



DOI: 10.19181/smtp.2025.7.3.16

EDN: UHEEHN

Научная статья

Research article

РОЛЬ ЗНАНИЙ В РАЗВИТИИ ОБЩЕСТВА. ОГРАНИЧЕНИЯ И ИЗБЫТКИ ПО ДОСТУПНЫМ РЕСУРСАМ КАК СТИМУЛ ПОИСКА НОВОГО ЗНАНИЯ



**Шепелев
Геннадий Васильевич¹**

¹ НИЦ «Курчатовский институт» – НИИСИ, Москва, Россия

Для цитирования: Шепелев Г. В. Роль знаний в развитии общества. Ограничения и избытки по доступным ресурсам как стимул поиска нового знания // Управление наукой: теория и практика. 2025. Т. 7, № 3. С. 216–233. DOI 10.19181/smtp.2025.7.3.16. EDN UHEEHN.

Аннотация. На основе разработанной математической модели, описывающей динамику роста доступных для потребления человечеством ресурсов, рассмотрено влияние их дефицитов на возможные варианты развития. Показано, что недостаток критически важных для выживания ресурсов стимулирует поиск нового знания для решения проблем выживания людей. Рассмотрен цикл развития доступности ресурсов от дефицита к избытку. Показана роль избыточности ресурсов для расширения направлений научно-технического развития общества. Рассмотрены факторы, влияющие на специфику потребления ресурсов в различные исторические периоды, и возможные причины перехода от роста численности населения к росту подушевого потребления в середине XX в. Предложены варианты описания механизмов, приводящих к сокращению рождаемости в экономически развитых странах, которое наблюдается с середины прошлого столетия. Рассмотрены следствия из проведённого исследования, которые необходимо принимать во внимание при организации управления научным сектором: учёт роли инвестиций при использовании нового знания, подходы к анализу перспективных направлений для научных исследований на основе анализа текущих и перспективных дефицитов и избытков основных производственных ресурсов.

Ключевые слова: дефицит ресурсов, избыток ресурсов, цикл развития ресурсов, численность населения, знания, демографический переход, рождаемость, социальные ограничения рождаемости, экономические ограничения рождаемости, модель управления научным сектором

THE ROLE OF KNOWLEDGE IN THE DEVELOPMENT OF SOCIETY. LIMITATIONS AND EXCESSES OF AVAILABLE RESOURCES AS AN INCENTIVE TO SEARCH FOR NEW KNOWLEDGE

Gennady V. Shepelev¹

¹ NRC “Kurchatov Institute” – SPISA, Moscow, Russia

For citation: Shepelev G. V. The role of knowledge in the development of society. Limitations and excesses of available resources as an incentive to search for new knowledge. *Science Management: Theory and Practice*. 2025;7(3):216–233. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2025.7.3.16.

Abstract. Based on the developed mathematical model describing the dynamics of the growth of resources available for human consumption, the article discusses the impact of resource shortages on possible development options. It is shown that the scarcity of resources critical for life stimulates the search for new knowledge to solve the problem of human survival. The author examines the cycle of the development of resource availability, from scarcity to excess, and shows the role of resource redundancy in expanding the directions for scientific and technological development of society. The factors influencing the specifics of resource consumption in different historical periods and possible reasons for the transition from an increase in population to an increase in per capita consumption in the mid-20th century are considered. The author proposes variants of description of the mechanisms leading to a decrease in birth rate and population size in economically developed countries, which has been observed since the 1940s. The article considers the consequences of the conducted research that must be taken into account when organizing the management of the scientific sector: referring to the role of investments while using new knowledge, approaches to analyzing promising areas for scientific research based on the analysis of current and future deficits and surpluses of basic production resources.

Keywords: resource scarcity, excess of resources, resource development cycle, population size, knowledge, demographic transition, birth rate, social birth limitations, economic birth limitations, model of scientific sector management

ВВЕДЕНИЕ

В статье [1] была рассмотрена математическая модель описания динамики роста численности населения Земли как одного из возможных индикаторов, показывающих прогресс развития человечества, и продемонстрировано, что рост объёма потребляемых ресурсов, который определяет возможности и пределы роста населения, зависит от новых знаний и вложений в их использование. При этом достигается рост объёмов потребления ресурсов $W = pN$, где N – численность, а p – объём потребляемых одним человеком ресурсов. Динамика роста потребления ресурсов определяется уравнением

$$W = W_0 \exp[\alpha\beta r(t - t_0)], \quad (1)$$

где α – коэффициент фондоотдачи, β – доля прибыли, инвестируемой в производство в среднем за год, r – доля прибыли в произведённой продукции,

W_0 – объём ресурсов, производимых в начальный рассматриваемый момент времени t_0 . Как показано в работе [1], в росте потребления ресурсов научно-технический прогресс проявляется через рост фондоотдачи, т. е. как следствие повышения эффективности используемых технологий. Таким образом, в целом прогресс зависит как от генерации новых знаний, так и объёмов усилий по их использованию (внедрению).

Дальнейшее развитие модели требует ответа на вопрос: каков механизм возникновения нового знания, т. е. чем определяется или стимулируется его поиск людьми? Ответ на этот вопрос прямо или косвенно определяют ориентиры по направлениям работы со знаниями, в современной терминологии – возможную тематику перспективных научных исследований. Это, в свою очередь, может дать ориентиры по организации научных исследований и управления научным сектором, где в настоящее время генерируется значительная часть нового знания.

Одна из гипотез, которую можно рассмотреть в качестве ответа на этот вопрос: новые знания и соответственно инновации появляются случайным образом как следствие проявления любопытства людей (некоторые авторы считают это свойство врождённой чертой человека, отличающей его от животных и определяющей прогресс). Соответственно, управлять этим случайным процессом невозможно.

Есть несколько модификаций этого утверждения, например, иногда вводится понятие пассионарности. В этой парадигме ключевым звеном становятся пассионарии – предприимчивые, активные и рискованные люди, стремящиеся к выполнению поставленной ими самими задачи.

В последние годы генерацию новых знаний многие авторы связывают исключительно с научной деятельностью. В литературе можно встретить также тезис о развитии науки по собственным законам [2; 3]. По мнению сторонников этого взгляда, такие законы и определяют появление новых идей. Слабость гипотезы заключается в том, что, во-первых, никто из сторонников такой позиции не приводит этих законов, а во-вторых, она не объясняет прогресс человечества до тех времён, когда наука появилась в современном виде и упомянутые законы ещё не к чему было применить. Напомним, что наука в соответствии с определением – это специализированный сектор человеческой деятельности [4]. Специализация по работе со знаниями на уровне организаций возникла сравнительно поздно – в лучшем случае в Средние века – и весь прогресс до этого времени строился на знаниях, которые не соответствуют современному определению научного знания [5]. Тем не менее никто не отрицает наличие общего развития человеческого общества в те времена, что указывает как минимум на неполноту этой модели.

В данной статье мы рассмотрим иной подход к исследованию стимулов и причин возникновения нового знания, который следует из теории, развитой в предыдущей статье [1]. Для этого обратимся к анализу факторов, которые могут сдерживать развитие человечества.

ДЕФИЦИТЫ КРИТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАК ДВИГАТЕЛЬ ПРОГРЕССА

Дефицит ресурсов

Исходя из теории, развитой в статье [1], рост объёма доступных для потребления ресурсов зависит от вложения средств, в том числе ресурсов, непосредственно не потребляемых людьми, в развитие производства. Из этого следует очевидный факт, что нехватка ресурсов для внедрения новых идей будет тормозить развитие общества, а при глобальном дефиците некоторых из них прогресс может остановиться. В истории имеются примеры, когда при недостатке некоторых критических ресурсов (например, питания и топлива для обогрева в холодное время) происходило в большем или меньшем масштабе вымирание людей (см., напр., [6]).

Поэтому остановимся более подробно на понятии «ресурс», которое будет использоваться в этой работе. В первую очередь введём понятие **«критически важные ресурсы»** (для краткости далее будем называть их критическими ресурсами). К ним относятся в первую очередь продукты питания, средства защиты от холода и иных угроз (например, в Древнем мире – от нападения диких зверей).

Нехватка этих ресурсов непосредственно влияет на выживание. В древнейшие времена такие ресурсы человек получал из окружающей природы и потреблял «на месте». С усложнением деятельности человека производство критически важных ресурсов потребовало привлечения других ресурсов, которые непосредственно человеком не потребляются (например, удобрения, которые используются при производстве сельскохозяйственной продукции).

В этой связи необходимо подчеркнуть, что информационные ресурсы (в этой и предыдущей статье используется термин «знания») стали рассматриваться как один из факторов в составе других ресурсов, влияющих на расширение их производства, сравнительно недавно. Именно исследованию роли этого ресурса посвящены эта и предыдущая статьи, поэтому мы имеем в виду под ресурсами в основном именно материальные.

На рис. 1 показаны несколько цепочек использования ресурсов. Синими кружками обозначены ресурсы различного вида, стрелки указывают на ресурсы, используемые при производстве ресурса верхнего уровня. В древние времена такие цепочки были сравнительно короткими, но с развитием человечества сложность производства увеличивалась и цепочки становились достаточно сложными и разветвлёнными. Взаимодействие и взаимозависимость между разными ресурсами также усложнялись, поскольку один и тот же ресурс мог использоваться для производства разных продуктов. Как следствие этого недостаток одного ресурса в сложной цепочке может не всегда очевидным образом влиять на связанные производства, причём не обязательно вверх по цепочке, но через ограничение спроса на дополняющие ресурсы, которые используются вместе с рассматриваемым, влияние дефицита может идти вниз и через ресурсы нижних уровней в стороны по сетке ресурсов. Например, ресурс, отмеченный на рис. 1 красным цветом, через связи может влиять на востребованность других ресурсов, с которыми он связан стрелками (также выделены красным цветом), а через них – на другие. Ресурсы, которые могут существенно влиять на производство критически важных ресурсов, назовём **потенциально критическими**.

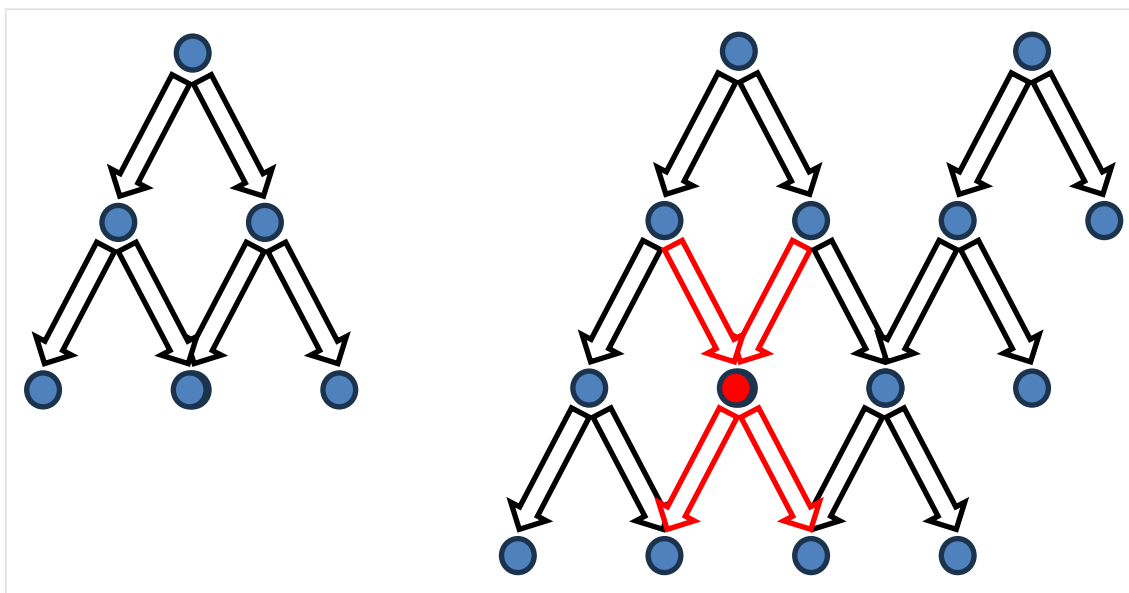


Рис. 1. Система связанных ресурсов разной степени сложности
Fig. 1. A system of related resources of varying degrees of complexity

Рассмотрим варианты возможных реакций людей на дефицит какого-либо ресурса. Первоначально дефицит проявляется локально – конкретные люди или в более позднее время предприятия не могут получить необходимый им продукт в нужном количестве. Основной порядок действия в этом случае – вначале найти других поставщиков. Если их нет вблизи от потребителя, круг поиска расширяется на другие территории. В Древнем мире один из вариантов действий в этой ситуации – миграция населения на более плодородные территории, т. е. возможность переместиться туда, где ресурс имеется или производится в большем количестве. Описанию потоков миграции людей в Древнем мире посвящена обширная литература. Аргументация к объяснению направлений миграции включает в себя в основном климатические изменения и связанные с ними изменения в растительном и животном мире. Хотя вопрос ресурсов не всегда упоминается непосредственно, косвенно именно к их доступности можно свести все основные причины миграции. В современном мире к таким процессам можно отнести перенос производства из экономически развитых стран в менее развитые. Обычно это определялось более низкими затратами на трудовые ресурсы, более дешёвым сырьём и т. п. В этом случае не всегда речь идёт именно о дефиците, но, как правило, о более выгодном доступе к ресурсу.

Если дефицит проявляется глобально, т. е. найти нового поставщика или место, где имеется данный ресурс, невозможно, начинается поиск альтернативных решений проблемы на основе новых идей. Это может быть новый способ производства рассматриваемого ресурса (например, переход от собирательства к направленному выращиванию растений), замена ресурса на другой (дрова как топливо могут быть заменены углём или в более позднее время газом), переход к варианту, не использующему данный ресурс (переход от бумажных носителей информации на электронные). Отметим, что каждый из видов реакции требует применения тех или иных новых знаний (о поставщике, территории, новой технологии). Но только третий вариант действий может обеспечивать

существенный прогресс через появление радикальных инноваций – их примеры рассмотрены в предыдущей статье [1].

Рассмотрим некоторые возможные следствия из реакции людей на возникающие дефициты. Альтернатива решению проблемы дефицита: в Древнем мире – вымирание [9], в современном – повышение смертности из-за недостатка продуктов питания или энергоресурсов для отопления в холодных странах, для охлаждения – в жарких. Понятно, что такая экзистенциальная постановка задачи поиска решения проблемы будет ориентировать абстрактное «любопытство» людей в направлении решения критически важных задач.

Прокомментируем, как успех или неуспех в решении критической задачи отражается в истории. Если дефицит критического ресурса не был преодолен и это приводило к вымиранию некоторого сообщества людей, то не оставалось и историков, которые могли зафиксировать усилия по поиску решений и их провал. Какие-то свидетельства об этом могли оставаться у соседей. Косвенным подтверждением является то, что в истории Земли археологами открыто множество видов гоминидов, из которых выжил и развился только человек разумный. Это можно трактовать как то, что для остальных процесс поиска решений критических проблем оказался менее удачным.

Если же критический дефицит был своевременно купирован, то, хотя это отражалось в истории, но для будущих поколений такое событие не всегда воспринималось в качестве жизненно значимого для развития. Например, многие технические инновации отмечают только специалисты в узких областях.

В качестве ещё одного примера – в этой же логике – можно объяснить и то, почему не все изобретения воспринимаются современниками как значимые. Если они были созданы в результате чистого «любопытства» и не требовались для решения текущих насущных задач, они зачастую оставались примерами научных курьёзов (например, поливальная машина у древних греков). Сейчас некоторые из них иногда представляют как предвосхищение будущих открытий гениальными учёными. Пример Леонардо да Винчи наиболее показателен – многие его изобретения оказались реализованы в гораздо более поздние времена, когда появилась реальная потребность в соответствующих решениях. Именно тогда стала понятна их значимость и задним числом объявлялось о предвосхищении развития тех или иных отраслей. Хотя не всегда те, кто в более поздние времена занимался похожими изобретениями, вдохновлялись именно работами более ранних времён.

Приведённый пример показывает, что стимулы к поиску решения проблемы критических дефицитов не отменяют случайности связанных с поиском решений процессов. Каждый конкретный человек, учёный или изобретатель действует в силу своих соображений и взглядов случайным образом, но общая потребность в критически важных новых знаниях смещает суммарный вектор усилий многих людей в сторону таких практически важных задач. Знания, полученные в «востребованной» области, подкрепляются усилиями по их практическому использованию, вложениями в создание соответствующих производств и обучение специалистов, что в свою очередь закрепляет такое знание как «важное» для текущего развития научного направления и стимулирует других людей работать в нём, углубляя, расширяя и детализируя

соответствующие знания. Всё это замыкает петлю положительной обратной связи, приводящей к тому, что из случайных действий, проявлений «любопытства» отдельных участников выстраивается «логически обоснованный», «объективный» тренд развития. Подтверждением объективности процессов развития может служить, например, то, что в древности ключевые открытия и изобретения совершались независимо в разных регионах Земли, разделённых большими расстояниями, а иногда и разнесённые во времени. При этом «случайность» процессов проявлялась в сроках появления и деталях реализации однотипных изобретений.

Поскольку для производства на новых принципах могут требоваться иные производственные ресурсы, чем те, что использовались в более ранних технологиях, начинается поиск соответствующих решений и в смежных областях. Через некоторое время формируется система практических решений, производств и сопутствующих знаний, которые выступают как нечто связанное единой логикой. Это ещё один пример проявления взаимосогласованности развития науки и реального сектора, который становится базовой идеей при выделении «волн», «укладов» в истории человечества [7; 8].

В современном мире в реальном секторе отдельные микропроцессы организации производства также происходят, казалось бы, «случайным» образом. Очевидно, что каждый конкретный бизнесмен решает свою локальную задачу и не ставит вопрос в терминах «преодоления глобальных дефицитов». В современном обществе актуальная проблема преодоления дефицитов решается через такие экономические понятия, как «спрос», «рост цен на дефицитные продукты», которые также концентрируют приложение усилий в нужном направлении. Пресловутая «невидимая рука рынка» в данном случае приводит через решение частных бизнес-задач к решению глобальных проблем.

Отметим также, что в современной экономике иногда дефицит «создаётся», а не является экономически обоснованным. На примере некритических ресурсов это можно наблюдать по усилиям, предпринимаемым для рекламы некоторых продуктов. Даже по критическим ресурсам можно создать рукотворные локальные дефициты (кризис с энергообеспечением в Европе – яркий тому пример). Но анализ этих процессов выходит за рамки данной статьи.

Примеры преодоления дефицитов.

Продукты питания как ведущий критический ресурс

Рассмотрим в качестве примера производство продуктов питания. Это, с одной стороны, глобальный ресурс – он используется каждым человеком, и с другой – критически важный ресурс – его недостаток непосредственно приводит к вымиранию людей.

Ресурсы, которые используются для производства продуктов питания (это верхний уровень на диаграмме, представленной на рис. 1), – земля, рабочая сила, растения или животные (далее для краткости будем говорить только о растениях). Каждый из этих ресурсов имеет свои ограничения развития, пути преодоления которых легко можно проследить в истории. Обычно это подаётся как прогресс в соответствующей технической области, но при нашем подходе мы акцентируем внимание на том, что каждый этап прогресса начинался

с достижением ограничений, которые присущи ресурсу. В таблице 1 приведены этапы совершенствования упомянутых ресурсов: каждая следующая технология возникала, когда предыдущая исчерпывала свой потенциал, т. е. усилия людей выстраивались в определённой логике, а не методом случайного блуждания по возможным технологиям.

Таблица 1

Развитие ресурсов, используемых при производстве продуктов питания

Table 1

Development of resources used in food production

Земля	Рабочая сила	Растения
Собирательство	Сила человека	Природные свойства
Земледелие	Сила животных	Отбор продуктивных
Севооборот	ДВС	Селекция
Агротехника (агрохимия, мелиорация и т. п.)	Безлюдные технологии	Генная инженерия

Собирательство использовало природную продуктивность земли, и эта продуктивность являлась ограничивающим фактором для роста численности людей, проживающих на данной территории. Переход к земледелию повысил продуктивность, но потребовал дополнительного ресурса – использования силы человека для обработки земли. Хотя продуктивность работы повышалась также за счёт использования орудий труда, но в любом случае ограничением выступало количество людей (рабочей силы – см. вторую колонку таблицы). Радикальным решением проблемы стало сначала использование для возделывания земли силы животных – этократноувеличивало возможности обработки площадей. Следующим скачком стало применение для вспашки земли машин на основе двигателей внутреннего сгорания.

Каждый новый вариант использования рабочей силы требовал разработки дополнительных орудий, приёмов работы, обеспечивающих ресурсов (например, производства кормов для животных или горючего для тракторов), т. е. рассматриваемая логика развития воспроизводилась на всех этапах.

Аналогично параллельно с развитием эффективности (энерговооружённости) рабочей силы велись работы по улучшению продуктивности земли – развитие агротехнических приёмов, повышающих продуктивность почвы, улучшение сортов растений. Первое направление (первая колонка в табл. 1) включает агротехнику, мелиорацию, агрохимию и т. п. Работа с растениями (третья колонка табл. 1) прошла через отбор наиболее продуктивных сортов к их направленной селекции с нужными свойствами и, наконец, к современной генной модификации растений.

Понятно, что каждая из перечисленных позиций в свою очередь может быть рассмотрена с точки зрения входящих ресурсов и преодоления сопутствующих им ограничений – каждая из ячеек таблицы 1 может быть развёрнута в аналогичную систему используемых для соответствующей позиции ресурсов.

В конечном итоге вся совокупность решений обеспечила рост численности населения Земли примерно со ста тысяч человек до более восьми млрд в настоящее время, т. е. совокупное производство продуктов питания возросло в 80 тысяч раз или почти на пять порядков.

Цикл развития ресурсов – от дефицита к избытку

В рамках рассматриваемой теории научно-технический прогресс можно представить как череду процессов преодоления того или иного дефицита ресурсов. Как правило, ликвидация дефицита за счёт нового решения через какое-то время приводит к локальному или глобальному избытку соответствующего ресурса и это даёт потенциальную возможность развития не только уже существующих, но и новых направлений, которые в условиях дефицита рассматриваемого ресурса не развивались или развивались в ограниченном масштабе. Типовой процесс преодоления ограничений можно описать в виде нескольких этапов (см. табл. 2). Их проиллюстрируем на конкретном примере развития книгопечатания и ресурсов для хранения информации.

Таблица 2

Этапы развития ресурсов

Table 2

Stages of resource development

Этап	Книгопечатание	Хранение информации
1. Возникновение исходной инновации, ликвидировавшей дефицит ресурса и послужившей началом нового цикла развития	Появление книгопечатания – новый ресурс для хранения и передачи информации	Частные библиотеки – площади для хранения книг – вспомогательный ресурс, обеспечивающий хранение печатной продукции
2. Расширение применения нового или модифицированного ресурса по традиционным направлениям	Увеличение тиражей	Увеличение объёма площадей для хранения книг; появление общественных библиотек
3. Диверсификация применений избыточного ресурса, возникновение ограничений по смежным ресурсам	Развитие художественной литературы, еженедельные и ежедневные печатные издания, учебники и др.	Ограничение по доступным площадям для хранения всего массива информации – специализация библиотек по видам информации (научные, детские, технические и т. п.)
4. Улучшающие инновации: поиск традиционных решений по ликвидации дефицитов в смежных отраслях	Расширение доступности информации (более дешёвое тиражирование новых носителей)	Перевод информации на плёнку, микрофлеш, развитие системы чтения новых носителей
5. Радикальная инновация	Радикальное изменение технологий работы с информацией в полиграфии	Перевод информации в цифровой формат, развитие системы хранения и использования информации на цифровых носителях

В качестве начальной точки рассмотрения возьмём появление книгопечатания. Его возникновение стало прорывом в вопросах хранения и передачи знаний от поколения к поколению. Это вполне можно было бы назвать «бумажной» революцией. Мы рассмотрим этап, когда большинство данных уже фиксировалось в печатном виде, т. е. книгопечатание как ресурс, обеспечивающий

хранение знаний, – это первая позиция в развитии (этап 1 в табл. 2). При этом само книгопечатание, которое мы рассматриваем в примере как начальную точку отсчёта, выступало как радикальная инновация, ликвидировавшая ограничения, присущие рукописному копированию книг.

Первые печатные издания находились, как правило, в частном владении, и для хранения книг выделялись соответствующие места для их размещения. Т. е. использование ресурса по книгопечатанию приводило к необходимости развития вспомогательного ресурса по хранению печатной продукции.

Развитие полиграфии (в нашей терминологии расширение применения ресурса – этап 2 в табл. 2) привело к увеличению тиражей и, как следствие, накоплению большого объёма книг, которые хранились не только в частных, но и уже в общественных собраниях. Это увеличило требования к объёмам, необходимых для этого площадей.

Но, кроме хранения научной информации, использование полиграфии расширялось на другие области: появились художественная литература, еженедельные и ежедневные печатные издания, рекламная продукция и т. п. – это пример расширения использования ресурса в новых областях и рост объёмов его использования (этап 3). Часть продукции (например, газеты и журналы) также передавалась в библиотеки, что ещё больше повышало требования к расширению площадей для хранения.

В какой-то момент владение достаточно полной собственной частной библиотекой стало практически невозможным как по финансовым соображениям, так и из-за нехватки места для размещения печатных изданий. С точки зрения нашей схемы сформировался дефицит ресурсов хранения печатной продукции. Крупные общественные библиотеки с фондами, включающими сотни тысяч и миллионы единиц хранения, появились в том числе как отклик на эти проблемы.

Библиотеки можно назвать прообразом современных шеринговых технологий (технологий совместного пользования чем-либо с частичной оплатой ресурса). Какое-то время это решение обеспечивало возможности, например, для ведения научной деятельности, которая во многом связана с изучением результатов, полученных другими научными коллективами и публикуемых в научных журналах. Однако расширение объёмов научных исследований и связанный с этим рост публикационной активности привёл к тому, что хранение полного объёма одних только научных журналов стало возможно только в очень крупных библиотеках, обладающих необходимыми бюджетами и помещениями на их закупку и хранение.

В этот момент начинается поиск традиционных решений по ликвидации дефицитов (на начальных этапах это улучшающие инновации). В области хранения информации возникают различные улучшающие частные решения (этап 4): системы более компактного хранения книг, перевод бумажных журналов на другие носители – фотоплёнку и микрофлеш. Хотя проблема объёмов хранения частично была решена, доступ к таким носителям снова был возможен только в крупных библиотеках, оснащённым соответствующим оборудованием для чтения новых носителей.

Наконец, радикальным решением, пришедшим из принципиально иной области, стал переход на цифровой вид хранения данных (этап 5). С развитием персональной вычислительной техники доступ к объёмам информации, сравнимым с хранящимися в крупных библиотеках, стал возможен с персонального рабочего места. В итоге в области хранения знаний сформировалась новая система использования ресурсов с новой структурой взаимосвязей. Например, такой подход к работе с информацией изменил и технологии работы в полиграфии – вся подготовка и частично печать были переведены в цифровую форму.

На этом описание цикла можно закончить. Но как следующий этап развития следует отметить появление нового дефицита в смежной области. Лавинообразное нарастание объёмов информации привело к тому, что отдельный человек оказался не в состоянии переработать весь поток даже в узкой профессиональной области. Это породило новое направление по работе с данными, но это уже другая цепочка развития, которую мы не будем подробно рассматривать.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЧИСЛЕННОСТЬ И ПОТРЕБЛЕНИЕ

Поскольку есть разные взгляды (гипотезы) на причину развития знаний, необходимо найти аргументы, подтверждающие одну из гипотез. В качестве такого аргумента будет рассмотрен тот факт, что с середины XX в. в развитых странах начались процессы, которые в конечном итоге приводили к снижению численности населения (депопуляции), которую иногда связывают с так называемым демографическим переходом [9]. Первоначально исследование этого вопроса в рамках данного цикла статей не планировалось. Ответ на него возник как одно из следствий развиваемой теории. По существу с точки зрения основного вопроса – исследования проблем управления научным сектором – это побочный результат, который возник как следствие теории, выходящее за рамки первоначальной постановки задачи. Тем не менее он позволяет более детально рассмотреть изменение подходов к формированию тематики исследований, произошедшее в конце XX и начале XXI в.

Рассмотрим более подробно ситуацию, когда дефицит ресурсов в результате радикальной инновации сменяется избытком. Почему важно разобраться с этим вопросом? Во-первых, можно констатировать, что как минимум в развитых странах в настоящее время нет дефицита критически важных ресурсов, по крайней мере в таком масштабе, который угрожал бы их существованию. Во-вторых, несмотря на создаваемые при этом, казалось бы, благоприятные условия для роста численности населения, данные по развитым странам демонстрируют смену тенденций с его роста на снижение (депопуляцию). С точки зрения экономики сказанное означает, что в это время начала меняться логика развития в этих странах с роста численности на рост потребления. Почему только в середине XX в. начались эти процессы, какие изменения произошли в различных сферах – это вопросы, требующие исследования. Поскольку целевая задача данного цикла статей – выяснить, как это влияет на подходы к организации научных исследований, – это в свою очередь требует изучения того, как в новых условиях меняются подходы к работе со знаниями, поскольку

схема, базирующаяся на преодолении критических дефицитов, рассмотренная выше, становится как минимум не единственной.

Отметим, что общая формула (1) описывает закономерность изменения произведения pN . Если потребление p примерно постоянно, весь прирост ресурсов уходит на обеспечение роста численности N , хотя математически оба множителя p и N равноценны. Соответственно, объяснение тому, что логика роста численности населения начала нарушаться с середины XX в., следует искать не в математике, а в других сферах. Анализ изменения тенденции с роста численности населения, которая превалировала до середины XX в., на тенденцию развития, ориентированную на рост потребления, включает несколько аспектов: биологический, экономический (в части, связанной с ресурсным обеспечением), социальный. Для их анализа рассмотрим более подробно, как происходит потребление ресурсов в разные исторические периоды.

Биологический аспект

Биологический аспект – биологический предел рождаемости и реальный темп роста населения. Вначале рассмотрим вопросы, связанные с рождаемостью. Биологическая рождаемость людей (без учёта смертности) весьма высока. В Древнем мире с учётом низкой продолжительности жизни она могла обеспечивать потенциальный прирост численности в 25–30% (если принять, что все женщины фертильного возраста примерно один раз в год приносят потомство). Реальный же прирост с учётом смертности из-за различных причин был гораздо ниже. За пять тысяч лет – с 15-го по 10-е тысячелетие до н. э. – прирост составил примерно 1 млн человек, т. е. средний ежегодный прирост составлял всего 200 человек в год на 3 млн человек общего населения, т. е. темп прироста реально составлял 0,007% в год вместо предельных 25%!¹

Это означает, что за счёт высокой биологической рождаемости всегда существует большое количество малолетних детей. Как было показано в статье [1], потенциальный потолок численности задавался объёмом доступных ресурсов. Если количество ресурсов сохранялось постоянным, то часть детей погибали из-за их недостатка и численность популяции оставалась примерно на одном уровне. Если за время взросления детей объём ресурсов увеличивался, то выживало большее число людей и это приводило к росту общей численности. Таким образом, постоянно поддерживаемый «задел по рождённым» создаёт возможность автоматического роста численности за счёт потребления практически всего прироста критических ресурсов уже рождёнными людьми.

В настоящее время биологические факторы работают иным образом. В современном обществе в развитых странах относительная рождаемость существенно ниже потенциальной биологической не только вследствие смертности, но также и вследствие целенаправленного ограничения рождаемости с использованием контрацепции, аборт, отказа от семейных отношений и иных социальных факторов. Поскольку в развитых странах «запаса» рождённых детей в настоящее время нет, рост ресурсов не переходит автоматически в рост численности.

¹ Высокая потенциальная рождаемость людей не приводила к значительному росту населения Земли достаточно длительное время (в начале нашей эры она составляла 0,07%, в 1000 г. – 0,1%, а в 2000 г. – 1,9%).

Экономический аспект

Разная динамика по численности в развитых и развивающихся странах указывает на то, что на ситуацию влияют не только биологические, но и экономические факторы. Рассмотрим их более подробно. Отметим, что все перечисленные ниже условия, как правило, зависят друг от друга и поэтому не могут рассматриваться по отдельности, и, их значимость не задаётся порядком описания.

1) Высокая производительность труда

Логика поддержания высокой рождаемости при низкой производительности труда уменьшает риски того, что при каких-либо катастрофических снижениях численности трудоспособных людей окажется невозможно поддерживать уровень производства, обеспечивающий выживание всей общности (племени, семьи и т. п.). Изменение логики потребления происходит, когда производительность труда становится кратно больше критического потребления одного человека. В этом случае нет необходимости постоянно заботиться о выживании. Это как минимум создаёт выбор вариантов поведения человека по рассматриваемым вопросам.

2) Отсутствует дефицит критически важных ресурсов.

Этот фактор связан с предыдущим – чем выше производительность при создании критических ресурсов, тем проще обеспечивается это условие. Кроме того, как было показано выше, избыток критических ресурсов позволяет часть производства переориентировать на создание некритических ресурсов. В свою очередь, это расширяет доступные варианты потребления и обеспечивает перевод логики поведения людей с потребления критических ресурсов, которых нельзя потребить кратно больше необходимого, на расширенное потребление некритических ресурсов, которое может расти практически бесконечно. Именно это в соотношении $pN=W$ открывает практическую возможность увеличивать не только численность N , но и индивидуальное потребление p .

Отметим, что следование этой логике позволяет за счёт снижения рождаемости (и последующего уменьшения общей численности) ещё больше изменять соотношение в пользу потребления. Но как следствие этого возникают проблемы в экономике, связанные с дефицитом кадровых ресурсов (это будет более подробно рассмотрено в следующей статье).

3) Доступность для потребления некритических ресурсов

На первый взгляд, этот фактор не требует комментариев, но следует отметить, что отсутствие предложения по некритическим ресурсам позволяет иначе относиться к рождению детей. В случае отсутствия альтернативы по увеличению потребления на воспитание и обучение детей можно выделить часть средств, которые больше не на что потратить. Этот фактор перекликается с социальными факторами, которые будут рассмотрены ниже.

Отметим, что, кроме абстрактной доступности некритических ресурсов, должна быть развита инфраструктура, обеспечивающая их производство и потребление – магазины, доставка покупок, информирование о новинках и т. п.

Если не хватает разнообразия предложений или соответствующей инфраструктуры для доступа, развивается сверхпотребление (что проявляется, например, в росте числа людей, страдающих от избыточного веса) или демонстративное

потребление (например, покупка ювелирных украшений, бытовых предметов из драгоценных металлов и т. п.).

Тем не менее потенциальная возможность потреблять некритические ресурсы не объясняет, почему это приводит к депопуляции. Ответ стоит искать уже в социальных факторах.

Социальный аспект

Новые ориентиры поведения в отношении рождения детей формируются в социальной сфере. Если в древние времена человек мог выжить в составе какой-либо общности (племя, род, семья), и это диктовало уравниательные подходы в условиях ограниченности ресурсов, то при современной организации производства человек работает, получает доход и потребляет ресурсы в значительной степени автономно от других.

Следствием этого является, например, то, что до создания семьи и рождения детей молодые люди могут обеспечить себе достаточно высокий уровень потребления, особенно если при этом нет необходимости заботиться о старшем поколении. В свою очередь с ростом продолжительности жизни и среднего дохода старшие члены семьи обеспечивают себя сами довольно длительное время и это также способствует, с одной стороны, повышению общих стандартов потребления, а с другой – разрыву связей между поколениями.

В целом в условиях высокой производительности труда и избытка критических ресурсов формируется более широкий «социальный стандарт потребления», который лишь частично связан с потреблением критических ресурсов. Уровень такого стандарта потребления для разных групп может меняться, но в каждой условной группе есть нижние границы, выход за которые делает человека «неудачником», т. е. приводит к попаданию в более низкую в каком-то смысле социальную группу. Другими словами, логика поведения людей меняется с обеспечения физического выживания на обеспечение социального выживания.

Это позволяет сформулировать ещё одно условие перехода к современной ситуации в области рождаемости.

1) Должен сформироваться стандарт потребления некритических ресурсов.

В качестве примера можно привести «стандарт» позднего советского времени: «квартира, машина, дача». В постсоветское время к ним добавились бытовая техника, отдых на зарубежных курортах. Наличие и число детей при этом не было показателем «успешности».

В частности, такой стандарт влияет на решение о женитьбе/замужестве и о рождении ребёнка. Если более детально рассмотреть влияние социального стандарта потребления на экономические следствия рождения ребёнка, то очевидно, что рождение приводит к снижению уровня потребления в семье. В зависимости от того, что входит в понятие семьи, относительный уровень снижения будет различным. Обозначим n – число членов семьи, D – средний объём потребления на члена семьи, d – снижение уровня потребления при рождении ребёнка, тогда, приравнявая объём потребления семьи до и после рождения, получим

$$nD = (D - d)(n + 1),$$

откуда следует,

$$d = D/(n + 1).$$

Если «семья» – это племя численностью порядка 30 человек, то относительное снижение d/D составляет 3%, для патриархальной семьи в 10–15 человек снижение – 5–10%. Если бабушки и дедушки в современном обществе помогают своим детям ($n = 5–6$), то снижение составит 15–20%, если семья рассчитывает только на свои ресурсы ($n = 1–3$), то 25 ... 50%. Таким образом, значимость социальных условий легко видна в масштабах воздействия на принятие решений о рождении детей.

С учётом уровня доходов семьи и потенциального снижения потребления решение о рождении детей может либо откладываться по времени на более поздний срок, либо следует полный отказ от рождения очередного ребёнка.

Если при появлении ребёнка уровень не падает ниже социально приемлемого, то рождение определяется не экономическими факторами, а больше социальными и биологическими. Приведём примеры, подтверждающие этот тезис: в семьях с высокими доходами появление ребёнка не вызывает критического снижения и решение о рождении не связано с экономическими причинами, количество детей выше, чем в семьях с более низким уровнем дохода (например, у И. Маска 14 детей). В школах московского микрорайона Куркино, где проживает сравнительно много зажиточных семей, трое-четверо детей из одной семьи не является редкостью.

Понятно, что решение о рождении ребёнка – это не предмет строго математических расчётов родителей. Хороший прогноз развития экономики приводит к тому, что решение об увеличении семьи воспринимается более позитивно, плохой прогноз – стимулирует отложить такое решение.

2) Социальная инфраструктура, обеспечивающая потребление некретических ресурсов

Этот фактор работает совместно с предыдущим. «Удобство потребления» во многом определяет и выбор линии поведения.

Отметим в этой связи роль пенсионной системы, которая частично снимает необходимость заботиться о старшем поколении и даёт возможность повышать собственное потребление в работоспособном возрасте. Это снижает значимость детей для родителей как поддержки в старости.

Ещё один фактор – режим работы и отдыха должен оставлять время для потребления (эта возможность связана с длительностью рабочей недели, рабочего дня, количеством дней отпуска, праздников и т. п.). Чем больше возможностей для потребления, тем выше устанавливается «социальный стандарт».

Система медицинской помощи должна обеспечивать приемлемый средний уровень здоровья населения, важный для потребления некоторых видов некретических ресурсов (например, туризм, экстремальные виды спорта, длительные путешествия и т. п.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ДРАЙВЕРЫ РАЗВИТИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ И ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ НАУЧНЫМ СЕКТОРОМ

Анализ факторов, влияющих на потребление, показывает, что в настоящее время для прогнозирования направлений развития и спроса на новые знания нельзя ограничиться анализом только возможных дефицитов критических

ресурсов. Если расширить область рассмотрения на потенциально критические и некритические ресурсы, то можно констатировать, что все они в настоящее время выпускаются производственными компаниями и с точки зрения ведения бизнеса рассматриваются единым образом – анализируется спрос и предложение, динамика цен, прогнозы рынков и т. п.

Для производственных компаний критерием выживания является не наличие и доступность потребляемых людьми ресурсов, а собственная конкурентоспособность (эти вопросы анализировались в статье [10]). Можно провести аналогию с анализом доступности ресурсов для потребления людьми – доступ к рынку для предприятий сродни критически важным ресурсам: при отсутствии рынка предприятие рано или поздно ликвидируется или поглощается (в нашей аналогии – умирает).

Легко видеть, что логика борьбы за долю рынка полностью повторяет борьбу за дефицитный ресурс:

- при наличии дефицита ищется дополнительный рынок;
- при отсутствии потенциала роста на традиционных рынках осуществляется выход в новые географические регионы (аналог миграции у людей);
- при полном удовлетворении спроса на действующих рынках ищется новая идея, открывающая новые рынки на базе нового знания.

Критерий успешности компании – это доля занимаемого ей профильного рынка. При этом для бизнеса тип рынка не имеет принципиального значения, важна общая логика работы, которая аналогична логике развития ресурсов для людей: на этапе, когда компания борется за глобальные рынки, только новые знания и идеи могут обеспечить повышение конкурентоспособности. Важно отметить, что при этом область поиска идей не ограничивается только критическими ресурсами, поскольку предметом производства может быть любой потребляемый ресурс. При этом некритический предмет потребления может создаваться с нуля (обеспечивая новые товары и ниши рынка), что значительно расширяет возможности для использования научных разработок.

Анализ дефицитов критических ресурсов, специфики потребления прочих ресурсов в современном обществе позволяют предложить следующие действия по модернизации управления научным сектором (модель научного сектора была описана в работе [4]).

Во-первых, необходим анализ по степени критичности и дефицитности различных ресурсов, используемых российской экономикой. Как должна реализовываться такая работа на практике – это предмет отдельного обсуждения. Такой анализ могли бы осуществить многочисленные аналитические структуры, обслуживающие федеральные и региональные органы управления, однако опыт организации аналитической работы последних лет показывает, что качество их исследований не превышает уровня «общественного мнения», демонстрируемого в Интернете.

Проблема организации такого анализа заключается в том, что отсутствует методика анализа степени потенциальной критичности (анализ по системе связанных ресурсов требует знаний сразу по нескольким направлениям, а не по отдельному «приоритету»).

Кроме того, при планировании направлений развития прикладных исследований следует учитывать выводы предыдущей статьи [1], касающейся того, что новые знания работают только в совокупности с инвестициями в их использование. То, что знания не работают сами по себе, а требуют привлечения иных ресурсов, создаёт методическую базу для формирования реальных приоритетов научно-технологического развития. Максимальная эффективность доступного объёма ресурсов – то, что должно лежать в основе формирования приоритетов, но до сих пор не было реализовано (в том числе из-за отсутствия идей, как это реализовать на практике).

В порядке обсуждения возможных подходов в следующей статье будут рассмотрены примеры анализа по некоторым видам ресурсов, которые должны проводиться в рамках этой работы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шепелев Г. В. Роль знаний в развитии общества. Математическая модель динамики численности населения // Управление наукой: теория и практика. 2025. Т. 7, № 2. С. 179–198. DOI 10.19181/sntp.2025.7.2.11. EDN VINZLX.
2. Иванов В. В. Инновационная парадигма XXI. 2-е изд., доп. М. : Наука, 2015. 383 с. ISBN 978-5-02-039124-6.
3. Черныш М. Ф. Научные приоритеты в текущей ситуации // Управление наукой: теория и практика. 2024. Т. 6, № 3. С. 63–70. DOI 10.19181/sntp.2024.6.3.6. EDN HDARGL.
4. Шепелев Г. В. Модель для описания процессов управления научным сектором. Основные положения // Управление наукой: теория и практика. 2023. Т. 5, № 4. С. 71–90. DOI 10.19181/sntp.2023.5.4.4. EDN GTLGVB.
5. Стёпин В. С. Наука // Новейший философский словарь / гл. науч. ред. и сост. А. А. Грицанов. Минск : Книжный дом, 1999. URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_new_philosophy/808/НАУКА (дата обращения: 13.08.2025).
6. Genomic inference of a severe human bottleneck during the Early to Middle Pleistocene transition / W. Hu., Z. Hao, P. Du [et al.] // Science. 2023. Vol. 381, № 6661. P. 979–984. DOI 10.1126/science.abq7487.
7. Тоффлер Э. Третья волна. М. : АСТ, 2010. 784 с. ISBN 978-5-403-02493-8.
8. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М. : Владар, 1993. 310 с. ISBN 5-86209-003-7. EDN YSXIUV.
9. Вишневский А. Г., Захаров С. В. Демографический переход // Большая российская энциклопедия : [сайт]. 2022. 13 декабря. URL: <https://bigenc.ru/c/demograficheskiiperekhod-a3b9d7> (дата обращения: 10.02.2025).
10. Шепелев Г. В. Наука в системе экономики // Управление наукой: теория и практика. 2020. Т. 2, № 3. С. 70–90. DOI 10.19181/sntp.2020.2.3.4. EDN FDMBMD.

REFERENCES

1. Shepelev G. V. The role of knowledge in the development of society. A mathematical model of population dynamics. *Science Management: Theory and Practice*. 2025;7(2):179–198. (In Russ.). DOI 10.19181/sntp.2025.7.2.11.
2. Ivanov V. V. Innovation paradigm XXI [Innovatsionnaya paradigma XXI]. 2nd ed., enlarged. Moscow : Nauka; 2015. 383 p. (In Russ.). ISBN 978-5-02-039124-6.

3. Chernysh M. F. Research priorities in the current situation. *Science Management: Theory and Practice*. 2024;6(3):63–70. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2024.6.3.6.
4. Shepelev G. V. A model for describing the management processes in the scientific sector. Fundamental principles. *Science Management: Theory and Practice*. 2023;5(4):71–90. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2023.5.4.4.
5. Stepin V. S. Nauka [Science]. In: Gritsanov A. A., ed., comp. Noveishii filosofskii slovar' [Newest philosophical dictionary]. Minsk : Knizhnyi dom; 1999. Available at: https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_new_philosophy/808/НАУКА (accessed: 13.08.2025). (In Russ.).
6. Hu W., Hao Z., Du P., Di Vincenzo F., Manzi G., Cui J., Fu Y.-X., Pan Y.-H., Li H. Genomic inference of a severe human bottleneck during the Early to Middle Pleistocene transition. *Science*. 2023;381(6661):979–984. DOI 10.1126/science.abq7487.
7. Toffler A. The third wave [Tret'ya volna]. Moscow : AST; 2010. 784 p. (In Russ.). ISBN 978-5-403-02493-8.
8. Glazyev S. Yu. Theory of long-term technical and economic development [Teoriya dolgosrochnogo tekhniko-ekonomicheskogo razvitiya]. Moscow : VlaDar; 1993. 310 p. (In Russ.). ISBN 5-86209-003-7.
9. Vishnevskii A. G., Zakharov S. V. Demographic transition [Demograficheskii perekhod]. *The Great Russian Encyclopedia*. Available at: <https://bigenc.ru/c/demograficheskii-perekhod-a3b9d7> (accessed: 10.02.2025). (In Russ.).
10. Shepelev G. V. Science and economy interrelation. *Science Management: Theory and Practice*. 2020;2(3):70–90. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2020.2.3.4.

Поступила в редакцию / Received 10.03.2025.
 Одобрена после рецензирования / Revised 31.03.2025.
 Принята к публикации / Accepted 27.08.2025.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Шепелев Геннадий Васильевич *shepelev-2@mail.ru*

Кандидат физико-математических наук, заместитель начальника отдела, НИЦ
 «Курчатовский институт» – НИИСИ, Москва, Россия
 SPIN-код: 9104-3267

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Gennady V. Shepelev *shepelev-2@mail.ru*

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Deputy Head of a Department, NRC
 “Kurchatov Institute” – SPISA, Moscow, Russia