд многих людей. Другие находки, в частности фигурка лошади (сайги)²⁵⁷, свидетельствуют о навыках счета (рис. 6.7): фигурка украшена двумя рядами точек по 20 в линию и двумя по 5 в линию.



Рис. 6.7. Фигурка лошади (сайги) со стоянки Сунгирь, 25 тыс. лет назад

И хотя человечеству еще предстояло пройти длинный путь своего развития, включая неолитическую революцию, создание производящего хозяйства и письменности, основное свое изобретение оно уже совершило – сформировало язык и мышление.

Но путь к такому результату был достаточно сложный, он дважды прерывался бутылочными горлышками и снова возобновлялся. Потери развития в первом бутылочном горлышке были отчасти компенсированы тем, что основным приобретением человека к этому времени был генетический рост объема мозга и способностей действовать руками и, возможно, общаться с помощью звуков.

К периоду второго бутылочного горлышка человек уже, видимо, умел пользоваться речью и внутренней речью, а также были параллельные популяции, которые могли сохранить и затем передать часть общего знания пралюдей.

Динамика роста числа людей была не столь монотонной, как следует из формулы Форстера (1.1), поскольку прерывалась бутылочными горлышками, но после относительно коротких спадов численность снова возрастала, так как сохранялся уровень развития. Таким образом, к формуле Форстера следует относиться как к выражению порядка величины, от которой были локальные отклонения, особенно в начальный период развития человечества, когда его устойчивость к различным катаклизмам была невысока.

Проведенный анализ также показывает, что за начало истории людей следует принять дату ранее 1,6 млн лет до н.э., как предложено С.П. Капицей, поскольку эта дата близка к локальному максимуму развития пралюдей (появление *homo erectus*) и уже

²⁵⁷ Стоянка Сунгирь. http://rozamira.ucoz.ru/publ/transfizicheskoe_poznanie/istorija/stojanka_sungir/21-1-0-856

близкому к homo sapiens объему мозга. Видимо, за начало следует брать дату значительного выросшего, по сравнению с исходным видом, объема мозга и овладения орудиями труда $T \approx 2,8$ млн лет до н.э. или даже раньше.

6.6. Технологические революции прошлого

Выше мы рассматривали закономерности следования технологических революций, в основном начиная с «новой эры». Вместе с тем в главе 1 мы отметили, что ряд авторов продолжают последовательность технологических революций в прошлое начиная с зарождения человечества (С.П. Капица, см. табл. 1.1) и даже ранее (А.Д. Панов, см. рис. 1.2). Полученные нами в главе 4 формулы для дат технологических революций (4.1) и их предвестников (4.2), а также вывод о знаниевой природе технологических революций позволяют по-новому рассмотреть периодичность ключевых событий прошлого. Их хронология представлена в табл. 6.3 в соответствии с работами С.П. Капицы и других авторов^{258, 259, 260}. В некоторых строках ключевые достижения практически отсутствуют, и в них указаны события, связанные со взаимодействием человека и неандертальцев.

В табл. 6.3 даны также оценочные значения количества людей, объема накопленного знания, в соответствии с выражениями (1.1), (5.1), а также примерного числа профессий²⁶¹ – N_p (5.3).

Можно заметить, что начиная с неолитической революции и появления производящего хозяйства все технологические революции, которые прогнозируются с помощью формулы (4.1) (включая предвестников, которые здесь не приведены), следуют достаточно закономерно. В предыдущий же период значительные прорывные события следуют скорее через одну революцию.

Таблица 6.3. Знания и этапы развития человечества

Год	Технологическая революция (эпоха) или ключевые события	N, млн	Z, тыс. у.к.	N_p
-2 840 000	Начало истории человечества. Быстро выросший размер мозга – $Q \approx 600 \text{ см}^2$, использование простейших орудий труда			
-1 420 000	Homo erectus, $Q=900 \text{ см}^2$. I пик развития: использование орудий и огня, заселение Евразии; признаки разумного поведения	0,14	0,03	1
-710 000	Homo heidelbergensis, $Q=1000-1400 \text{ см}^2$. II пик развития: копье, очаг, социум, заселение Евразии; зачатки мышления и речи	0,3	0,07	3
-354 000	Возникновение нескольких разумных рас (отделение от неандертальцев), возможно, возникновение речи и мышления	0,6	0,17	6
-176 000	Homo sapiens, $Q=1300 \text{ см}^2$. Бутылочное горлышко 2. Речь, овладение огнем	1,2	0,4	12

²⁵⁸ Марков А.В. Эволюция человека. Обезьяны, кости, гены. – М., 2013. – С. 464.

²⁵⁹ Всемирная история. Библиотека Гумер. http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/History/vsem_ist/01.php

²⁶⁰ Робертс Э. Эволюция. Происхождение человека. – М., 2011.

²⁶¹ Анисимов В.А. О законе возрастания сложности эволюционирующих систем, или Что день грядущий нам готовит. – 2006. <http://www.yugzone.ru/articles/438>

Год	Технологическая революция (эпоха) или ключевые события	N, млн	Z, тыс. у.к.	N _p
-87 000	Успешная волна расселения homo sapience. Контакты с неандертальцами	2,3	1,0	22
-42 500	Кроманьонцы. Пик развития: язык, мышление, культура, общины, очаг	4,5	2,3	45
-20 200	Доминирование homo sapience (исчезновение неандертальцев). Изделия из кости	9	5,5	90
-9 100	Производящее хозяйство, поселения	18	13	180
-3 550	Письмо, бронза, рабство, мореплавание	36	31	359
-760	Железный век, осевое время, наука	72	74	718
630	Феодальная революция	143	176	1 434
1 326	Ремесленная революция	286	417	2 861
1 674	Классическая наука	570	987	5 698
1 848	Промышленная революция	1 130	2 323	11 299
1 939	Научно-техническая революция	2 333	6 240	23 330
1 990	Кибернетическая революция	5 240	13 500	52 400
2 026	Биотехнологическая революция	7 970	29 200	79 700

Основные результаты главы 6

Знание человечества несколько раз за время истории терялось за счет «бутылочных горлышек». Таким образом, формула Форстера на начальном этапе развития человечества является выражением порядка величины, от которой были локальные отклонения.

Частичное сохранение знания при прохождении бутылочных горлышек могли обеспечить: речь как социально сохраняемый пакет знаний и навыков мышления, примитивные виды памяти и др.

Одной из важных возможностей развития и сохранения знания человечества является участие в этом процессе других ветвей разумных существ, не сохранившихся до настоящего времени, например неандертальцев.

Зачатки речи и мышления, вероятно, возникли у homo sapience и homo neanderthalensis до их разделения на два вида, т.е. примерно 350 тыс. лет назад.

За дату начала развития человечества целесообразно выбрать 2 840 000 год до н.э., соответствующий значительному росту размеров мозга и началу использования орудий.

Существует общая хронологическая закономерность следования революций на протяжении всей истории, но на начальных этапах развития достоверные проявления существенных сдвигов в развитии разума и мышления следуют реже, чем после неолитической революции.

Пики развития пралюдей и их распространения по планете Земля приближенно соответствуют хронологии технологических революций.