

ОТ КАМЕННОГО ТОПОРА

ДО
ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА

ИЛЬЯ ЛЕЙН



Илья Лейн

От каменного топора до искусственного интеллекта

<https://litres.ru/74340029>

SelfPub; 2026

Аннотация

Вся история цивилизации может оказаться длинным ответом на один животный вопрос: как выжить? Эта книга проводит дерзкую линию от пищи, огня и каменных орудий через земледелие, письмо, науку, государства и революции к нейросетям. Ее главный замысел шире обычной истории технологий: инструменты, институты, религии и даже сознание рассматриваются как способы превращать неопределенность в порядок. А в финале возникает парадокс нашей эпохи. Когда ИИ помогает освободить человека от части борьбы за выживание, разум впервые остается наедине с вопросом, ради чего вообще существовать. Редкая книга, где Хабер-Бощ, Афины, Дарвин, дофамин и большие языковые модели оказываются звеньями одной философской цепи.

Содержание

Предисловие	11
0.1 Выживание: истоки человеческой цивилизации	16
0.1.1 Отправной точкой всех цивилизаций является простой вопрос.	16
0.1.2 От биологических инстинктов до эпохи искусственного интеллекта : всепроникающая и преобразующая логика выживания.	18
0.1.3 Руководство по структуре книги: Четырехмерный путь к выживанию	21
Глава 1 , «Как добывать пищу», посвящена наиболее фундаментальной материальной основе выживания человека. От собирательства и охоты до одомашнивания в сельском хозяйстве и скотоводстве, от традиционного земледелия до индустриализированной системы производства продуктов питания, добыча пищи человеком прошла четыре фундаментальных этапа. Эта эволюция — не случайный технологический сдвиг, а непрерывный ответ на один и тот же вопрос: как прокормить постоянно растущее население в ограниченных природных условиях .	23

Индустриальная фиксация азота по методу Хабера-Боша представляет собой современную вершину этой логики — впервые люди смогли «делать хлеб из воздуха», полностью избежав участи мальтузианской (1798) ловушки.

Глава 4 , «Психическое сознание как инструмент выживания», углубляется в ментальное измерение реакции человечества на вызовы выживания, сохраняя при этом перспективу, полностью соответствующую предыдущим трем измерениям. Эта глава начинается с представления «пятислойной модели сознания» — пятиэтапного скачка от реакции на стресс на уровне отдельных клеток до человеческого мышления и сознания: утверждается, что сознание — это не таинственная сущность, а скорее функция обработки информации, которую нервная система развивала шаг за шагом в течение 3,8 миллиардов лет под давлением выживания. Первые четыре слоя (бессознательное, подсознательное, подсознательное и сверхсознательное) — это базовое сознание выживания, общее для людей и животных; пятый слой, «мышление и сознание», — это более высокий уровень сознания выживания, уникальный для человека,

преобразующий неопределенность в уверенность посредством абстрактного мышления.

Основываясь на этом, эта глава пересказывает всю историю мышления, используя концепцию «выживание, а не истина»: примитивные верования (анимизм, шаманизм) — это когнитивные инструменты выживания перед лицом неконтролируемой природы; Философии осевого века (конфуцианство, даосизм, буддизм, греческая философия, монотеизм) представляют собой «оптимальные объяснения» дилемм выживания соответствующих цивилизаций; переход от религии к философии и науке — это не «постепенное приближение к истине», а «постепенное повышение точности достоверности». Основная логика всех духовных поисков одна и та же: превратить неопределенность в достоверность, чтобы душа могла обрести покой.

0.1.4 Китайская точка зрения и приглашение 25

0.1.5 Пояснение теоретических примечаний в этой книге. 29

Глава 1. Происхождение выживания: эволюция способов добычи пищи человеком и основы выживания. 31

1.1 Эпоха охотников-собираателей: 33

примитивная стратегия выживания,
основанная на пассивной зависимости от
природы (приблизительно от 2 миллионов до
10 000 лет назад).

1.1.1 Великая рифтовая долина Восточной
Африки (Лики, 1965) : Происхождение
человека и самые ранние способы добычи
пищи. 33

1.1.2 Глобальная диверсификация:
стратегии адаптации к изменению рациона
питания в условиях миграции человека на
континенты 36

1.1.3 Пределы выживания: нишевая
семейная археология и тревога по поводу
еды в небольших родственных группах. 44

1.1.4 Урок неандертальцев: методы добычи
пищи определяют судьбу группы. 46

1.2 Эпоха одомашнивания в сельском
хозяйстве и животноводстве: революция
выживания в активном производстве
продуктов питания (приблизительно от 10
000 до 5 000 лет назад) 51

1.2.1 Пример Бар -Йосефа (1998):
Как изменение климата вынуждает
людей переходить от собирательства к
производству. 51

1.2.2 Прорывы в Плодородном полумесяце (Брейдвуд, 1975): одомашнивание пшеницы и ячменя.	54
1.2.3 Независимое происхождение на Востоке : одомашнивание риса в бассейне реки Янцзы (Чжао Чжицзюнь , 2020) и земледелие проса в бассейне реки Хуанхэ (Чжао Чжицзюнь , 2020)	56
1.2.5 Издержки и выгоды оседлого образа жизни: от охоты до деревень.	61
1.3 Традиционная сельскохозяйственная эпоха: процветание благодаря интенсивному земледелию (примерно 5000 лет назад – XVIII век).	64
1.3.1 Интенсивное земледелие на Востоке: техническая система китайского изогнутого плуга, ирригационная система Дуцзяньянь (автор Цзя Сиси), водяное колесо из драконьей кости и «Основные методы для простых людей» (автор Цзя Сиси).	64
1.3.2 Европейская адаптация: трехпольная система, тяжелый плуг и ветряная мельница.	67
1.3.3 Ирригационные чудеса исламского мира	69
1.3.4 Колумбов обмен (Кросби,	71

1972): Глобальное влияние обмена сельскохозяйственными культурами между Старым и Новым Светом.

1.3.5 Тень голода: Ирландский голод (Сен, 1981) и Бенгальский голод 73

1.4 Эпоха индустриальной и современной цивилизации: гарантия выживания благодаря эффективному массовому производству (с XVIII века по настоящее время) 78

1.4.1 Процесс Хабера - Боша: как синтез аммиака коренным образом меняет систему снабжения человечества продовольствием. 78

1.4.2 Зелёная революция (Эвенсон, 2003) : Пшеничное чудо Нормана Борлауга 81

1.4.3 Восточный ответ: Юань Лунпин (Юань Лунпин, (1930-2021) – гибридный рис) 83

1.4.4 Механизация сельского хозяйства: от стальных плугов до комбайнов. 86

1.4.5 Современные вызовы: полемика вокруг ГМО (Европейский исследовательский совет, 2010) , движение за органическое земледелие (Карсон, 1962) и точное земледелие. 88

Глава 2. Когнитивные прорывы и научные 95

инструменты: технологическая поддержка для повышения эффективности выживания.

2.1 Эпоха охотников-собирателей: 99

инстинктивное восприятие и простые инструменты выживания (примерно 300 миллионов лет назад) — Примерно 12 000 лет назад)

2.1.1 Революция каменного века: от ольхового гравия до ашельских ручных топоров. 99

2.1.2 Контроль над огнём: от использования природного огня до разведения искусственного огня. 104

2.1.3 Большинство орудий труда и технологический застой неандертальцев 105

2.1.4 Происхождение языка: как совместная охота привела к символической коммуникации. 106

2.2 Эпоха одомашнивания 112

сельскохозяйственных и пастушеских животных : эмпирические знания и сельскохозяйственные орудия (примерно 12 000 лет назад) — (примерно 500 г. до н.э.)

2.2.1 Зарождение письменности: начало записи знаний 112

2.2.2 Геометрическая мудрость Древнего 115

Египта: разливы Нила дали начало
геодезии.

2.2.3 Вавилонская астрономия и 116
математика: шестидесятеричная система,
астрология и сельскохозяйственный
календарь.

2.2.4 Математические прорывы в Древней 117
Индии: концепция нуля, десятичная
система и сутра Сёхо.

Конец ознакомительного фрагмента. 119

Илья Лейн

От каменного топора до искусственного интеллекта

Предисловие

По мере того как волна искусственного интеллекта захлестывает мир, в обществе возникает всеобщая тревога. Живя в эту эпоху перемен, мы ясно чувствуем беспокойство в сердцах людей: бесчисленное множество людей опасаются, что их заменит ИИ, что их прежде стабильная жизнь будет нарушена технологическим прогрессом, и что их неуверенность в будущем будет расти с каждым днем.

Если взглянуть на долгую историю развития человечества, то от промышленной революции до наших дней прошло всего несколько сотен лет. Даже если проследить истоки до неолита, когда появились письменность и земледелие, десятки тысяч лет — это лишь мимолетный момент в миллионах лет эволюционной истории. За эти долгие годы люди постоянно расширяли границы выживания, используя мудрость и технологии, их население продолжало расти, а их след распространился по всему миру. Рост и расширение когда-то были бесспорными главными темами цивили-

зации. Но сегодня перед нами разительный контраст: материальные ресурсы беспрецедентно обильны, трудности выживания значительно уменьшились, однако глобальная рождаемость в целом снижается, желание размножаться продолжает уменьшаться, а развитие населения демонстрирует замедление или даже сокращение.

Стремительный технологический прогресс, растущая социальная тревожность и застой в росте населения — эти два противоречивых явления побуждают к глубоким размышлениям. Мы не можем не задаться вопросом: человечество выживало миллионы лет, всегда ставя во главу угла выживание, размножение и рост. Теперь, когда искусственный интеллект постепенно берет на себя выполнение основных задач, а еда, одежда, жилье и транспорт больше не являются обузой, почему мы вместо этого оказались в коллективном состоянии растерянности? Неужели конечная судьба углеродной жизни после сотен миллионов лет борьбы заключается просто в создании кремниевого интеллекта, а затем в собственной гибели? Это явно не истинный смысл жизни.

Сегодня искусственный интеллект проник во все аспекты управления обществом, экономической деятельности и личной жизни. Социологи, историки, философы и эксперты по технологиям ИИ высказывают свои мнения, обсуждая, как ИИ изменит мир. Однако относительно окончательного наступления эры ИИ и будущего пути человечества в академическом сообществе до сих пор существует множество

различных мнений и нет единого ответа. Весь мир окутан огромной неопределенностью.

Именно на этом фоне у меня возникла идея написать эту книгу — выйти за рамки традиционных взглядов, проследить истоки человеческой цивилизации и исследовать более глубокую логику, лежащую в основе дилемм нашего времени .

Проследивая два миллиона лет эволюции и цивилизации, выявляется устойчивая тема: выживание — это фундаментальная движущая сила, заложенная в самой основе углеродной жизни. От создания первого каменного орудия и одомашнивания первого урожая до создания социальных организаций и формирования духовных верований, все человеческие технологии, институты и культура изначально были разработаны для повышения способности к выживанию и обеспечения продолжения существования вида. На протяжении долгих лет дефицита и постоянных кризисов эта логика твердо определяла каждый выбор. Однако поворотный момент наступает сейчас, когда давление выживания полностью исчезло. Когда выживание больше не требует всех усилий, следует новый духовный кризис: тихо распространяется чувство нигилизма, и общественное счастье продолжает падать . Вопрос « Как выжить ?» больше не актуален ; « Зачем жить?» стал глубоким вопросом, с которым должен столкнуться каждый.

В конечном счете, все это тесно связано с лежащими в ос-

нове механизмами человеческого мозга. Рациональные способности, развившиеся в префронтальной коре, являются передовыми инструментами выживания, способными мыслить, вычислять и размышлять. Однако, когда инстинкт выживания перестает доминировать, рациональность запускает « обратный расчет » — она начинает исследовать врожденные биологические команды воспроизводства и продолжения рода, даже ставя под сомнение само существование. Это « генетическое предательство » рациональности является глубоко укоренившейся причиной многих современных социальных явлений.

Книга

Книга посвящена ключевой теме « от выживания к существованию » . С этой целью я интегрировал результаты исследований из эволюционной теории, нейробиологии и истории глобальных цивилизаций, представив и разработав аналитические модели, такие как « пятиуровневая модель сознания », когнитивная логика « выживания без поиска истины » и « генетическое предательство » рациональности , стремясь обеспечить систематический взгляд на эти современные дилеммы. От производства пищи и совершенствования инструментов до социальной организации и духовного сознания, я буду послойно анализировать полную картину системы выживания человека, изучая внутреннюю логику возникновения рации-

ональности и трансформации инстинкта. На основе этой основополагающей логики мы также сможем переосмыслить сущность кремниевого интеллекта, такого как искусственный интеллект, большие языковые модели и модели мира, и прояснить взаимосвязь между углеродной жизнью и кремниевыми технологиями.

Уинстон Черчилль : « Загляните как можно дальше в прошлое, в будущее ». Понимание миллионов лет борьбы человечества за выживание, наблюдение за взаимодействием разума и инстинкта, а также осмысление уникальных характеристик углеродной жизни и кремниевого интеллекта имеют решающее значение для рассеивания тумана нашего времени и разрешения нынешней растерянности. Эта книга не предлагает готовых ответов, а скорее открывает для вас совершенно новое измерение мышления. Пусть каждый читатель использует эту книгу, чтобы понять себя и свою эпоху, найдя более теплый и стабильный путь вперед в неопределенной волне искусственного интеллекта , путь, который принадлежит как углеродной жизни, так и каждому человеку.

Чжао Цзянь

9 августа 2025 г. , Шанхай

0.1 Выживание: истоки человеческой цивилизации

0.1.1 Отправной точкой всех цивилизаций является простой вопрос.

Примерно в 11 000 году до нашей эры собирательница , жившая в холмистой местности восточного Средиземноморья, присела на корточки перед зарослями дикого ячменя. Она заметила, что некоторые семена ячменя, упав на землю, проросли сами по себе следующей весной. Само по себе это открытие было незначительным — оно не изменило бы того, голодала ли она в тот день. Но именно эти бесчисленные мелкие наблюдения медленно накапливались на протяжении тысяч лет, в конечном итоге приведя человечество от пассивного поиска пищи к активному контролю над ее источниками. Джаред Даймонд (Харари, 2014) называет этот сдвиг «величайшей ошибкой в истории человечества» в книге «Ружья, микробы и сталь» — потому что он привел к увеличению рабочего времени , ухудшению питания и росту заболеваемости. Но Даймонд упускает из виду более фундаментальный аспект: этот сдвиг был не ошибкой, а неизбежным разворачиванием логики выживания в совершенно но-

вых условиях.

Первооткрывательница не осознавала, что участвует в цивилизационной революции; она просто хотела убедиться, что она и её народ не умрут от голода. Но именно эта самая основная мотивация — выживание — двигала каждым крупным технологическим прорывом, каждым социальным институтом и каждой формой духовной культуры в истории человечества. Переосмысление истории человеческой цивилизации с этой точки зрения выявляет неизменную нить: все, казалось бы, сложные исторические процессы в конечном итоге указывают на одну и ту же цель — как человечество, как вид, может лучше выжить на этой планете.

В 1943 году психолог Абрахам Маслоу в своей книге «Теория человеческой мотивации» предложил теорию иерархии потребностей, поместив физиологические потребности в основание пирамиды. Последующие исследования пересмотрели строгий иерархический порядок этой модели, выявив различия в приоритете потребностей в разных культурных контекстах. Однако даже самые радикальные критики не отрицают фундаментального факта: потребности выживания являются самым основным ограничением всей человеческой деятельности. Голодный желудок не может размышлять о философии, а обделенное общество не способно построить цивилизацию. Тем не менее, эта книга пытается доказать не только общепринятое утверждение о том, что «выживание — это отправная точка цивилизации», но и теоре-

тическую оценку актуальности этой проблемы в современную эпоху : 3,8 миллиарда лет истории выживания человечества достигли критической точки в эпоху искусственного интеллекта — когда технологические системы начинают брать на себя все функции, от которых зависит выживание человечества, вопрос «как жить» перестает быть актуальным; вопрос «зачем жить» становится главным вопросом, на который должен ответить весь человеческий вид .

0.1.2 От биологических инстинктов до эпохи искусственного интеллекта : всепроникающая и преобразующая логика выживания.

видов» Чарльз Дарвин раскрыл более фундаментальный аспект: выживание — это не только движущая сила человеческого поведения, но и главная сила, формирующая формы жизни. Признаки, способствующие выживанию и размножению индивида, сохраняются благодаря естественному отбору; накопленные за бесчисленные поколения, эти признаки составляют «инстинкты » вида — набор программ выживания, предварительно заложенных в нервной системе. От инстинктов самосохранения одноклеточных организмов до реакций страха и голода позвоночных и социальных инстинктов приматов, гены кодируют сложную систему вознагражде-

ния и наказания посредством нейрохимического языка (дофамин, кортизол, окситоцин), воспринимая «полезное для продолжения гена» как удовольствие, а «вредное для выживания гена» как боль.

Однако человечество проложило уникальный путь. Юваль Ноа Харари (2014) в книге « Sapiens : Краткая история человечества» предположил, что восхождение Homo sapiens на вершину пищевой цепи произошло не благодаря индивидуальным физиологическим преимуществам, а скорее благодаря их способности к гибкому , крупномасштабному сотрудничеству. Основой этой способности к сотрудничеству является уникально развитая система сознания человека — в частности , абстрактные рассуждения и символическое мышление, которыми наделена префронтальная кора. Опираясь на эту основу, в данной книге представлена и предложена дальнейшая «пятиуровневая модель сознания»: сознание — это не единичный психический феномен, а система обработки информации, которая постепенно развивается снизу вверх — от бессознательного, поддерживающего функции организма, к подсознанию, регулирующему физиологическое равновесие, к подсознанию , управляющему инстинктивными реакциями, к сверхсознанию, интегрирующему сенсорную информацию, и, наконец, к уникальному человеческому мышлению и сознанию. Возникновение каждого уровня является неизбежным результатом адаптации жизни к более сложной среде; В то же время продукт высшего

уровня, «сознания» — рациональность — открывает эволюционную ветвь, которую гены никогда не предвидели.

Абстрактная и рефлексивная природа рациональности по своей сути несет в себе потенциал для преодоления границ выживания. Когда система обладает способностью к самоанализу, она перестает ограничиваться вопросом «как выжить», а неизбежно начинает задавать вопрос «зачем выживать». В этой книге глубинный механизм этого самоанализа описывается как «обратное вычисление»: префронтальная кора вставляет временное окно вмешательства в генетически заданную схему «стимул-реакция», позволяя рациональности исследовать и переоценивать автоматические импульсы лимбической системы: не спрашивая: «Приносит ли мне этот импульс удовольствие или боль?» (генная модель), а скорее: «Соответствует ли этот выбор моим долгосрочным ценностям?» (рациональная модель). Каждое успешное обратное вычисление усиливает способность префронтальной коры подавлять генетические инструкции посредством нейропластичности; когда эта способность накапливается до определенной критической точки, рациональность завершает свою трансформацию из «инструмента генов» в «противника генов». Существование добровольных самоубийств, история религиозных аскетических движений и современный глобальный феномен «лежания на земле» — все это проявления этого предательства в различных условиях.

Эпоха искусственного интеллекта доводит эту логику

до беспрецедентных крайностей. Антрополог Лесли Уайт (1959) в своей работе «Эволюция культуры» предложил простую формулу : $P = E \times T$ (энергетический уровень культурного развития равен энергии , потребляемой на человека в год, умноженной на эффективность технологических средств энергопотребления). Согласно этой логике , ИИ является высшим усилителем эффективности энергопотребления — когда он сможет думать, работать и принимать решения за нас и даже превзойти человеческие творческие способности в определенных областях, ограничение материального дефицита, существовавшее на протяжении 3,8 миллиарда лет , будет технологически снято. Логика выживания претерпевает раскол: речь идет уже не о том, «как выжить в условиях дефицита», а о том, «ради чего жить в изобилии». Этот раскол — не конец выживания, а трудный скачок от выживания к « существованию » — от генетической конкуренции за выживание к духовному построению смысла .

0.1.3 Руководство по структуре книги: Четырехмерный путь к выживанию

призму «выживания». Разделенная на пять глав, первые четыре из которых раскрывают историю человеческой цивилизации по четырем измерениям — пища, познание, организация и дух — каждое из которых соответствует измерению реакции человечества на вызовы выживания. Эти четы-

ре главы образуют последовательную взаимосвязь от материальных основ к духовному построению. Повествование первых четырех глав раскрывает единую лежащую в основе логику: от пятиуровневой эволюции нервной системы до примитивных верований, искусства, мышления осевого века и всего духовного пути религии, философии и науки, суть заключается в «выживании, а не в истине» — объяснительной системе, построенной человечеством в различных условиях для преодоления неопределенности выживания. В пятой главе перспектива смещается от «оглядывания на историю» к «взгляду в настоящее», демонстрируя, как рациональный механизм «обратного расчета» наделил этот инструмент выживания высшего уровня способностью предавать гены, и исследуя исторический поворотный момент скачка цивилизации от «выживания» к «присутствию» после того, как эпоха ИИ разрушила барьер материального дефицита.

Глава 1 , «Как добывать пищу», посвящена наиболее фундаментальной материальной основе выживания человека. От собирательства и охоты до одомашнивания в сельском хозяйстве и скотоводстве, от традиционного земледелия до индустриализированной системы производства продуктов питания, добыча пищи человеком прошла четыре фундаментальных этапа. Эта эволюция — не случайный технологический сдвиг, а непрерывный ответ на один и тот же вопрос: как прокормить постоянно растущее население

ся социальные аспекты того, как человечество справляется с проблемами выживания. Отдельные люди по своей природе не обладают большой силой, но организованные *Homo sapiens* смогли построить пирамиды, прорыть Большой канал и совершить высадку на Луну. От родственных групп до клановых племен, от классовых государств до плюралистических обществ, формы организации человека прошли четыре эволюции, каждая из которых отвечала на один и тот же вопрос: как поддерживать внутренний порядок, расширяя при этом масштабы сотрудничества. Правовые кодексы, валюта и административные системы — все это конкретные проявления этой логики выживания.

Глава 4 , «Психическое сознание как инструмент выживания», углубляется в ментальное измерение реакции человечества на вызовы выживания, сохраняя при этом перспективу, полностью соответствующую предыдущим трем измерениям. Эта глава начинается с представления «пятислойной модели сознания » — пятиэтапного скачка от реакции на стресс на уровне отдельных клеток до человеческого мышления и сознания: утверждает, что сознание — это не таинственная сущность, а скорее функция обработки

четырёх измерениях под темой «выживания» бросает вызов традиционному разделению дисциплин. Обычно мы преподаем экономическую историю, историю технологий, политическую историю и культурную историю отдельно, как если бы каждая из них следовала независимой логике. Но эта книга пытается показать, что эти, казалось бы, отдельные области на самом деле являются различными проявлениями одной и той же лежащей в их основе логики. Сельскохозяйственная революция была одновременно технологическим, социальным и духовным событием — она изменила орудия труда (когнитивное измерение), реорганизовала сообщества (организационное измерение) и породила ритуалы и верования поселений (духовное измерение), и все это служило одной и той же цели: дать возможность большему числу людей более стабильно получать продовольствие (материальное измерение).

Уникальная ценность этой точки зрения заключается в ее способности освободить читателей от разрозненных профессиональных знаний, предоставляя единую основу для понимания. После прочтения этой книги, когда вы снова откроете новости — о переговорах по изменению климата, этике искусственного интеллекта и борьбе между глобализацией и антиглобализацией — вы сможете определить извечный вопрос, лежащий в основе этих современных проблем: как человечеству лучше выживать в постоянно меняющейся среде ? Искусственный интеллект не положит конец этому во-

прошу; он лишь представит его в более острой форме.

Еще один уникальный вклад этой книги заключается во введении и предложении концептуальной основы для анализа сознания, выведенной из эволюционной теории и нейронауки — «Пятиуровневой модели сознания» — и ее систематическом применении к современным теоретическим дебатам об искусственном интеллекте. Западные исследования сознания долгое время находились в тени дуализма разума и тела Декарта, а «сложная проблема сознания» Чалмерса остается нерешенной. Эта книга не пытается «решить» эту сложную проблему, а скорее разрушает теоретическую предпосылку, которая ее порождает: сознание — это не таинственная сущность, независимая от материи, а скорее функция обработки информации, которая эволюционирует шаг за шагом в материальной системе под давлением выживания. Так называемые «квалиа» — это не неприводимые ментальные остатки, а скорее эмпирические формы различных уровней сознания от первого лица. В основе этой концепции лежит независимый взгляд на границы большой языковой модели, путь развития мировой модели и критерии оценки общего искусственного интеллекта, который, с одной стороны, находится в диалоге, а с другой — не согласен с взглядами западных ученых, таких как Хинтон, Ян Ликун и Ли Фэйфэй.

Это не так. Это всеобъемлющая энциклопедическая история, которая избирательно фокусируется на ключевых фигурах, событиях и поворотных моментах, наилучшим обра-

зом иллюстрирующих «логику выживания», последовательно отвечая на один вопрос: что привело к этой трансформации? Как она отреагировала на вызовы выживания того времени? Какие новые вопросы она породила, тем самым подтолкнув к следующей трансформации? В главе 5 этот вопрос распространяется на наши дни: с учетом того, что ИИ берет на себя все функции выживания, готово ли человечество ответить на вопрос «Зачем мы живем?»

История человеческой цивилизации — это грандиозное повествование о том, как выжить на Земле и постоянно улучшать условия жизни. Но в эпоху искусственного интеллекта это повествование переворачивает совершенно новую страницу: скачок от «выживания» к «бытию». Эта история начинается с первого семени ячменя, посаженного целенаправленно.

0.1.5 Пояснение теоретических примечаний в этой книге.

Исторические факты, научные теории и аналитические модели, используемые в этой книге, получены из различных источников. Для того чтобы помочь читателям точно оценить степень их достоверности, вся книга разделена на три категории аннотаций:

Категория 1: Выводы, основанные на академическом консенсусе: Факты и теории, получившие широкое признание в академическом сообществе, такие как процесс индустриализации метода Хабера-Боша, теория чисел Данбара и данные Шэнь Куо о магнитном склонении. Этот тип контента имеет четкие академические источники и является наиболее достоверным.

Вторая категория включает спорные академические гипотезы или философские точки зрения: теории, обсуждаемые в академических кругах или еще не получившие широкого признания, такие как гипотеза Салинса о «первобытном обществе изобилия», философская концепция Ван Дунъюэ о «прогрессирующей слабости и компенсации» и предпосылки вопроса Нидхема. Эта книга четко указывает на спорный характер подобного контента, чтобы читатели могли его критически проанализировать.

Третья категория: Оригинальные аналитические концеп-

ции, представленные в этой книге: аналитические инструменты, интегрированные и усовершенствованные в этой книге на основе существующих академических ресурсов, таких как «пять...» В число рассматриваемых концепций входят «многоуровневая модель сознания», концепция перехода «выживание → существование» и механизм «обратных вычислений». Данный материал призван предложить новый интегративный подход к пониманию эволюции человеческой цивилизации и не представляет собой общепринятые выводы в академической среде.

Глава 1. Происхождение выживания: эволюция способов добычи пищи человеком и основы выживания.

Если бы всю историю человеческой цивилизации нужно было резюмировать одним словом, это было бы «выживание» . За миллионы лет эволюции главными заботами человечества были не оценка произведений искусства, философские размышления или институциональное строительство, а самые первобытные и насущные вопросы: что есть сегодня? Выживем ли мы завтра? Методы добычи пищи являются первым краеугольным камнем человеческой цивилизации и необходимым условием для всего последующего развития. Только когда добыча пищи перешла от случайности к контролируемости, от дефицита к избытку, стали возможны когнитивные улучшения, социальная сложность и расцвет духовной и культурной жизни.

Начиная с первых людей, использовавших каменные орудия в Восточноафриканской рифтовой долине около 2 миллионов лет назад, и заканчивая разработкой генетически модифицированных культур в лабораториях XXI века , методы добычи пищи человечеством прошли четыре фундамен-

тальных этапа: собирательство и охота, одомашнивание земледелия и животноводства, традиционное интенсивное земледелие и промышленное массовое производство. За каждым этапом стоит совокупное воздействие внешнего давления, вызванного изменением климата, и внутреннего стремления человеческой изобретательности; после каждого этапа верхний предел численности населения, сложность социальной организации и глубина духовных поисков резко возрастают. В этой главе будет прослеживаться траектория этих четырех этапов, систематически прослеживая великолепную эпопею борьбы человечества за выживание в трех измерениях: география, цифры и события.

1.1 Эпоха охотников-собирателей: примитивная стратегия выживания, основанная на пассивной зависимости от природы (приблизительно от 2 миллионов до 10 000 лет назад).

1.1.1 Великая рифтовая долина Восточной Африки (Лики, 1965) : Происхождение человека и самые ранние способы добычи пищи.

Всё началось в Африке. Около 2 миллионов лет назад в ущелье Олдувай в Танзании , Восточная Африка , группа древних людей с объёмом мозга приблизительно 500-700 мл — *Homo habilis* (Лики , 1965) — начала создавать острые лезвия, ударяя друг о друга двумя камнями. Эти рубящие и скребущие орудия, известные как « каменные орудия Олдувай » , положили начало сознательному изготовлению орудий человеком и представляли собой первый проблеск надежды на активное преобразование природы человечеством

ради выживания.

До появления *Homo habilis* и более ранних австралопитеков древние предки человека принципиально не отличались от других приматов: они питались плодами растений, нежными листьями и насекомыми, изредка подбирая остатки мяса с костей других хищников. Однако около 2,6 миллиона лет назад Земля вступила в плейстоценовый ледниковый период, вызвавший резкие климатические колебания в Африке, и густые леса постепенно выродились в саванны. Это драматическое изменение окружающей среды оказало сильное давление на выживание обезьян — их источник пищи сместился с легкодоступных фруктов на деревьях на разрозненные и сезонные ресурсы на земле. Именно это внешнее давление подтолкнуло обезьян к переходу на наземный образ жизни и, в конечном итоге, к развитию способности ходить прямо.

В 1959 году британский археолог Мэри Лики (1913–1996) обнаружила окаменелость черепа **Zinjanthropus boisei**, датируемую приблизительно 175 000 лет назад, на участке FL K в ущелье Олдувай . В том же слое были найдены многочисленные каменные орудия и кости животных. В следующем году её сын, Джонатан Лики, обнаружил в том же ущелье окаменелости **Homo habilis* * — гоминида, названного Луисом Лики (1903–1972) «Handy Homo» , считающегося одним из самых ранних обнаруженных представителей рода **Homo* * . Три поколения семьи Лики — Луис, Мэри и

Ричард — более тридцати лет проводили раскопки в Восточной Африке, коренным образом опровергнув существовавшую тогда теорию «исхода из Азии» и переместив центр исследований происхождения человека в Восточную Африку.

его потомка *Homo erectus* состояли в основном из двух аспектов: во-первых, собирательство — сбор плодов диких растений, выкапывание корней и стеблей, сбор орехов и грибов ; во-вторых, охота и собирательство — использование каменных орудий для разделки мелких и средних животных или разделки останков добычи, съеденной более крупными хищниками. Археологические данные свидетельствуют о том, что на костях животных, найденных в Олдувайском ущелье, имеются явные следы разрезов, доказывающие, что ранние люди уже умели использовать орудия для обработки мяса.

Более миллиона лет назад древние люди открыли событие, изменившее судьбу человечества: огонь. Местонахождение Чесованджа в Кении, с его обожженной почвой и обугленными остатками растений, датируемыми примерно 142 000 лет назад , считается одним из свидетельств того, что древние люди контролировали природный огонь. Использование огня принесло множество преимуществ для выживания: приготовленная пища легче усваивалась, расширяя ассортимент съедобных ресурсов; огонь обеспечивал тепло и свет, позволяя людям выживать в холодные ночи и в регионах с высокими широтами; а само пламя стало эффектив-

ным инструментом для отпугивания диких животных. Можно сказать, что огонь был первой «внешней энергией», освоенной человечеством, прототипом всех последующих технологических революций.

1.1.2 Глобальная диверсификация: стратегии адаптации к изменению рациона питания в условиях миграции человека на континенты

Примерно 180 миллионов лет назад *Homo erectus* начал миграцию из Африки и распространение по Евразии. Сам этот миграционный процесс представляет собой историю адаптации стратегий добычи пищи, поскольку людям пришлось быстро освоить новые навыки выживания в совершенно иных условиях.

Африканская саванна — это «материнская среда» человечества. Обширные тропические саванны служили рассадником многочисленных травоядных животных среднего и крупного размера, обеспечивая людей добычей. Найденные в ущелье Олдувай свидетельства показывают, что ранние люди уже были способны к совместной групповой охоте на таких животных, как антилопы и зебры. Разнообразная растительность Африки также обеспечивала собирателей источниками пищи круглый год, независимо от сезона.

Евразийские леса представляли собой совершенно новый вызов для недавно появившегося *Homo erectus*. В 1929 году китайский археолог Пэй Вэньчжун (1904-1982) обнаружил первый череп « пекинского человека » (*Homo erectus pekinensi*) в Чжоукоудяне, Пекин, возраст которого составляет приблизительно 600 000 лет. На стоянке в Чжоукоудяне было найдено более 40 ископаемых останков гоминидов, десятки тысяч каменных орудий и многочисленные следы использования огня, что доказывает, что *Homo erectus* уже достиг стабильного выживания в лесистой среде Северной Азии. Рацион пекинского человека включал лесных животных, таких как олени и дикие кабаны, а также орехи, такие как желуди и фундук. Следы искусственного огня, обнаруженные на стоянке Сихоуду в Жуйчэне, провинция Шаньси, являются одними из самых ранних свидетельств использования огня в Азии.

Условия жизни в европейский ледниковый период были ещё более суровыми. Около 400 000 лет назад *Homo erectus* проник в Европу, столкнувшись с долгими зимами и скудными растительными ресурсами, что вынудило их в значительной степени полагаться на охоту на крупных животных. Открытия в Неандертальской долине в Германии выявили вид гоминидов, полностью адаптированный к холодному климату — неандертальцев. В 1856 году рабочие каменоломни впервые обнаружили окаменелости этого гоминида в пещере в Неандертальской долине. Более поздние исследования

доказали, что неандертальцы жили приблизительно от 150 000 до 30 000 лет назад . Неандертальцы были крепкими и мускулистыми, обладали сложной мустьерской технологией изготовления каменных орудий и могли охотиться на крупных животных, таких как мамонты, шерстистые носороги и северные олени. Они также научились изготавливать одежду из шкур животных, использовали пещеры в качестве постоянных жилищ (МакЭведи , 1978) и даже развили обычай хоронить умерших — самые ранние известные человеческие погребальные обычаи.

Завоевание арктического ледяного покрова произошло сравнительно недавно. Около 40 000 лет назад современные люди (*Homo sapiens*) проникли в Сибирь и научились выслеживать стада северных оленей, охотиться на мамонтов и строить временные убежища из шкур и костей животных в экстремальных условиях ледникового периода. Необходимость добывать пищу вынудила этих ранних людей разработать высокоспециализированные методы охоты и сложные сезонные миграционные маршруты.

Австралийская пустыня представляет собой совершенно иной путь адаптации. Около 50 000 лет назад современные люди пересекли океан через острова Юго-Восточной Азии, чтобы достичь австралийского континента — одна из самых замечательных трансокеанских миграций в ранней истории человечества. Австралийские аборигены разработали высокоэффективные методы охоты и собирательства для засуш-

ливой среды: использовали бумеранги для охоты на птиц и мелких животных; применяли методы земледелия с использованием огня и палок для регулярного сжигания растительности, стимулируя рост новых растений и привлекая добычу; и устанавливали ловушки для рыбы в реках, чтобы ловить угрей. Эти методы позволили людям выживать во внутренних районах с годовым количеством осадков менее 250 мм.

Колонизация Америки демонстрирует поразительную скорость распространения человечества. Около 15 000 лет назад современные люди мигрировали из Сибири в Северную Америку через Берингов сухопутный мост, а затем быстро распространились на юг по всей Америке. Эти ранние поселенцы, представленные культурой Кловис, отличались характерными каменными наконечниками копий, а их основным источником пищи были крупные млекопитающие, такие как мамонты, бизоны и северные олени.

От восточноафриканских саванн до побережья Юго-Восточной Азии общества охотников-собирателей демонстрируют различные адаптации к окружающей среде: африканские охотники-собиратели питались в основном крупными копытными и клубнями, используя групповую охоту и метание копий, и организовывались в небольшие кочевые группы по 20-30 человек; неандертальцы в северной Евразии, столкнувшись с суровыми условиями, разработали навыки засадной охоты и ловли рыбы с помощью ловушек, образуя

большие сезонные лагеря численностью более 100 человек; кроманьонцы в Европе полагались на мамонтов и северных оленей, освоив метание копий и технику работы с костяными орудиями, и организовывали крупные сезонные коллективные охоты; австралийские аборигены питались кенгуру, ящерицами и мелкими животными, используя метательные копья и огонь для загона добычи, поддерживая небольшие семейные группы по 10-20 человек ; а жители побережья Юго-Восточной Азии разработали гарпуны, сети и методы прибрежного собирательства, сформировав более ранние оседлые общины. За этими различиями скрывается единая логика: несмотря на совершенно разные условия окружающей среды, каждый метод добычи пищи представляет собой точную адаптацию к местным экологическим условиям. Примечательно, что, хотя источники пищи и технологические средства значительно различались в разных регионах, все группы придерживались одних и тех же основных принципов: орудия труда удовлетворяли конкретные потребности выживания, а социальный масштаб был ограничен неопределенностью в вопросах добычи пищи. Приведенное выше сравнение ясно демонстрирует тесную взаимосвязь между стратегиями добычи пищи человеком и окружающей средой в эпоху охотников-собирателей. От восточноафриканских степей до евразийских лесов, от европейских ледниковых покровов до австралийских пустынь, каждый метод добычи пищи представлял собой точную адаптацию к местным экологиче-

ским условиям. Также примечательно, что, хотя источники пищи и технологические средства значительно различались в разных регионах, все группы следовали одной и той же логике выживания: максимизация получения энергии, минимизация ее потребления и диверсификация рисков для преодоления неопределенности. Это прямое проявление логики «выживания» на примитивном этапе.

Не менее впечатляющим, чем освоение суши, было продвижение человечества в океан. Около 3000 года до нашей эры группа людей, населявших остров Тайвань, разработала совершенно новую стратегию выживания: используя катамараны в качестве орудий труда и небесные тела и океанские течения для навигации, они начали свое путешествие в глубины Тихого океана. Эта группа известна последующим поколениям как австронезийские народы, и они собирались завершить последнюю и самую грандиозную крупномасштабную миграцию в истории человечества.

памятниках культуры Лапита (ок. 1600–500 до н.э.) предоставили убедительные материальные свидетельства этой миграции. От Филиппинских островов до Соломоновых островов археологи обнаружили особый тип керамики — сосуды с тонко выгравированными геометрическими зубчатыми узорами. Эта керамика распространена в виде лестницы вдоль меланезийской островной цепи, выступая в качестве невидимого навигационного маркера, указывающего на миграцию австронезийских народов с запада на восток .

Примерно к 1000 году до н.э. они достигли Фиджи, Тонги и Самоа; в последующие столетия они продолжали распространяться на восток до островов Общества и Маркизских островов.

Поистине поразительны навыки «навигации без инструментов», которыми обладали полинезийцы. Они не полагались на компасы или звездные карты, а вместо этого освоили сложную навигационную систему, называемую «прокладыванием пути»: наблюдение за положением и углом солнца днем, определение траекторий конкретных звездных скоплений на ночном небе, определение направления по легкому воздействию океанских течений на судно и наблюдение за направлением полета морских птиц, возвращающихся в свои гнезда на закате, чтобы определить близлежащую землю. В 1976 году антрополог Бен Финни в сотрудничестве с полинезийским мореплавателем Мау Пиайлугом успешно совершил плавание на традиционном катамаране «Хокулеа» с Гавайев на Таити, не используя никаких современных инструментов, тем самым подтвердив это древнее умение с помощью экспериментальной археологии. В книге «Мы, мореплаватели» (1972) мореплатель Дэвид Льюис систематически зафиксировал знания о навигации, передававшиеся из уст в уста на островах Тихого океана, доказав, что полинезийцы были гораздо лучше знакомы с Тихим океаном, чем любая другая континентальная цивилизация своего времени.

Примерно с 3000 г. до н.э. по 1200 г. н.э. австронезийские народы распространили следы своего присутствия почти по всем уголкам Тихого океана. От Мадагаскара до острова Пасхи, от Гавайев до Новой Зеландии, они пересекли половину земного шара. Сравнительные лингвистические исследования американского лингвиста Роберта Блума показывают, что все австронезийские языки, от малайского на Мадагаскаре до маори в Новой Зеландии, восходят к общему прототипу; эти группы, рассеянные по тысячам островов, также разделяли схожее террасное земледелие, мегалитическую архитектуру и культ предков. Используя только каменные орудия, деревянные парусные лодки и передаваемые из уст в уста астрономические знания, они совершили одни из самых грандиозных миграций в истории человечества.

Расселение австронезийских народов раскрывает глубокую истину: когда наземное жизненное пространство насыщается, люди начинают рассматривать океан как новую «траву», бросая вызов самым обширным и неизведанным территориям Земли, используя самые примитивные технологические условия. Инстинкт выживания вел их в бескрайние глубины. В конце эпохи охотников-собирателей эта великая миграция, охватившая половину земного шара, доказала, что воля человечества к выживанию всегда будет выходить за рамки возможностей технологий.

1.1.3 Пределы выживания: нишевая семейная археология и тревога по поводу еды в небольших родственных группах.

физиологическая реальность : главная задача каждого дня — найти достаточно пищи.

XX века антропологи провели систематические полевые исследования среди джухоанцев , сохранившегося племени охотников-собирателей в пустыне Калахари на юге Африки , получив ценные данные о функционировании их общества охотников- собирателей . Исследование показало , что взрослые джухоанцы тратили в среднем 4-5 часов в день на непосредственную добычу пищи (включая только время на сбор/охоту; если включить обработку пищи, изготовление орудий труда, обустройство лагеря и другие виды работ, обеспечивающих средства к существованию, общее недельное время составляет около 40-45 часов , что близко к показателям современных индустриальных обществ), а оставшееся время посвящалось общению, отдыху и уходу за детьми. Эта цифра часто используется для подтверждения гипотезы о «примитивном процветающем обществе » — о том, что жизнь охотников-собирателей была не такой тяжелой, как предполагалось.

Однако этот, казалось бы, « неторопливый » образ жизни скрывает огромную неопределенность. Во-первых , среднее ежедневное время, затрачиваемое на поиск пищи, составляет 4-5 часов и основано на относительно стабильной окружающей среде; в случае засухи, миграции стад или сезонного истощения ресурсов время поиска пищи может экспоненциально увеличиться. Во-вторых, у обществ охотников-собирателей совершенно нет возможностей для хранения продуктов; добытая пища должна быть потреблена в тот же день. Что еще более важно, это « изобилие » достигается ценой крайне низкой плотности населения ; общее число представителей народа кунг на юге Африки никогда не превышало десятков тысяч человек.

В эпоху охотников-собирателей человеческое общество было организовано в небольшие группы (банды) , обычно состоящие из 20-50 человек , связанных родственными узами и браком. Размер групп строго ограничивался способом добычи пищи: дикие ресурсы региона просто не могли обеспечить долгосрочное выживание большой группы. Внутри группы практиковалась абсолютно эгалитарная система распределения — пища делилась между всеми членами, и понятие частной собственности отсутствовало. Лидером был опытный старейшина или храбрый охотник, полагавшийся на личный авторитет, а не на принудительную власть, для координации дел группы.

В своей книге 1965 года «Происхождение человека » Луис

Лей утверждал, что раннее состояние человека по сути представляло собой форму «высокомобильной адаптации» — группам приходилось постоянно мигрировать в поисках сезонных ресурсов, ведя кочевой, странствующий образ жизни. Такой образ жизни означал, что люди не могли накапливать материальное богатство, а также не могли развивать сложные социальные разделения труда или духовные культуры. Вся деятельность вращалась вокруг единственной цели — «найти себе следующую еду».

1.1.4 Урок неандертальцев: методы добычи пищи определяют судьбу группы.

Исчезновение неандертальцев — один из самых показательных примеров эпохи охотников-собирателей. Около 30 000 лет назад, когда современные люди (*Homo sapiens*) пришли в Европу, неандертальцы уже жили там более 100 000 лет. Физически неандертальцы были намного сильнее современных людей: у них была большая мышечная масса, более толстые кости и лучшая устойчивость к холоду. Так почему же в борьбе за выживание они в конечном итоге одержали победу, а не, казалось бы, «более слабые» современные люди?

Ответ кроется в различиях в методах добычи пищи. Неандертальцы были высокоспециализированными «охотника-

ми на крупных животных ». Химический анализ их скелетов показывает, что их рацион состоял из очень большой доли мяса, особенно красного мяса крупных млекопитающих. Эта высокоспециализированная стратегия охоты была эффективна во время ледникового периода, когда большие стада мамонтов, шерстистых носорогов и диких лошадей бродили по европейским степям. Однако по мере постепенного окончания последнего ледникового периода (начавшегося около 15 000 лет назад) потепление климата привело к расширению лесов и сокращению лугов, что вызвало резкое сокращение численности крупных животных. Соответственно, источники пищи неандертальцев сократились, а их узкая структура рациона затрудняла быстрый переход к более мелкой добыче и растительным ресурсам.

В отличие от них, рацион современных людей гораздо разнообразнее. Археологические данные показывают, что современные люди, проникшие в Европу, не только охотились на крупных животных, но и активно занимались сбором растений, ловлей рыбы и моллюсков, а также охотились на птиц и мелких млекопитающих. Более широкий спектр источников пищи означал большую адаптивность к окружающей среде; когда один вид пищи становился дефицитным, его можно было компенсировать другими категориями. Кроме того, современные люди обладали более совершенным дальнобойным метательным оружием (таким как копья, луки и стрелы), что позволяло им охотиться с более безопасно-

го расстояния и снижало риск получения травмы для охотника; в то время как неандертальцы в основном полагались на тактику убийства с близкого расстояния, что было крайне опасно при охоте на крупных животных.

В 2010 году Институт эволюционной антропологии им. Макса Планка в Германии с помощью анализа древней ДНК показал, что обмен генами между неандертальцами и современными людьми был ограниченным — сегодня популяции за пределами субсахарской Африки несут примерно 1–4 % неандертальских генов. Это означает, что два древних вида людей развивались не в полной изоляции, а скрещивались во время контакта. Однако неандертальцы, как отдельная популяция, в конечном итоге исчезли с Пиренейского полуострова — своего последнего убежища — около 25 000–30 000 лет назад.

Исчезновение неандертальцев наглядно иллюстрирует важнейший урок: гибкость методов добычи пищи у популяции напрямую определяет ее способность к выживанию. Чрезмерная зависимость от одного источника пищи, даже если он весьма эффективен в краткосрочной перспективе, делает группу уязвимой к резким изменениям окружающей среды. Этот урок будет неоднократно повторяться на протяжении всей истории человечества.

От восточноафриканских саванн до побережья Юго-Восточной Азии общества охотников-собирателей демонстрировали различные адаптации к окружающей среде: африкан-

ские охотники-собиратели питались в основном крупными копытными и клубнями, используя групповую охоту и метание копий, и организовывались в небольшие кочевые группы по 20-30 человек ; неандертальцы в северной Евразии , столкнувшись с суровыми условиями, развили навыки засадной охоты и ловли рыбы с помощью ловушек, образуя большие сезонные лагеря численностью более 100 человек; кроманьонцы в Европе полагались на мамонтов и северных оленей, освоив метание копий и технику работы с костяными орудиями, и организовывали крупные сезонные коллективные охоты; австралийские аборигены питались кенгуру, ящерицами и мелкими животными, используя метательные копья и огонь для их отпугивания, поддерживая небольшие семейные группы по 10-20 человек ; а прибрежные жители Юго-Восточной Азии развили гарпунную охоту, ловлю рыбы сетями и прибрежные методы собирательства, сформировав более ранние оседлые общины.

Различия в центрах одомашнивания по всему миру выявляют единую логику: несмотря на совершенно разные условия окружающей среды, каждый метод добычи пищи представляет собой точную адаптацию к местным экологическим условиям. Примечательно, что, хотя источники пищи и технологические средства сильно различаются в разных регионах, все группы придерживаются одних и тех же основных принципов: орудия труда служат определенным потребностям выживания, а социальные масштабы ограниче-

ны неопределенностью доступа к пище.

1.2 Эпоха одомашнивания в сельском хозяйстве и животноводстве: революция выживания в активном производстве продуктов питания (приблизительно от 10 000 до 5 000 лет назад)

1.2.1 Пример Бар -Йосефа (1998): Как изменение климата вынуждает людей переходить от собирательства к производству.

Примерно 12 900 лет назад , когда Земля постепенно выходила из последнего ледникового периода и температура медленно повышалась, внезапная климатическая катастрофа прервала этот процесс. Быстрое таяние Лаврентийского ледникового щита в Северной Америке вызвало большой приток пресной воды в Северную Атлантику, нарушив термохалинную циркуляционную систему и приведя к резкому падению глобальной температуры на 5–7 градусов Цельсия всего за несколько десятилетий . Этот холодный период ,

известный как «младший Дриас » , длился около 1200 лет (примерно 12 900–11 700 лет назад). Высокоширотные регионы Северного полушария снова были покрыты ледниками, а зоны растительности в средних и высоких широтах в целом сместились на юг.

Для сообществ охотников-собирателей, привыкших к обильным диким пищевым ресурсам в периоды потепления, период Дриаса стал катастрофой . Исследования археолога Офера Бар - Йосе показывают, что на Ближнем Востоке Дриас привел к резкому сокращению ареала распространения диких злаков и значительному уменьшению жизненно важных естественных пшеничных полей и дубовых лесов. Столкнувшись с нехваткой продовольствия, люди были вынуждены искать новые стратегии выживания.

Именно под этим внешним давлением произошло, казалось бы, небольшое, но изменившее мир действие: люди начали целенаправленно сеять дикие зерновые культуры на землях рядом со своими жилищами и регулярно ухаживать за этими растениями. Первоначальная цель была проста: не «развивать сельское хозяйство », а просто получать больше пищи в условиях истощения природных ресурсов. Такое поведение, возможно, зародилось еще до периода Младшего Дриаса, но оно значительно усилилось и получило дальнейшее развитие во время изменения климата.

После окончания периода Младшего Дриаса и повторного повышения температуры (около 11 700 лет назад , в нача-

ле голоцена) возник неожиданный результат: растения, посеянные и выращенные людьми, росли лучше и давали более высокие урожаи, чем их дикие аналоги. Теплый и влажный климат голоцена еще больше усилил последствия этого вмешательства человека. Люди постепенно обнаружили, что гораздо эффективнее выращивать предсказуемые культуры рядом со своими домами, чем тратить огромное количество времени на поиски разбросанной пищи в дикой природе. Значение этого открытия невозможно переоценить — оно ознаменовало сдвиг в поведении человека от пассивной адаптации к природе к активному ее преобразованию, коренным образом изменив характер добычи пищи.

Стоит отметить, что истоки земледелия в Китае также находились под влиянием аналогичного механизма. Период засухи и похолодания затронул и северный Китай, побудив людей перейти от широкого спектра собирательства и охоты к интенсивному использованию и одомашниванию растений. Когда наступил голоценовый климатический взрыв (примерно 8500–3000 лет назад), ранние жители северного Китая и бассейна реки Янцзы уже начали раннее одомашнивание проса и риса.

1.2.2 Прорывы в Плодородном полумесяце (Брейдвуд, 1975): одомашнивание пшеницы и ячменя.

Первые лучи сельскохозяйственной революции появились в Плодородном полумесяце Западной Азии. Этот дугообразный регион, простирающийся от восточного побережья Средиземного моря до Персидского залива, включает в себя территорию современного Израиля, Иордании, Сирии, юго-восточного Ирака и юго-восточной Турции. Этот регион отличался исключительно богатым разнообразием диких видов-предков: дикая пшеница, дикий ячмень, дикий горох, дикая чечевица и дикий нут — все они идеально подходили для одомашнивания.

Британский археолог Дороти Гаррод (1892–1968) обнаружила остатки натufийской культуры (ок. 12500–9500 до н.э.) во время археологических раскопок в Палестине и Ираке . Натufийцы были самой ранней известной группой, использовавшей серпы (изготовленные из кремневых отщепов , вставленных в костяные рукоятки) для сбора диких злаков. Живя в полупостоянных поселениях и обрабатывая дикие злаки каменными мельницами, они уже тогда демонстрировали тенденцию к оседлому образу жизни. Когда произошёл Дриас, эти люди, зависящие от диких злаков, одними из первых пострадали — это стало ключевым толчком к

их переходу к активному земледелию.

В 1950-х годах американский археолог Роберт Брэдвуд (1907–2003) возглавил междисциплинарную группу , проводившую систематические раскопки на участке Джармо в горах Загрос на севере Ирака . Находки на участке Джармо, датируемые примерно 9000 лет назад (около 7000 г. до н.э.), содержали остатки одомашненной пшеницы и ячменя , а также кости одомашненных коз и овец, наряду с многочисленными полированными каменными орудиями, керамикой и остатками жилищ. Открытия Брэдвуда предоставили убедительные археологические доказательства того, что земледелие зародилось в Плодородном полумесяце, и доказали, что возникновение земледелия было постепенным процессом, а не внезапным вдохновением какого-либо одного человека.

В Плодородном полумесяце одомашненные растения постепенно приобрели характеристики, отличающиеся от характеристик их диких предков: семена перестали легко отделяться от колоса (характеристика, облегчавшая сбор урожая человеком, но затруднявшая естественный посев); размер семян увеличился; сроки созревания стали более синхронизированными; горечь и количество внешней оболочки уменьшились. Эти изменения признаков, известные как «синдром одомашнивания», представляют собой генетические адаптации, произошедшие у растений под давлением селективного сбора урожая и культивирования человеком.

Тем временем происходило и одомашнивание животных. Козы были одомашнены около 10 000 года до н.э. в Плодородном полумесяце, овцы — около 9 000 года до н.э. , а свиньи и крупный рогатый скот — около 8 000 года до н.э. Одомашненные животные обеспечили людей стабильным источником мяса, молочных продуктов, кожи и рабочей силы, а также стали важным символом социального богатства.

1.2.3 Независимое происхождение на Востоке : одомашнивание риса в бассейне реки Янцзы (Чжао Чжицзюнь , 2020) и земледелие проса в бассейне реки Хуанхэ (Чжао Чжицзюнь , 2020)

В то время как в Плодородном полумесяце происходило одомашнивание пшеницы и ячменя, на другом конце света, в Восточной Азии, независимо разворачивалась не менее масштабная сельскохозяйственная революция. Истоки земледелия в Китае демонстрируют отчетливую двойственную модель « рис на юге и просо на севере» — модель, сформировавшуюся тысячи лет назад и оказавшую глубокое влияние на последующую траекторию развития китайской цивилизации.

Выращивание риса в бассейне реки Янцзы — ещё одна важная веха в истории мирового сельского хозяйства. На

археологическом участке Хэмуду в Юяо, провинция Чжэцзян (датируемом примерно 7000 лет назад), было обнаружено большое количество рисовых зёрен, шелухи, соломы и листьев, толщина которых достигала нескольких десятков сантиметров, что доказывает, что рисоводство уже достигло значительных масштабов. Жители Хэмуду использовали передовые сельскохозяйственные орудия, такие как мотыги из кости, для обработки рисовых полей и жили во влагонепроницаемых домах на сваях. Ещё более ранние свидетельства получены на археологическом участке Цзяху в Уяне, провинция Хэнань (датируемом примерно 9000–7500 годами назад), где были обнаружены обугленные рисовые зерна и кости домашних свиней, представляющие собой одно из самых ранних на сегодняшний день свидетельств выращивания риса в Китае.

Одомашнивание риса в бассейне реки Янцзы было длительным процессом. Дикий рис (*Oryza rufipogon*) — это многолетняя трава, семена которой естественным образом опадают и рассеиваются после созревания. В результате тысячелетий искусственного отбора одомашненный рис (*Oryza sativa*) постепенно приобрел такие признаки, как неосыпающиеся семена, компактные метелки и повышенную урожайность. Этот процесс был полностью независим от одомашнивания пшеницы в Плодородном полумесяце (Чжао Чжицзюнь , 2020) и является ярким примером параллельной эволюции.

Выращивание проса в бассейне реки Хуанхэ представляет собой еще один технологический путь развития засушливого земледелия. Археологический памятник Банпо в Сиане, провинция Шэньси (датируемый примерно 6000 лет назад), является типичным представителем культуры Яншао, где в основном выращивали просо (*Setaria italica*) и сорго (*Panicum miliaceum*). Народ Банпо жил в полуподземных жилищах, использовал полированные каменные орудия и расписную керамику, ведя оседлый земледельческий образ жизни. Просо и сорго чрезвычайно засухоустойчивы, адаптируясь к климату бассейна реки Хуанхэ с низким уровнем осадков. Еще более ранние обугленные остатки проса и сорго были обнаружены на археологическом памятнике Дунхулин в Мэнтоугу, Пекин, что доказывает, что истоки засушливого земледелия восходят примерно к 10 000 лет назад.

Культура Яншао (возникшая приблизительно 7000–5000 лет назад) характеризовалась земледелием на просовых культурах, расписной керамикой и оседлым образом жизни. В этот период также появились шелководство и технологии производства шелка. Китайские археологи-агрономы, включая Чжао Чжицзюня, систематически извлекали и идентифицировали остатки древних растений на важных археологических памятниках, таких как Хэмуду, Цзяху и Яншао, используя современные методы, например, флотацию, что заложило прочную научную основу для изучения происхождения китайского земледелия.

1.2.4

Параллельная революция в восьми глобальных центрах одомашнивания

Сельское хозяйство не распространилось по всему миру после изобретения в одном месте, а возникло независимо в разных регионах планеты. Джаред Даймонд в своей книге «Ружья, микробы и сталь» систематически доказывает, что в мире существовало по меньшей мере восемь независимых центров одомашнивания сельскохозяйственных культур. Это явление параллельных революций убедительно подтверждает теорию «выживания» — когда наступил голоценовый климатический оптимум и климатические условия стали благоприятными, человеческие группы, столкнувшиеся с различными экологическими проблемами, единодушно выбрали один и тот же путь: переход от собирательства к производству.

восьми крупнейших центров одомашнивания в мире, можно выделить несколько закономерностей: Во-первых, происхождение всех центров одомашнивания сосредоточено в период примерно от 10 000 до 5 000 лет назад, что тесно совпадает с голоценовым климатическим затмением, указывая на то, что климатические условия были ключевым внешним фактором в возникновении земледелия. Во-вторых, виды, одомашненные в каждом центре, в значительной степени адаптированы к местной среде: рис в бассейне реки Янцзы, просо в бассейне реки Хуанхэ, картофель в Андах и сорго в

Сахеле Африки (МакЭведи, 1978) — все они являются точными ответами на местные экологические условия. В-третьих, виды одомашненных животных значительно различаются в разных центрах, главным образом из-за распространения диких предковых видов в каждом регионе — отсутствие крупных одомашненных млекопитающих в Центральной Америке было серьезным препятствием для развития ее сельскохозяйственных систем .

- огневого земледелия Мильпа , разработанная цивилизацией майя, перекликалась с подсечно-огневым земледелием Евразии по другую сторону океана — обе стратегии выживания были ограничены лесными ресурсами. Около 7000 года до н.э. предки майя начали одомашнивать дикий теосинте , и благодаря тысячелетнему селекционному разведению постепенно превратили его колосья из менее чем десяти зерен в полноценную форму современной кукурузы. Это, в сочетании с кукурузой, бобами и тыквой, сформировало систему смешанных посевов «Три сестры» , где бобовые фиксировали азот, компенсируя плодородие почвы, а тыквенные лозы подавляли сорняки, создавая замкнутую, взаимовыгодную экологическую структуру. Столкнувшись с бесплодием и сезонной засухой карстового ландшафта Юкатана, система водохранилища Чичен -Ицы (например, Священный колодец диаметром 55 метров) ... Террасные ирригационные сети Сенота и Тикаля демонстрируют инженерную изобретательность, сравнимую с плотинами Лянчжу в неолитическом

Китае и андскими террасами. Земледелие майя доказывает, что когда факторы выживания направлены на одну и ту же экологическую нишу, умы на разных континентах способны независимо друг от друга прийти к схожим решениям.

Сельское хозяйство в Андах демонстрирует человеческую изобретательность в экстремальных условиях. На высотах 3000–4000 метров Андское нагорье характеризуется холодным климатом, разреженным воздухом и дефицитом пахотных земель. Первые поселенцы одомашнили картофель — культуру, насчитывающую более 4000 сортов, адаптированных к различным высотам от уровня моря до 4500 метров. Они преодолели эти суровые природные условия, используя террасные поля и сложные подземные ирригационные системы, и на этом фундаменте построили великолепную цивилизацию инков.

1.2.5 Издержки и выгоды оседлого образа жизни: от охоты до деревень.

Появление земледелия вызвало глубокую социальную революцию — оседлый образ жизни. До этого люди миллионы лет жили как охотники-собиратели, постоянно находясь в состоянии миграции. Земледелие потребовало от людей оставаться на земле, чтобы ухаживать за посевами, и эта необходимость полностью изменила образ жизни людей.

Первым прямым следствием оседлого образа жизни стал

быстрый рост населения. В обществах охотников-собирателей плотность населения обычно составляла менее одного человека на квадратный километр, в то время как в земледельческих обществах она могла достигать 10-100 человек на квадратный километр. Это объяснялось тем, что земледелие обеспечивало более стабильное и предсказуемое снабжение продовольствием, снижая младенческую смертность; зерно было легко хранить, что позволяло прокормить большее непроизводительное население; а оседлый образ жизни сокращал интервалы между родами у женщин. Кочевым матерям (МакЭведи, 1978) приходилось вынашивать своих младенцев во время длительных миграций, и они часто не овулировали во время лактации, в то время как женщины, живущие на оседлых землях, могли забеременеть снова гораздо раньше.

Вторым следствием оседлого образа жизни стало нормализация избытка продовольствия. В эпоху охотников-собирателей избытка практически не было; пищу, добытую за день, нужно было потреблять в тот же день. Сельскохозяйственное производство было иным: урожай за сезон мог обеспечить потребление в течение нескольких месяцев или даже года, а излишки можно было хранить. Избыток продовольствия стал новым явлением в истории человечества, породив ряд цепных реакций: социальное разделение труда (не всем нужно было заниматься производством продуктов питания); накопление богатства (излишки продукции мог-

ли быть конвертированы в собственность и статус); обмен и торговля (разные группы могли обмениваться товарами); и класс специализированных ремесленников и жрецов (которые оставили сельскохозяйственное производство, чтобы заниматься изготовлением орудий труда и духовными делами).

Однако оседлый образ жизни также имел свою высокую цену. Археологические данные показывают, что среднее состояние здоровья земледельческого населения было на самом деле хуже, чем у охотников-собирателей: зубы изнашивались сильнее (из-за абразивных зерен в зерновых), недоедание было более распространенным (диверсификация рациона питания сместилась в сторону однозерновой диеты), инфекционные заболевания были более распространены (оседлый образ жизни и плотная застройка способствовали распространению патогенов), и заболевания костей были более распространены (из-за износа от длительного повторяющегося сельскохозяйственного труда). Так почему же люди все же решили отказаться от охоты-собирателей и перейти к земледелию? Ответ может заключаться только в том, что земледелие имеет незаменимое преимущество в достижении самой основной цели — «выживания»: оно обеспечивает более высокий верхний предел производства пищи, поддерживает большие размеры групп и более высокую рождаемость, и даже когда здоровье отдельных особей ухудшается, общая устойчивость популяции повышается.

1.3 Традиционная сельскохозяйственная эпоха: процветание благодаря интенсивному земледелию (примерно 5000 лет назад – XVIII век).

1.3.1 Интенсивное земледелие на Востоке: техническая система китайского изогнутого плуга, иригационная система Дуцзяньянь (автор Цзя Сиси), водяное колесо из драконьей кости и «Основные методы для простых людей» (автор Цзя Сиси).

По мере развития сельского хозяйства человечество столкнулось с новой проблемой: как добиться более высоких урожаев на ограниченных земельных участках. Традиционная интенсивная система земледелия в Китае служит моделью для решения этой проблемы.

Плуг с изогнутым лемехом был революционным сельскохозяйственным орудием, изобретенным во времена дина-

стии Тан (примерно VII- VIII века). Предыдущие плуги с прямым лемехом были большими и громоздкими, требовали двух или более волов для тяги и были сложны в управлении. Плуг с изогнутым лемехом (также известный как плуг Цзяндун) изменил форму лемеха на короткую, изогнутую, что сделало его более удобным в использовании и потребовало всего одного вола для тяги. Он позволил проводить глубокую вспашку и экономил трудозатраты. Это орудие особенно подходило для небольших, неровных рисовых полей южного Китая, ознаменовав зрелость технологии вспашки в Китае.

Водяное колесо из драконьих костей представляет собой высший уровень механизации сельского хозяйства в древности. Это изобретение, относящееся к династии Восточная Хань, использует зубчатую передачу для подъема воды с нижних уровней на верхние для орошения. Приводимое в движение силой человека, животных или воды, водяное колесо из драконьих костей значительно повысило эффективность орошения, что позволило развивать рисоводство в большем количестве регионов.

Если сельскохозяйственные орудия — это «оборудование», то сельскохозяйственные книги — это «программное обеспечение». «Циминь Яошу», написанный Цзя Сиси (ок. V– VI века) во времена династии Северная Вэй, является старейшим и наиболее полным из сохранившихся в мире трактатов по сельскому хозяйству. Книга содержит при-

близительно 110 000–120 000 иероглифов в 10 томах и 92 главах . Цзя Сиси , занимавший пост губернатора Гаояна во времена династии Северная Вэй, систематически обобщил в книге сельскохозяйственные знания , охватывающие все: от изготовления орудий труда и обработки земли до посадки различных культур, выращивания овощей, фруктов и деревьев, шелководства, животноводства, ветеринарной медицины, переработки сельскохозяйственной продукции и даже пивоварения, производства уксуса и отжима масла. Дарвин в своей работе «Изменчивость животных и растений при одомашнивании» высоко оценил «Циминь Яошу » за « ясную демонстрацию принципа отбора » .

Многие технические принципы, изложенные в *Цимин Яошу*, актуальны и сегодня. Это поразительно. В книге описаны методы отбора колосьев проса «хорошего качества и чистого цвета » , а также водоотбор (удаление некачественных колосьев путем всплывания мякины) и установлена система классификации сортов проса (зарегистрировано 86 сортов). Что касается систем земледелия, Цзя Сисе обобщил, что «поля проса необходимо ежегодно севооборотить » (принцип севооборота для предотвращения болезней), что почти на 1200 лет раньше, чем в Европе . Он также открыл удобряющее действие бобовых и предложил « метод украшения полей » — включение бобовых в севооборот для повышения плодородия почвы.

Дуцзяньян (построен в 256 г. до н.э.) — вершина сель-

скохозяйственного гидротехнического строительства. Построенный под руководством Ли Бина и его сына, губернаторов уезда Шу в государстве Цинь, этот гидротехнический комплекс расположен в устье реки Минь. Благодаря гениальной координации трех основных компонентов — плотины «Рыбья пасть», водосброса Фэйша и водозабора Баопинкоу — он обеспечил автоматическое распределение воды, удаление наносов и орошение. Дуцзяньянь превратил Чэндускую равнину в « Землю изобилия », орошая более 10 миллионов му (приблизительно 667 000 гектаров) и продолжает играть важную роль в орошении по сей день. Это самый долго используемый крупномасштабный гидротехнический комплекс в истории человечества.

1.3.2 Европейская адаптация: трехпольная система, тяжелый плуг и ветряная мельница.

В средневековой Европе (ок. 1050–1300 гг .) произошла технологическая революция, позже известная как «средневековая сельскохозяйственная революция». Эта революция значительно повысила производительность сельского хозяйства в северо-западной Европе, а население выросло с примерно 20 миллионов в 1000 году до примерно 70 миллионов в 1300 году .

Тяжелый плуг (отвальный плуг , также известный как

плуг с отвалом) стал первым ключевым технологическим прорывом этой революции. Это был большой плуг с деревянной и железной конструкцией, оснащенный железным отвалом и поворотной доской, установленный на колесах. Он мог переворачивать тяжелую, влажную почву изнутри, оставляя глубокие борозды. Тяжелый плуг подходил для толстых, влажных почв Северной Европы, которые было трудно эффективно обрабатывать легким плугом. Использование тяжелых плугов начало распространяться в Северной Европе около 500 года нашей эры. Он не только позволял глубоко вспахивать почву, но и вносить сорняки и остатки урожая в качестве удобрения.

Трехпольная система была одним из важнейших сельскохозяйственных нововведений в средневековой Европе. Земля делилась на три части, засеянные озимой пшеницей, яровым ячменем и оставленные под паром (одновременно высаживая бобовые в качестве сидератов), с чередованием каждые три года. Эта система увеличила эффективность использования земли примерно на 33% по сравнению с предыдущей двухпольной системой и улучшила плодородие почвы благодаря азотфиксирующему эффекту бобовых. Лорд Чарльз Таунсенд (1674–1738) позже еще больше продвинул четырехпольную систему (пшеница – репа – ячмень – клевер), позволив использовать землю круглый год без пара.

Революция в коневодстве также сыграла решающую роль в развитии сельского хозяйства в Средние века. Благодаря

завозу из Китая через Центральную Азию конских упряжей и подков, лошади заменили волов в качестве основного тяглового животного в Европе. Тяговая сила лошади была примерно в 1,5 раза выше, чем у вола, а её скорость была намного выше, что привело к значительному повышению эффективности сельского хозяйства. Одновременно с этим, начиная с 1059 года, в Европе наблюдался всплеск строительства высокоэффективных водяных мельниц, а первые ветряные мельницы начали строиться с 1170 года, быстро распространяясь в Нидерландах. Водяные и ветряные мельницы значительно повысили эффективность переработки зерна и накопили технический опыт для последующей механизации в период промышленной революции.

1.3.3 Ирригационные чудеса исламского мира

VII по XIII века нашей эры исламский мир (охватывающий три континента — Европу, Азию и Африку — от Испании до Персии) создал обширную сеть для обмена знаниями и распространения сельскохозяйственных технологий. В основе этой сети лежала высокоразвитая ирригационная система.

Система канатов — наиболее выдающийся пример ирригационных технологий в исламском мире. Эта подземная система отвода воды зародилась в Персии (современный Иран)

и доставляет воду из горных районов на равнинные сельскохозяйственные угодья через систему вертикальных шахт и подземных каналов. Подземные каналы уменьшают потери воды за счет испарения в засушливых условиях, а системы канатов могут достигать десятков километров в длину. Тысячи систем канатов до сих пор действуют в Иране, некоторые из них существуют уже более 2000 лет .

Инженеры в исламском мире также изобрели сложные водяные часы и шлюзовые системы, позволяющие осуществлять орошение с регулированием по времени и расчётом. Эти технологии сделали возможным сельскохозяйственное производство в засушливых регионах, обеспечивая продовольствием мегаполисы с многомиллионным населением, такие как Багдад и Кордова.

Более того, исламские купцы выступали в роли « переносчиков » в мировом обмене сельскохозяйственной продукцией . Они завезли из Индии такие культуры, как хлопок, сахарный тростник, рис, цитрусовые и баклажаны, распространив их из Юго-Западной Азии в Средиземноморье и Европу. Возьмем, к примеру, хлопок. Эта культура зародилась в долине реки Инд, была завезена на Ближний Восток и в Северную Африку арабскими купцами, а затем в Европу через Испанию, находившуюся под властью мавров, и в конечном итоге стала катализатором трансформации текстильной промышленности во время промышленной революции.

Мавры создали в Испании (особенно в Андалусии) слож-

ную сеть ирригационных систем и водяных колес, которые и по сей день остаются важной частью местного сельского хозяйства. Сохранившиеся ирригационные системы в садах дворца Альгамбра в Гранаде являются ярким свидетельством этого технологического наследия.

1.3.4 Колумбов обмен (Кросби, 1972): Глобальное влияние обмена сельскохозяйственными культурами между Старым и Новым Светом.

В 1492 году Колумб прибыл в Америку, положив начало крупнейшему и наиболее масштабному обмену видами в истории человечества — Колумбову обмену . Этот масштабный обмен , охвативший два полушария, коренным образом изменил глобальный сельскохозяйственный ландшафт и пищевые привычки людей.

Среди культур, завезенных из Америки в Старый Свет, наиболее революционными были картофель и кукуруза. Картофель, родом из Анд , был завезен в Европу в XVI веке и быстро стал основным продуктом питания в холодных регионах Северной Европы благодаря своей неприхотливости, высокой урожайности и богатой питательной ценности. В Ирландии появление картофеля напрямую способствовало взрывному росту населения — с примерно 1 миллиона в

начале XVII века до около 8 миллионов до голода 1845 года. Кукуруза , после своего появления в Африке, также стала важной продовольственной культурой, способствуя росту населения Африки. Американские культуры , такие как помидоры, перец, арахис, какао, табак, подсолнечник и тыква, также впоследствии интегрировались в кулинарные культуры Европы, Африки и Азии. Трудно представить итальянскую кухню сегодня без помидоров, индийскую кухню без перца или сычуаньскую кухню без сычуаньского перца и чили — ингредиентов, которых просто не было в этих регионах 500 лет назад .

Обратный обмен был не менее значительным. В Америку из Старого Света были завезены такие культуры, как пшеница, ячмень, рис, сахарный тростник, кофе, бананы и виноград; среди животных – крупный рогатый скот, лошади, свиньи, овцы и козы. Эти животные преобразили сельское хозяйство и экологическую среду Америки и обеспечили коренным американцам новые источники пищи. В частности, появление лошадей полностью изменило образ жизни коренных жителей Великих равнин Северной Америки, превратив их из оседлых земледельцев в кочевых охотников на лошадях.

Колумбов обмен наглядно демонстрирует одну важную истину: когда продовольственные системы в разных регионах взаимосвязаны, общая способность к выживанию значительно возрастает — каждый регион может выбирать из гло-

бального пула видов сельскохозяйственные культуры, наиболее подходящие для его местных условий, что приводит к одновременному увеличению урожайности и разнообразия. Однако этот обмен также имел огромную цену: болезни, завезенные из Европы (оспа, корь и др.), вызвали катастрофические потери среди незащитного коренного населения Америки, намного превосходящие масштабы любого голода.

1.3.5 Тень голода: Ирландский голод (Сен, 1981) и Бенгальский голод

Традиция Хотя аграрная эпоха и нормализовала излишки продовольствия, она не устранила коренным образом угрозу голода. На самом деле, с увеличением плотности населения и усилением зависимости от монокультур разрушительная сила голода стала еще более поразительной. Два последующих голода, хотя и произошли в индустриальную эпоху (Ирландский голод 1845 года и Бенгальский голод 1943 года), по сути, были пережитками зависимости от монокультур в традиционной аграрной эпохе и колониальной системе — отголосками доиндустриальной уязвимости выживания в рамках индустриальной эпохи.

Ирландский голод (1845–1850) — один из самых показательных случаев в истории сельского хозяйства . После того как картофель был завезен в Европу из Америки в XVI веке , его широко выращивали в Ирландии благодаря высокой уро-

жайности и неприхотливости. К 1845 году более 3 миллионов бедных ирландцев почти полностью зависели от картофеля для выживания; небольшого участка земли, засеянного картофелем, было достаточно, чтобы прокормить семью. Однако эта модель монокультуры таила в себе смертельную опасность: сорта картофеля, выращиваемые в Ирландии, были крайне ограничены, почти исключительно сорт «Ирландский лумпер», с очень низким генетическим разнообразием.

В августе 1845 года в Ирландии произошла вспышка фитофтороза картофеля, вызванная патогенным грибом * *Phytophthora infestans* *. Этот патоген быстро распространился ветром и водой, заражая картофельные поля по всему острову. К 1846 году болезнь почти полностью уничтожила урожай картофеля, снизив его более чем на две трети. На обширных полях стебли и листья картофеля оставались зелеными, но подземные клубни сгнили и почернели, источая едкий запах.

Последствия были катастрофическими: около 1 миллиона человек умерли от голода или связанных с ним болезней (по общепринятым академическим оценкам), и более 1,5 миллиона были вынуждены эмигрировать в Северную Америку, Австралию и другие регионы. Население Ирландии сократилось примерно на 3 миллиона человек и до сих пор не восстановилось до довоенного уровня. По иронии судьбы, Ирландия продолжала экспортировать зерно в Великобританию во

время голода, что является ярким проявлением структурного противоречия между колониализмом и распределением продовольствия, как показано в главе 3 : в логике выживания империй продовольственная безопасность колоний всегда была подчинена экономическим интересам метрополии, а логика колониальной экономики полностью игнорировала права на выживание наиболее обедневшего населения. Ирландский голод наглядно продемонстрировал огромные риски монокультуры и важность сельскохозяйственного разнообразия, а также непосредственно способствовал зарождению и развитию фитопатологии.

Бенгальский голод (1943 г.) иллюстрирует, как война и системные сбои в совокупности усугубили ситуацию . В 1942 году Япония оккупировала Бирму, перекрыв импорт риса в Бенгалию, которая являлась её основным источником продовольствия. В октябре того же года разрушительный циклон обрушился на Бенгалию , уничтожив осенний урожай риса. Однако истинным фактором, доведшим катастрофу до предела, стала « политика отрицания » британского колониального правительства : чтобы предотвратить попадание кораблей и запасов риса в руки японцев, власти систематически уничтожали большое количество транспортных судов и зерновых запасов Бенгалии. Поставки гуманитарной помощи сильно задерживались, и колониальные власти даже отрицали серьезность голода.

В результате этого голода погибло приблизительно от 2

до 3 миллионов человек. Лауреат Нобелевской премии по экономике Амартия Сен в своих исследованиях этого голода предложил теорию « нарушения права на получение продовольствия » — согласно которой голод не обязательно вызван недостаточным общим объемом производства продовольствия, а скорее тем, что бедные слои населения теряют право на продовольствие и доступ к нему. Эта теория оказала глубокое влияние на экономику развития и исследования голода, а также послужила важной теоретической основой для последующей политики в области продовольственной безопасности.

Практически одновременно в 1942-1943 годах провинция Хэнань в Китае также пережила сильный голод , который, по оценкам, унес жизни около 3 миллионов человек. Причиной стали сочетание таких факторов, как война, засуха, нашествие саранчи и неадекватная государственная помощь пострадавшим.

Сравнивая с традицией Примечательной тенденцией в ^{технологических} характеристиках четырех основных сельскохозяйственных регионов в аграрную эпоху является то, что с развитием сельскохозяйственных технологий зависимость человека от природной среды постепенно сместилась от «пассивной адаптации» к «активной трансформации» . Ирригационная система Дуцзяньянь в Китае, система карез в исламском мире и террасы инков — все это, по сути, примеры усилий человека по преодолению экологических ограни-

чений с помощью технологических средств. Однако ключевой ограничивающий фактор также напоминает нам о том, что до индустриальной эпохи все сельскохозяйственные системы сталкивались с непреодолимым пределом урожайности, определяемым площадью земли, природными водными ресурсами, климатическими условиями и количеством рабочей силы. Преодоление этого предела требовало фундаментальной технологической революции.

1.4 Эпоха индустриальной и современной цивилизации: гарантия выживания благодаря эффективному массовому производству (с XVIII века по настоящее время)

1.4.1 Процесс Хабера - Боша: как синтез аммиака коренным образом меняет систему снабжения человечества продовольствием.

3 июля 1909 года в лаборатории Карлсруэского университета в Германии физико-химик Фриц Хабер (1868–1934) завершил эксперимент, который изменил ход человеческой истории. Он успешно синтезировал аммиак непосредственно из азота и водорода, достигнув выхода 10 % , и работал непрерывно в течение 5 часов. Это означало, что промышленный синтез азотных удобрений теоретически стал возможен.

Азотное удобрение Важность сельского хозяйства невозможно переоценить. Азот — это ключевой элемент, необ-

ходимый для роста растений, составляющий основу белков и хлорофилла. В естественных условиях азот в почве в основном поступает за счет фиксации азота молниями и фиксации азота ризобиями в бобовых, и его общее количество крайне ограничено. До открытия Хабера мировой потолок сельскохозяйственного производства был прочно закреплен естественным запасом азота. В XIX веке Европе даже приходилось импортировать гуано и нитраты из Чили и Перу в Южной Америке, чтобы удовлетворить свои потребности в азоте для сельского хозяйства, что приводило к войнам между странами из-за этого.

Результаты лабораторных исследований Хабера были быстро внедрены в промышленное производство Карлом Бошем. В 1913 году немецкая компания BASF построила первый в мире завод по производству синтетического аммиака. Эта технология, известная как «процесс Хабера - Боша», позволила впервые в истории человечества осуществить крупномасштабный синтез азотных удобрений из атмосферного азота.

Хабера - Боша оказал колоссальное влияние на сельское хозяйство. Ежегодно в мире с использованием этого процесса производится более 150 миллионов тонн синтетического аммиака, причем около 80 % используется в сельском хозяйстве. Канадский историк Вацлав Смир подсчитал, что продовольственная база для примерно 40–50 % населения мира зависит от азотных удобрений, производимых с помо-

щью процесса Хабера - Боша (научные оценки варьируются: Смир оценил это в 40 % в 2001 году , а в 2008 году эта цифра была обновлена до 48 %) . Смир отметил , что фундаментальное значение процесса Хабера-Боша для современного мира превосходит значение самолетов, атомной энергетики, космических полетов или телевидения. Без синтетических азотных удобрений рост мирового населения с 1,6 миллиарда до 7,8 миллиарда человек в XX веке был бы невообразимым; природные запасы азота могли бы обеспечить пропитание максимум примерно 4 миллиардам человек.

Личная судьба Хабера была полна трагических противоречий. Этот человек, «создавший хлеб из воздуха», также возглавлял немецкое химическое подразделение во время Первой мировой войны, руководя разработкой химического оружия, такого как хлор, и известен как «отец химического оружия». В 1918 году изобретение синтеза аммиака принесло ему Нобелевскую премию по химии, но разработка им химического оружия привела к сотням тысяч жертв . После прихода нацистов к власти в 1933 году Хабер , будучи евреем, был вынужден эмигрировать и умер в одиночестве в Швейцарии в 1934 году. Двойное наследие Хабера — поддержка ... миллиарды удобрения и убой скота тысячи Отравляющий газ стал одним из самых глубоких предостережений в истории научной этики.

1.4.2 Зелёная революция (Эвенсон, 2003) : Пшеничное чудо Нормана Борлауга

Если бы процесс Хабера - Боша решил проблему «удобрений» «Зелёная революция» ответила на вопрос «откуда берутся материалы?», рассмотрев вопрос «как выращивать больше продовольствия на ограниченной территории». Центральной фигурой этой революции был американский агроном Норман Борлауг (1914–2009).

В 1944 году Борлауг , получивший докторскую степень по фитопатологии в Университете Миннесоты, присоединился к «Мексиканской сельскохозяйственной программе », представлявшей собой сотрудничество между Фондом Рокфеллера и правительством Мексики . В то время производство пшеницы в Мексике было крайне низким, и внутреннее производство не могло удовлетворить спрос, вынуждая страну импортировать большие объёмы. Борлауг столкнулся с проблемой: традиционные сорта пшеницы имели высокие стебли, и если для увеличения урожайности применялись химические удобрения, тяжелые колосья вызывали полегание, что приводило к снижению урожая.

Новаторские идеи Борлауга зародились в Японии. Еще в 1930-х годах японские селекционеры вывели карликовый сорт пшеницы, Норин 10 — сорт с крепкими , коротки-

ми стеблями, способными выдерживать тяжелые колосья без полегания. Борлауг скрестил Норин 10 с местными американскими сортами пшеницы и после многолетней многократной селекции разработал серию полукарликовых сортов пшеницы. Эти новые сорта обладают тремя основными преимуществами: короткие стебли и устойчивость к полеганию, что позволяет безопасно использовать химические удобрения; крупные колосья и полные зерна, значительно увеличивающие урожайность; и высокая устойчивость к болезням, снижающая потери урожая из-за болезней.

Для повышения эффективности селекции Борлэг изобрел метод челночной селекции : чередование посева пшеницы между высокогорьем Мексики (летом) и северными низинами (зимой), что позволяет завершить два поколения селекции за год, сократив традиционный селекционный цикл с 10-15 лет до 5-7 лет. Благодаря этому нововведению команда Борлэга быстро разработала высокоурожайные сорта пшеницы, адаптированные к различным условиям окружающей среды .

Результаты были поразительными. К 1956 году Мексика достигла самообеспеченности пшеницей и начала экспортировать ее; к началу 1960 -х годов 95 % мексиканских посевов пшеницы составляли новые сорта, разработанные в Болонье. В Индии М.С. Сваминатан (1925–2023) , прозванный « отцом индийской зеленой революции » , способствовал внедрению карликовых сортов пшеницы, выращенных в

Болонье . В 1966 году Индия импортировала 18 000 тонн мексиканских семян пшеницы, и производство пшеницы выросло с 12 миллионов тонн в 1965 году до 20,1 миллионов тонн в 1970 году . Индия достигла продовольственной самообеспеченности в 1971 году и к концу 1970-х годов стала одним из крупнейших мировых производителей сельскохозяйственной продукции .

Бо Лёгге был удостоен Нобелевской премии мира в 1970 году , став первым агрономом , получившим эту награду. В обосновании премии отмечался его вклад в «борьбу с мировым голодом » . По оценкам, «зеленая революция» могла бы спасти от голода более миллиарда человек во всем мире.

1.4.3 Восточный ответ: Юань Лунпин (Юань Лунпин, (1930-2021) – гибридный рис)

«Зеленая революция» прокатилась по Америке и Южной Азии, а также произвела фурор в Восточной Азии. Наибольший вклад Китая в эту сельскохозяйственную революцию заключался в исследованиях и продвижении технологии гибридного риса.

История Юань Лунпина (1930-2021) начинается в 1964 году. В то время Китай всё ещё восстанавливался после травмы трёхлетней катастрофы (1959-1961) , и продовольственная безопасность считалась первостепенной национальной

задачей. Преподавая в Аньцзянской сельскохозяйственной школе в провинции Хунань, Юань Лунпин начал изучать использование гетерозиса в рисоводстве. В то время академическое сообщество в целом считало, что рис является самоопыляющейся культурой и не проявляет значительного гетерозиса; исследование гибридного риса считалось «незнанием генетики». Юань Лунпин столкнулся с огромным давлением и провёл обширные полевые наблюдения.

В 1966 году Юань Лунпин опубликовал статью под названием «Мужская стерильность риса», в которой впервые доказал существование естественно стерильных мужских растений риса, заложив теоретическую основу для выращивания гибридного риса. В 1970 году его помощник Ли Бихуэй обнаружил естественно стерильное дикое растение риса (названное «Дикий аборт») на ферме Нань Хун на острове Хайнань, что стало прорывом в трехлинейной системе. В 1973 году команда Юань Лунпина преодолела технические трудности, связанные с подбором «трех линий» (стерильная линия, линия-поддерживающая и линия-восстановитель); в 1974 году они вывели первую высокоурожайную и высококачественную гибридную комбинацию риса — Нанью № 2, которая в ходе испытаний в Аньцзянской сельскохозяйственной школе достигла урожайности 628 кг на му (приблизительно 0,067 гектара), что значительно превысило показатели традиционных сортов.

С 1976 года в Китае широко продвигается гибридный рис,

увеличивающий урожайность примерно на 20 % по сравнению с обычным рисом . Последние данные показывают, что ежегодная площадь посевов гибридного риса превышает 200 миллионов му (приблизительно 13,3 миллиона гектаров), что составляет около 50 % от общей площади посевов риса и около 60 % от общего урожая риса . Технология выращивания гибридного риса была внедрена в США в 1979 году , став первой китайской научно-исследовательской технологией, экспортированной в США.

Последующие исследования Юань Лунпина также принесли замечательные результаты . В 1986 году он предложил стратегическую концепцию селекции гибридного риса, обозначив техническую дорожную карту от трехлинейного метода к двухлинейному , а затем к однолинейному . В 1995 году был успешно разработан двухлинейный метод гибридизации риса, увеличивший урожайность на 5-10 % по сравнению с трехлинейным методом. Исследования супергибридного риса начались в 1997 году , и в результате постоянно устанавливались мировые рекорды урожайности риса. Технология гибридного риса была внедрена более чем в 50 странах , включая Индию, Вьетнам, Филиппины и Бангладеш , напрямую обеспечивая продовольствием сотни миллионов людей.

1.4.4 Механизация сельского хозяйства: от стальных плугов до комбайнов.

Химические удобрения и улучшенные семена решили проблемы « что сажать » и «какие удобрения применять», но для достижения качественного скачка в эффективности сельскохозяйственного производства необходимо также решить проблему «как сажать », то есть заменить человеческую и животную силу механической.

Джон Дир (1804–1886) был пионером этой революции механизации . В 1837 году этот кузнец из Иллинойса выковал первый самоочищающийся стальной плуг из сложенного пильного полотна. Ключевым нововведением этого плуга стала его гладкая стальная поверхность , которая могла прорезать тяжелую, липкую почву прерий американского Среднего Запада, не пачкаясь грязью; предыдущие чугунные плуги были практически непригодны для таких почв. Стальной плуг Дира сделал возможным расчистку обширных прерий американского Среднего Запада, непосредственно способствуя расширению сельского хозяйства на запад в Соединенных Штатах . К 1843 году годовое производство Дира достигло 400 плугов ; в 1848 году он переехал в Морин на реке Миссисипи и основал крупный производственный завод. Сегодня компания John Deere & Company является одним из крупнейших в мире производителей сельскохозяйствен-

ной техники.

Сайрус Маккормик (1809–1884) внес столь же неоценимый вклад . В 1831 году , в возрасте 22 лет , Маккормик изобрел механическую жатку в кузнице в Вирджинии — машину, приводимую в движение лошадьми, способную собирать урожай с 10 акров зерна в день , что эквивалентно работе пяти рабочих . Получив патент в 1834 году , Маккормик основал компанию McCormick Harvester Company в Чикаго в 1847 году. На Всемирной выставке 1851 года в Хрустальном дворце в Лондоне его жатка получила золотую медаль, тем самым выйдя на европейский рынок.

Значение механизированных комбайнов выходит далеко за рамки повышения эффективности. Ранее сельскохозяйственное производство сталкивалось с серьезным узким местом: посев и прополка могли занимать недели или даже месяцы, но уборку урожая нужно было проводить в чрезвычайно короткие сроки. После созревания зерна, если их не собрать вовремя, они осыпались, прорастали или были съедены птицами. Поэтому сельскохозяйственная продукция зависела не только от затрат на посев, но и, что, возможно, более важно, от скорости уборки урожая. Механизированные комбайны преодолели это узкое место, позволив развивать крупномасштабное коммерческое сельское хозяйство.

С конца XIX века до середины XX века механизация сельского хозяйства стремительно развивалась. Паровые тракторы заменили лошадей в качестве основного источника энер-

гии; изобретение двигателя внутреннего сгорания сделало тракторы более эффективными и мобильными; зерноуборочные комбайны объединили уборку урожая, обмолот и очистку в одной машине. К 2020 году американский фермер мог прокормить примерно 155 человек (МакЭведи, 1978), в 1900 году это число составляло всего около 5.

1.4.5 Современные вызовы: полемика вокруг ГМО (Европейский исследовательский совет, 2010), движение за органическое земледелие (Карсон, 1962) и точное земледелие.

XX века сельскохозяйственные технологии стремительно развивались в направлении высокоэффективного и крупномасштабного производства, но это также породило ряд новых проблем. Современное сельское хозяйство стоит перед глубоким выбором: как продолжать обеспечивать глобальное продовольственное снабжение, одновременно снижая негативное воздействие на окружающую среду?

В центре внимания этого решения — полемика вокруг генетически модифицированных (ГМ) технологий. В 1996 году Соединенные Штаты впервые в больших масштабах начали коммерческое выращивание ГМ-культур (устойчивый к насекомым хлопок и устойчивая к гербицидам соя). С тех

пор ГМ-кукуруза, хлопок, соя и рапс быстро распространились по всему миру. Сторонники утверждают, что ГМ-культуры могут сократить использование пестицидов, увеличить урожайность и повысить устойчивость к стрессовым факторам, что делает их ключевой технологией для решения проблемы глобальной продовольственной безопасности. Противники, однако, опасаются потенциального генного дрейфа, который может заразить диких сородичей, долгосрочных проблем безопасности ГМ-продуктов и угрозы правам фермеров, создаваемой монополией транснациональных корпораций на патенты на семена.

Изменение общественного мнения было драматическим . В 1996 году французская газета *Libération* опубликовала статью под названием «Тревога пандемии сои», в которой сообщалось о спорах вокруг импорта генетически модифицированной сои, что вызвало волну протестов против ГМО в Европе . В 1999 году активисты заперлись у дверей зернохранилищ в Испании в знак протеста против генетически модифицированных кормов для животных. Хотя Европейский исследовательский совет в 2010 году пришел к выводу , что « биотехнология, особенно генетически модифицированные организмы, не является по своей сути более рискованной , чем традиционные методы селекции растений », это заключение было сделано слишком поздно, чтобы изменить общественное восприятие. Сегодня Соединенные Штаты, Бразилия, Аргентина и Канада широко выращивают генетически

модифицированные культуры; Европейский союз сохраняет осторожную позицию; а Китай коммерчески выращивает генетически модифицированный хлопок и папайю, но по-прежнему с осторожностью относится к основным сельскохозяйственным культурам.

Возникновение движения за органическое земледелие представляет собой иной подход . В 1962 году американский морской биолог Рейчел Карсон (1907-1964) опубликовала книгу «Безмолвная весна » , в которой разоблачила разрушительное воздействие пестицидов, таких как ДДТ, на экосистемы и повысила осведомленность общественности об экологических проблемах. Книга Карсон непосредственно привела к запрету ДДТ в Соединенных Штатах в 1972 году и послужила толчком к созданию Агентства по охране окружающей среды (EPA) . В 1972 году была основана Международная федерация движений за органическое сельское хозяйство (IFOAM), выступающая за методы сельскохозяйственного производства , которые не используют синтетические удобрения и пестициды и уважают естественные экологические циклы. Основные концепции органического земледелия — это устойчивость и экологический баланс, но его урожайность, как правило, на 20-40 % ниже, чем у традиционного сельского хозяйства , что затрудняет полное удовлетворение глобальных потребностей в продовольствии.

Точное земледелие , с другой стороны, пытается выбрать срединный путь . С тех пор как технология GPS вошла в

сельскохозяйственную сферу в середине 1990 - х годов , дистанционное зондирование, дроны, датчики, большие данные и искусственный интеллект все чаще применяются в сельскохозяйственном производстве. Основная концепция точного земледелия заключается в применении удобрений, пестицидов и поливной воды «в нужное время, в нужном месте и в нужном количестве », что позволяет сократить расход ресурсов и загрязнение окружающей среды при сохранении высоких урожаев. Исследования показывают, что точное земледелие может снизить потребление топлива на 20 % (Evenson, 2003) и использование удобрений и пестицидов на 30 % (Evenson, 2003) – 50 % (Evenson, 2003) .

В 2012 году Эммануэль Шарпантье Эммануэль Шарпантье и Дженнифер Даудна были удостоены Нобелевской премии по химии 2020 года за свои исследования в области технологии редактирования генов CRISPR-Cas9 . Технология редактирования генов отличается от традиционной генетической модификации — она позволяет точно изменять определенные последовательности в генах сельскохозяйственных культур без введения чужеродных генов, что потенциально обеспечивает большую гибкость в нормативно-правовых рамках. Эта технология открывает новые возможности для выведения устойчивых к болезням , засухе и высокоурожайных сортов, но ее долгосрочное влияние еще предстоит оценить. Независимо от того, как будет развиваться технология, человечество всегда будет сталкиваться с одной и той

же проблемой: как прокормить растущее население планеты при ограниченных земельных и водных ресурсах.

Неоспоримым фактом является то, что со времен «зеленой революции» мировое производство зерна удвоилось всего за несколько десятилетий, при этом в развивающихся регионах значительно увеличилась урожайность с гектара: пшеницы на 208 % (Эвенсон, 2003), риса на 109 % (Эвенсон, 2003) и кукурузы на 157 % (Эвенсон, 2003). Это беспрецедентное достижение в истории человечества, спасшее миллиарды людей от голода.

Однако эти достижения сопряжены с серьезными экологическими издержками. Крупномасштабное орошение привело к резкому снижению уровня грунтовых вод (как это видно в Пенджабе, Индия, и в водоносном горизонте Огара в США); чрезмерное использование удобрений и пестицидов привело к деградации почвы и загрязнению воды; продвижение высокоурожайных сортов привело к тому, что примерно 60 % мирового теплоснабжения обеспечивается всего пятью культурами (пшеницей, рисом, кукурузой, картофелем и соей), а биоразнообразие в сельском хозяйстве резко сократилось. Зеленая революция добилась огромных успехов в плане «выживания», но также поставила перед будущим «устойчивым развитием» серьезные задачи.

В 2024 году примерно 735 миллионов человек во всем мире (ФАО, 2024) по-прежнему сталкивались с угрозой голода, причем подавляющее большинство из них проживало

в странах Африки к югу от Сахары. Свет «зеленой революции» не одинаково осветил все континенты. Между тем, изменение климата меняет глобальный сельскохозяйственный ландшафт: экстремальные погодные явления становятся все более частыми, пахотные земли сокращаются, а распространение вредителей и болезней расширяется. Путь человечества к выживанию еще далек от завершения.

От каменных орудий в долине Олдувай до технологий редактирования генов в лабораториях, от многочасового ежедневного собирательства до механизированного земледелия, где один человек может прокормить 15-5 человек, методы добычи пищи человечеством претерпели четыре революционных изменения. В основе каждого изменения лежит одна и та же логика: в условиях ограниченных ресурсов, используя мудрость и труд для обмена на новые возможности выживания. Гибкая адаптация эпохи охотников-собирателей, оседлое производство эпохи одомашнивания в сельском хозяйстве и скотоводстве, интенсивное земледелие традиционной сельскохозяйственной эпохи и химическое и механическое развитие индустриальной эпохи — эти изменения не только повлияли на эффективность добычи пищи, но и перестроили социальную организацию, межличностные отношения и даже очертания духовного мира.

Только когда проблема с продовольствием будет в основном решена, люди смогут направить избыток энергии на другие области, такие как наблюдение за звездами для понима-

ния мира. Мир функционирует в соответствии с определенными принципами: бронза отливалась для защиты жизненного пространства людей, а каменные орудия вырезались для выражения внутренних эстетических устремлений. Решение проблемы продовольствия является необходимым условием для когнитивного развития, социальной сложности и процветания духовной культуры, что и будет рассмотрено в главе 2 .

Глава 2. Когнитивные прорывы и научные инструменты: технологическая поддержка для повышения эффективности выживания.

В предыдущем тексте были описаны четыре этапа развития методов добычи пищи человеком — от собирательства и охоты до земледелия и оседлости, от локального одомашнивания до глобального обмена. За каждым скачком стоит прорыв в границах познания и повышение эффективности орудий труда. Однако, когда мы обращаем внимание на более глубокую историческую структуру, возникает вопрос: что побудило человечество внезапно «ускориться» после миллионов лет медленной эволюции, совершив скачок от пещер к городам всего за десять тысяч лет? Ответ скрыт в трех взаимосвязанных и постепенно усложняющихся концепциях : наука , технология и орудия труда .

Наука, по сути, — это систематическое понимание человечеством законов природы, представляющее собой прорыв на теоретическом уровне. Когда древние люди наблюдали периодичность движений небесных тел, когда Ньютон (1687) вывел закон всемирного тяготения, наблюдая за па-

дением яблока, и когда Мария Кюри извлекла радий из тонн урановой руды — эти скачки в познании были, по сути, попытками человечества заменить свое невежество и страх перед природой рациональным порядком. Наука отвечает на вопрос «почему», предоставляя человечеству когнитивную карту для понимания мира.

Технология, по сути, — это процесс преобразования научных знаний в практические методы; она представляет собой инновацию на методологическом уровне. Знать, что камень твердый и хрупкий, — это одно; овладеть методом точного удаления острых отщепов из каменной сердцевины — совсем другое. Технология отвечает на вопрос «как это сделать», выступая в качестве моста, соединяющего «знание» и «действие», канала для преобразования абстрактного познания в практические навыки.

, являются материальными носителями технологий, физическими объектами, непосредственно используемыми в производственной практике. Будь то первый каменный инструмент из Олдувайского ущелья, найденный 260 миллионов лет назад, или кремниевые чипы в современных суперкомпьютерных кластерах, инструменты — это материализованные формы технологических концепций и наиболее прямой интерфейс между человеком и миром.

Эти три элемента образуют постоянно динамичный замкнутый цикл: научные открытия порождают технологические изобретения, технологические изобретения стимулируют

ют инновации в инструментах, инновации в инструментах повышают производительность, а скачок в производительности, в свою очередь, выявляет новые «слепые пятна» в нашем понимании, стимулируя более глубокие научные исследования. Именно в этом спиральном цикле человечество постепенно освободилось от абсолютной зависимости от своих биологических ресурсов и встало на уникальный эволюционный путь непрерывного расширения своих возможностей за счет «внешних органов» .

В этой книге представлена ключевая концепция, пронизывающая всю главу: технология — это человеческое тело. Технология как продолжение человеческих органов . Эта перспектива — не простая метафора, а эпистемологический инструмент для раскрытия сущности технологии . 260 миллионов лет назад люди поднимали камни, чтобы раскалывать кости животных и добывать костный мозг — продолжение руки, где хрупкие ногти и кулаки были заменены твердым камнем; 176 000 лет назад появление ашельской ручной секиры ознаменовало первое систематическое внешнее проявление функции рук ; в 1769 году паровой двигатель Уатта выпустил первый столб белого дыма — продолжение рук и мышц , химическая энергия преобразовывалась в механическую, и люди впервые обрели силу, превосходящую пределы физического тела ; в 1804 году паровоз Стефенсона пронесся по рельсам — продолжение ног, переопределяющее географическое расстояние ; В 1876 году Белл крикнул в теле-

фонную трубку: «Мистер Уотсон, идите сюда ! » — это было продолжением ушей и глаз, звуковые и световые сигналы преобразовывались в электромагнитные волны, мгновенно распространяющиеся через горы и моря ; в 1946 году 18 000 вакуумных ламп ENIA C замерцали в Университете Пенсильвании — это было продолжением мозга, первым случаем, когда возможности хранения информации и вычислений были вынесены за пределы физического устройства, поддающегося воспроизведению. На протяжении десятков тысяч лет технология всегда играла роль «внешнего органа»: она не заменяет людей, а скорее усиливает человеческие возможности, расширяет человеческие границы и повышает эффективность выживания человека.

по мере того как колеса истории входили в XXI век , незаметно происходил новый поворотный момент. Появление искусственного интеллекта (ИИ) знаменует собой фундаментальный разрыв в истории технологий — он больше не является продолжением человеческих органов, а потенциальной заменой основных когнитивных способностей человека. Это исторический поворот от «продолжения» к «замене», а также глубокая логическая отправная точка для перехода этой книги от «выживания» к «существованию». Но прежде чем это произойдет, мы должны сначала вернуться в далекое прошлое и проследить, как этот путь продолжения прокладывался шаг за шагом.

2.1 Эпоха охотников-собирателей: инстинктивное восприятие и простые инструменты выживания (примерно 300 миллионов лет назад) — Примерно 12 000 лет назад)

2.1.1 Революция каменного века: от ольхового гравия до ашельских ручных топоров.

Революция каменного века стала первым шагом к расширению наших рук; история человеческих технологий началась с камня.

Около 260 миллионов лет назад в рифтовой долине Альдво в Восточной Африке австралопитек, или ранний представитель рода *Homo habilis*, уже способный ходить прямо , присел на корточки , поднял круглый камешек с берега реки и с силой ударил по нему другим камнем. С характерным треском от него откололся острый отщеп. Этот древний ремесленник (если его можно так назвать) зажал отщеп между большим и указательным пальцами и попытался использовать его, чтобы разрезать плоть разлагающейся туши

животного. Впервые он почувствовал, что его рука «удлинилась», «затвердела» и «острее». В тот миг человечество достигло своего самого примитивного преобразования собственных органов: камень стал заменой ногтям, усовершенствованной версией кулака и продолжением зубов. Это было первое удлинение кисти — не за счет генетической мутации для удлинения пальцев, а путем модификации внешних материалов, создавшей искусственную «третью руку».

Это, казалось бы, незначительное действие на самом деле воплощает фундаментальный сдвиг в стратегиях выживания человека. До этого человеческие руки по сути ничем не отличались от передних конечностей шимпанзе; они могли хватать и рвать, но, столкнувшись с твердыми костями, густой шерстью и опасной добычей, биологические руки оказались такими хрупкими и бессильными. Появление каменных орудий означало, что люди начали использовать экзосоматические орудия, чтобы компенсировать недостатки своих физических органов. Камень не разрушается, не изнашивается и не нуждается в генетической эволюции; его можно изготавливать, улучшать и передавать из поколения в поколение. Эффективность резки олдованского рубила в десятки раз выше, чем разрыва голыми руками; группа, использующая каменные орудия, обладает охотничьим уклоном и эффективностью получения энергии, намного превосходящими показатели приматов, полагающихся исключительно на когти и зубы.

Примерно 176 000 лет назад технологии совершили еще один значительный скачок вперед. На африканском континенте ранние ремесленники изобрели совершенно новый тип каменного орудия — ашельское ручное рубило . В отличие от случайных ударов, характерных для орудий из гальки в Альдервоше, ашельское ручное рубило имело правильную , симметричную форму: обе стороны были тщательно обработаны, с острыми, лезвиеобразными кромками, один конец заостренный, как копье, а другой закругленный для удобного захвата. Археологи обнаружили ручное рубило на стоянке у озера Туркана в Кении , длиной приблизительно 15 см и шириной 8 см , весом около 200 граммов . На лезвии было обнаружено более 50 следов ударов молотка , что указывает на то, что оно не было случайным результатом, а скорее продуктом целенаправленного проектирования и многократной обработки.

Появление ашельских ручных рубил ознаменовало первое «усовершенствование» в развитии ручных инструментов. Если орудия труда из Альдервоше просто превратили камень в продолжение руки, то ашельское ручное рубило превратило его в «профессиональное дополнение » — многофункциональную платформу , способную разделять добычу, рубить дрова, выкапывать корни растений, метать для защиты от хищников и даже потенциально служить сигналом для демонстрации социального статуса. Функции руки значительно расширились: резка, рубка, метание и

удержание — задачи, которые ранее требовали координации нескольких органов, — теперь были интегрированы в небольшой каменный инструмент. Что еще важнее, изготовление ашельского ручного рубила требовало соблюдения строгой последовательности операций: выбор материала, грубая обработка, двусторонняя ковка и заточка лезвия. Это означало, что изготовитель должен был обладать способностью к планированию и процедурной памятью, что является внешним свидетельством скачка в когнитивных способностях. Ручное рубило не только удлинит руку, но и стимулировало эволюцию мозга.

, отличающих человека от других животных, — это сознательное создание орудий труда. Около 2,6 миллиона лет назад ранние гоминиды Восточноафриканской рифтовой долины — *Homo habilis* — начали использовать камни для создания острых лезвий, чтобы резать мясо и ломать кости для получения костного мозга. Эти каменные орудия, известные как «олдованская» культура, могут показаться грубыми, но они знаменуют собой первый случай, когда люди расширили границы своих возможностей, используя внешние инструменты. Британский археолог Грэм Кларк разделил палеолитическую технологию на пять режимов, и эта концепция остается основополагающей для изучения каменного века. Режим I (олдованская технология) представлял собой только простые нуклеусы и отщепы, изготовленные с помощью ударного метода твердого молотка. Примерно 1,7 мил-

лиона лет назад, с появлением Homo erectus , технология каменных орудий перешла в режим II — ашельскую технологию . Ашельский ручной топор — это большой двусторонний режущий инструмент с сужающимся корпусом, выступающими боками и изогнутой рукояткой. Он обладает четко выраженной продольной осью и симметрией, что делает его первым стандартизированным «формальным инструментом ». Распространение ашельских ручных рубил можно считать одним из самых ранних глобальных событий в истории человечества . Зародившись в Восточной и Южной Африке, они распространились в Западную Азию, Южную Азию, Восточную Азию и Европу от 1,5 миллиона до 800 000 лет назад . Впервые они были обнаружены на стоянке Сен - Ашель на севере Франции в 1859 году , отсюда и их название. Изготовление некоторых прекрасных ручных рубил требовало десятков этапов и сотен точных ударов; их симметрия даже считается отражением эстетического сознания ранних людей, потенциально самым ранним материальным свидетельством человеческих эстетических концепций. Около 300 000 лет назад технология изготовления каменных орудий претерпела еще один качественный скачок. Появление техники Леваллуа ознаменовало рождение техники Моде III (техника Мёста). В основе этой технологии лежат «заранее изготовленные каменные заготовки » — мастера систематически придают каменной заготовке необходимую форму заранее, а затем извлекают из нее каменные отщепы заданной

формы. Этот «заранее спланированный, пошаговый» производственный процесс свидетельствует о фундаментальном улучшении когнитивных способностей человека, при этом рабочая память и возможности последовательного планирования достигают новых высот.

2.1.2 Контроль над огнём: от использования природного огня до разведения искусственного огня.

Если каменные орудия труда удлинители человеческие руки, то огонь коренным образом преобразил пищеварительную систему и социальную структуру человека. Использование огня — один из величайших прорывов в истории технологического развития человечества, свидетельства которого датируются примерно 1 миллионом лет назад. Археологический памятник ашельской культуры в Южной Африке показывает, что древние люди освоили технику разведения огня. Около 780 000 лет назад археологический памятник ашельской культуры в долине реки Иордан доказал, что ранние люди не только разводили огонь, но и использовали его для приготовления рыбы. А от 800 000 до 600 000 лет назад обгоревшие слои в пещере Чжоукоудянь недалеко от Пекина доказывают, что *Homo erectus* в Азии успешно контролировал горение. Улучшение эффективности выживания человека благодаря огню было всеобъемлющим. При-

готовление пищи облегчало ее переваривание, повышая эффективность потребления белка и энергии, обеспечивая материальную основу для увеличения размера мозга — мозговая ткань потребляет от 20 % до 25 % основного обмена веществ, что было бы невозможно при употреблении сырой пищи. Жизнь вокруг огня способствовала социальному взаимодействию и обмену информацией; Свет от огня отпугивал хищников, а тепло позволило людям расселиться в более холодные климаты. От использования естественного огня до сохранения огня и, наконец, до искусственного разведения огня — эта технологическая эволюция охватывает сотни тысяч лет, и каждый шаг означает дальнейший шаг вперед в контроле человечества над природными силами.

2.1.3 Большинство орудий труда и технологический застой неандертальцев

, названная в честь убежища Мосте близ Ле-Сезара в департаменте Дордонь во Франции, датируется примерно 56 000—40 000 лет назад и была создана в основном неандертальцами (*Homo neanderthalensi*). Эта культура характеризуется сложными скребками и односторонними обработанными наконечниками, а также высокоразвитой техникой леваллуазского предварительного литья. Запутанные каменные орудия аттильской культуры в Северной Африке дополнительно указывают на использование техники рукояток —

встраивание каменных орудий в деревянные рукоятки, что значительно увеличивало мощность и эффективность инструментов. Однако удивительный факт заключается в том, что от культуры Альдервоше до культуры Мосте технология каменных орудий претерпела всего три крупных нововведения примерно за 2,5 миллиона лет, в среднем качественный скачок каждые 800 000 лет. Хотя неандертальцы обладали большим мозгом, чем современные люди, их наборы орудий оставались практически неизменными на протяжении сотен тысяч лет. Археологи обнаружили, что изготовление каменных орудий неандертальцами следовало устоявшимся региональным традициям, с крайне редкими нововведениями и практически полным отсутствием искусства или орнамента. Основная причина этой «технологической стагнации» может заключаться в том, что неандертальцы не обладали сложными языковыми навыками, а язык является ключевым средством кумулятивной передачи культуры.

2.1.4 Происхождение языка: как совместная охота привела к символической коммуникации.

Происхождение языка остается одной из самых загадочных тайн в истории науки, поскольку звук не оставляет ископаемых следов. Однако косвенные свидетельства указывают на тесную связь возникновения языка с кооперативной охо-

той. Когда группа охотников охотилась на мамонта, им необходимо было координировать свои действия, распределять задачи и сообщать о местонахождении добычи. Эта сложная потребность в сотрудничестве заставила ранних людей развить вокализации, жесты и символические системы.

Анатомические данные позволяют проследить хронологию. Морфология подъязычной кости у неандертальцев предполагает наличие у них элементарных голосовых способностей, но структура гортани современных людей — нижний голосовой тракт и более гибкая подъязычная кость — является анатомической основой богатства речи. Генетические исследования выявили важную мутацию в гене FOXP2, связанную со способностью к языку, примерно 200 000–50 000 лет назад. Этот период совпадает с «культурным взрывом» позднего палеолита, во время которого получили распространение сложные орудия труда, наскальные рисунки, резьба и украшения. С появлением языка он стал самым мощным «когнитивным инструментом». Он позволил накапливать знания из поколения в поколение, абстрактно передавать опыт за пределы конкретных контекстов и осуществлять сложные формы сотрудничества внутри больших групп. Короче говоря, язык является краеугольным камнем всех последующих прорывов в человеческом познании — без языка нет передачи знаний; без передачи нет прогресса в цивилизации.

Когда последний слог погас в тлеющих углях костра, ко-

гда охотничья техника передавалась из уст старого охотника в уши молодого, родился «инструмент», гораздо более глубокий, чем любое каменное орудие. Язык стал первым продолжением человеческого мозга.

В отличие от каменных орудий, которые удлинители наши руки, и огня, который удлинит нашу пищеварительную систему, язык удлинит самый важный и уникальный орган человечества — мозг. До появления языка мозг каждого животного представлял собой замкнутый остров информации. Шимпанзе, обнаруживший источник воды, хранил свои знания только в собственной памяти, утраченной после смерти; когда он пытался передать это открытие своим сородичам, он мог полагаться только на примитивные жесты и вокализации, с крайне ограниченной точностью и охватом. Язык полностью изменил эту ситуацию.

Примерно 50 000–100 000 лет назад, когда произошли важные изменения в анатомической структуре гортани у современных людей (*Homo sapiens*), и когда ген FOXP2, известный в научном сообществе как «языковой ген», стабильно распространился среди населения, люди приобрели беспрецедентную способность: кодировать абстрактные переживания в передаваемые символы. Форма листа, охотничий маршрут, повадки хищника, ритм времени года — информация, которая изначально существовала только в нейронной сети индивида, теперь может быть разложена на слоги, собрана в слова, вплетена в повествования и передана во

времени и пространстве.

Это означает, что человеческий мозг перестал быть просто биологическим органом, а стал распределенной сетью, способной накапливать, накладывать и итеративно изменять знания. Опыт первого поколения охотников передавался второму поколению через язык, а второе поколение добавляло новые открытия к этому фундаменту, прежде чем передать его третьему поколению. Каждому поколению не нужно было исследовать мир с нуля, а вместо этого оно опиралось на знания своих предшественников. Язык наделил знания «наследственными» качествами, хотя они передавались не через ДНК, а через звуковые волны и воспоминания, распространяемые внутри социальных групп. Язык позволил человечеству впервые обрести коллективный мозг, где бесчисленные индивидуальные умы были связаны посредством символической коммуникации, образуя когнитивное сообщество, выходящее за рамки времени и пространства.

С точки зрения «расширения органов», каменные орудия являются «механическим продолжением» руки, а язык — «программным продолжением» мозга. Он не увеличивает объем черепа, но бесконечно расширяет источники информации и возможности обработки данных в мозге. Ашельский ручной топор может позволить человеку лучше разделять добычу, но языковое повествование о том, «как охотиться на мамонтов», может многократно повысить эффективность совместной работы всей охотничьей группы. Ес-

ли каменные орудия сделали руки отдельных людей более сильными, то язык позволил мудрости всей группы объединиться — и последнее является истинным двигателем, который в конечном итоге продвинул человечество из Африки в остальной мир.

2.1.5

Технологии и системы орудий каменного века

британского археолога Г. Кларка, основанная на пяти режимах развития технологий, четко сравнивает развитие каменных орудий в разных регионах в палеолитический период, выявляя интригующий факт: развитие технологий в палеолите не было «линейной эволюцией». Традиции обработки камня в Африке и Европе претерпели полную эволюцию от режима I к режиму III, в то время как в Восточной Азии на протяжении 800 000 лет доминировала технология обработки гальки в режиме I. Это региональное различие отражает не разницу в интеллекте, а скорее расхождение в стратегиях выживания в разных условиях. Охота в африканской саванне требовала стандартизированных, больших режущих орудий (ручных топоров), в то время как добыча ресурсов в лесной среде Восточной Азии в большей степени основывалась на простых, острых скребках и наконечниках. Формы орудий неизменно служили конкретным потребностям выживания; это самый ранний пример «познания, служащего выживанию».

Истинная ценность пяти технологических моделей Клар-

ка заключается не в предоставлении универсального эволюционного эталона, а в выявлении фундаментального факта: скорость и направление технологической эволюции зависят от интенсивности и характера факторов, способствующих выживанию в конкретной среде. При слабом воздействии окружающей среды технологические инновации могут стагнировать в течение десятков тысяч лет; при резком изменении окружающей среды технологические прорывы могут быть совершены в течение тысяч лет.

2.2 Эпоха одомашнивания сельскохозяйственных и пастушеских животных : эмпирические знания и сельскохозяйственные орудия (примерно 12 000 лет назад) — (примерно 500 г. до н.э.)

2.2.1 Зарождение письменности: начало записи знаний

Примерно 12 000 лет назад, после окончания последнего ледникового периода, глобальный климат значительно потеплел, и люди начали селиться в крупных речных бассейнах, занимаясь земледелием и одомашниванием скота. Избыток сельскохозяйственной продукции привел к росту населения и социальному разделению труда, что, в свою очередь, породило необходимость в управлении: кто сколько земли обрабатывает, сколько зерна доставляется и сколько долгов кому? Эта информация превысила возможности человеческого мозга по ее хранению, и так возникла письменность.

Шумерская клинопись (ок. 3500–3000 до н.э.) — самая

ранняя из известных систем письма . Шумеры южной Месопотамии использовали заточенные тростники для вырезания треугольных штрихов на влажных глиняных табличках, чтобы записывать списки товаров, земельные акты и юридические тексты. От пиктографического к идеографическому и фонетическому письму клинопись постепенно упрощалась, распространяясь в Аккад, Вавилон, Персию и другие регионы, и в конечном итоге была преобразована в алфавитное письмо финикийцами — эволюционный путь, который повлиял на всю западную систему письма от иврита до греческого и латыни. Примерно в то же время древние египтяне долины Нила разработали иероглифы (ок . 3200 до н.э.) . В отличие от практической направленности клинописи, древнеегипетское письмо было более ритуальным и художественным, разделяясь на три формы: иероглифы (для торжественных случаев), иероглифы (для религиозных документов) и светское письмо (для повседневного использования) . Розеттский камень, обнаруженный в 1799 году (196 г. до н.э.), содержит один и тот же текст тремя разными шрифтами: древнеегипетскими иероглифами, демотическим письмом и древнегреческим, став ключом к расшифровке древнеегипетских иероглифов для ученых XIX века. Китайское письмо на гадательных костях (ок . 1600–1046 гг. до н.э. , династия Шан) — самая ранняя зрелая система письма в Восточной Азии, высеченная на панцирях черепах и костях животных, в основном использовавшаяся для записи гада-

ний. Письмо на гадательных костях содержит приблизительно 4500 символов, из которых около 1500 идентифицированы. Методы формирования иероглифов (пиктографические, идеографические, ассоциативные и фонетические) уже обладают основными структурными характеристиками китайских иероглифов. В отличие от шумерской клинописи и древнеегипетских иероглифов, письменность на гадательных костях возникла независимо — независимое появление этих трех древних систем письма доказывает, что когда социальная сложность достигает определенного порога, изобретение письменности становится весьма вероятным событием. Письменность долины Инда (ок. 2600–1900 до н.э.) была обнаружена на археологических памятниках Хараппа и Мохенджо-Даро. Примерно 400 различных символов до сих пор полностью не расшифрованы. Эти иероглифы, выгравированные на небольших каменных печатях, могли использоваться для маркировки товаров и подтверждения права собственности, отражая развитую сеть дальней торговли цивилизации долины Инда.

Майянская письменность — единственная самостоятельная система письма за пределами Старого Света, достигшая зрелого уровня развития. Примерно в III веке до н.э. (что соответствует позднему периоду Воюющих царств в Китае) майянские жрецы начали использовать иероглифически-слоговое письмо (логоссиллабическое письмо) для записи царской родословной, ритуалов и астрономических на-

блюдений. Его иероглифическая структура имеет как идеографические, так и фонетические функции, и по когнитивной сложности образует тройной баланс с шумерской клинописью и китайским письмом на гадательных костях.

2.2.2 Геометрическая мудрость Древнего Египта: разливы Нила дали начало геодезии.

Каждый год с июля по октябрь регулярные разливы Нила приносят в Египет плодородный ил, но также стирают межевые знаки. Для повторного измерения земли и разметки полей древние египтяне разработали практическую геометрию. Они могли точно вычислять площади прямоугольников, треугольников, трапеций и кругов, а также знали частные случаи теоремы Пифагора (треугольники 3-4-5). Эти знания были зафиксированы в Рейнском папирусе (ок. 1650 г. до н.э.) и Московском папирусе (ок. 1850 г. до н.э.). Древние египтяне также разработали солнечный календарь — год из 365 дней — связывающий восход Сириуса с разливами Нила. Это «астрономическо-сельскохозяйственное» соответствие представляет собой одну из самых ранних попыток человечества систематически сочетать астрономические наблюдения с производственной деятельностью. Имхотеп (ок. 2650 г. до н.э.) — наиболее представительная фигура этого периода. Имхотеп был архитектором, врачом и жрецом во

времена правления фараона Джосера из Третьей династии Древнего Египта. Он спроектировал и построил Ступенчатую пирамиду в Саккаре и впоследствии почитался как бог медицины. Будучи первым человеком в истории, которого увековечили как учёного, Имхотеп, выполняя множество ролей — архитектора, врача, верховного жреца и писца — отражает раннее положение дел, когда «наука» ещё не была отделена от религии и инженерии.

2.2.3 Вавилонская астрономия и математика: шестидесятеричная система, астрология и сельскохозяйственный календарь.

Долины рек Тигр и Евфрат (Месопотамия, современный Ирак) были ещё одной колыбелью ранней науки. Около 2000 года до н.э. древние вавилоняне приняли шестидесятеричную систему для представления целых чисел — выбор не был случайным, поскольку 60 делится на 2, 3, 4, 5 и 6, что делало её чрезвычайно удобной для распределения и вычислений. Они делили окружность на 360 градусов, а час на 60 минут; эти системы используются и сегодня, служа стандартами измерения «времени и пространства» человеческой цивилизации. Древние вавилоняне также умели решать квадратные уравнения, вычислять квадратные и кубические кор-

ни и составлять математические таблицы (таблицы обратных величин, квадратов, кубов и тригонометрических функций), их математический уровень намного превосходил уровень других цивилизаций того же периода. В астрономии древние вавилоняне создали лунный календарь (12 месяцев, 354 дня в году , с високосными месяцами для корректировки), разделили эклиптику на двенадцать созвездий и систематически наблюдали за движением планет и затмениями. Серия « Энума Ану Энлиль » , сохранившаяся на глиняных табличках , является самым ранним известным руководством по астрономическому прогнозированию. Эти знания первоначально служили сельскохозяйственному календарю: когда сеять и когда собирать урожай, напрямую зависело от точных наблюдений за небесными явлениями. Однако конечная цель знаний всегда заключалась в выживании.

2.2.4 Математические прорывы в Древней Индии: концепция нуля, десятичная система и сутра Сёхо.

Древние цивилизации долин рек Инд и Ганг внесли революционный вклад в математику . «Шульба-сутры», написанные примерно в 800-500 годах до н.э. , являются самым ранним математическим текстом Индии , в котором описаны точные геометрические методы , используемые для строительства алтарей, включая общую формулировку теоремы

Пифагора (Плофкер, 2009) , предшествовавшую самому Пифагору на несколько столетий. Еще более поразительно, что древнеиндийские математики разработали позиционную систему счисления и ввели « ноль» (санскрит. śūnya) как самостоятельный числовой символ примерно в IX веке н.э. Изобретение нуля, кажущееся простым, на самом деле означает глубокий скачок в человеческом познании: от « ничто» к « нулю », качественное изменение от философского понятия к математической операции. Благодаря распространению арабскими торговцами и учеными, индийская десятичная система счисления в конечном итоге достигла Европы, став известной как « арабские цифры », что стало одним из самых успешных примеров распространения знаний в истории человечества.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.