

# Место знания в системе развития человечества

Орехов Виктор Дмитриевич, к.т.н., НОУ ВПО МИМ ЛИНК,  
директор по работе в Московском регионе

В данной работе предпринята попытка оценить место знания в системе развития человечества.

Рассмотрим простейшую системную схему материальной деятельности человечества. Она может иметь вид, представленный на рис. 1. Здесь ВМП – валовой мировой продукт.

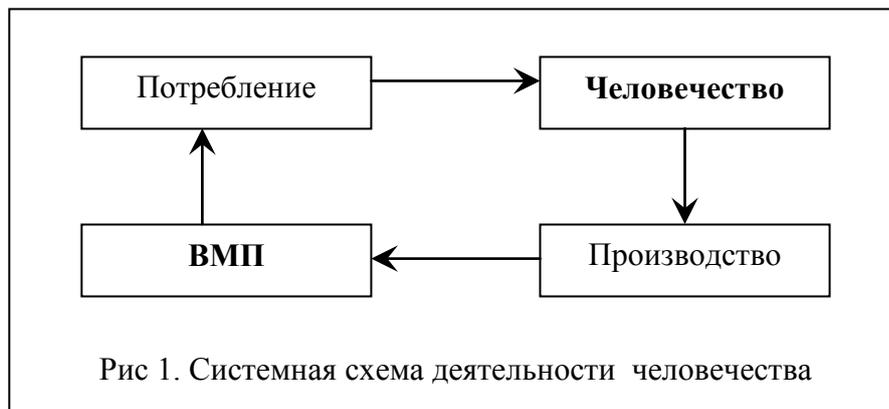


Рис 1. Системная схема деятельности человечества

## 1. Рост численности человечества

Согласно теории С.П. Капицы [1-3] численность населения земли является универсальным количественным критерием развития, причем на длительных периодах скорость роста человечества пропорциональна квадрату его общей численности

$$\Delta N/\Delta t = N^2/K^2, \quad /Ф1/$$

где  $t$  – безразмерный параметр времени  $t = T/45$  лет. Соответственно, численность населения Земли изменяется по гиперболическому закону. Данные о численности населения Земли [4] с поразительно высокой точностью согласуются с этой зависимостью. Эмпирическая гипербола, описывающая численность населения Земли может быть выражена следующей формулой.

$$N = C/(T_1 - T) = 200 / (2025 - T) \text{ млрд. чел.} \quad /Ф2/$$

Отклонения от этой зависимости наблюдаются только в первый период развития человечества (ранее 1,6 миллиона лет назад) и при приближении к времени стабилизации численности человечества (демографический переход), а именно после 1960 года.

В критическом 2000 году население мира  $N$  достигает половины его предельной величины  $\sim 6$  млрд. чел., а скорость роста максимальна – 90 млн. в год. Максимальная численность населения Земли составит  $\sim 12$  млрд. чел.

Последующие исследования [5, 6] показали, что валовой мировой продукт (ВМП) –  $G$  с достаточно высокой точностью пропорционален *квадрату* численности населения Земли  $G \sim N^2$ . Таким образом, валовой мировой продукт на одного человека  $G/N \sim N$  и в 2000 году составлял 6000 международных долларов 1995 года.

*Важнейшим результатом* этих исследований является то, что человечество развивается существенно нелинейно, как *единая* синергетическая система, а не как сумма независимых народов. С.П. Капица указывает на *информационную* природу синергетического развития человечества.

Отмечается также, что в результате, те народы, которые изолировались от остального человечества на длительное время, например Америка, быстро начинали отставать в своем развитии от остального мира.

Для понимания природы этой нелинейности усложним системную схему развития человечества, включив в нее *знание*, как важный системный элемент.

Естественно, что для создания «знания», как системного элемента необходимо выделить «науку», как подсистему для создания знания, «образование», как подсистему для доведения знания до работников и отделить квалифицированных «работников», как носителей «знания», которые используют его для производства. Тем самым у нас появился второй контур деятельности, нацеленный не на производство валового мирового продукта, а на производство знания.

При этом нам пришлось разделить потребление человечества на четыре части:

- жизнеобеспечение человечества
- образование и обучение работников
- науку, создающую знание
- инвестиции в производство.

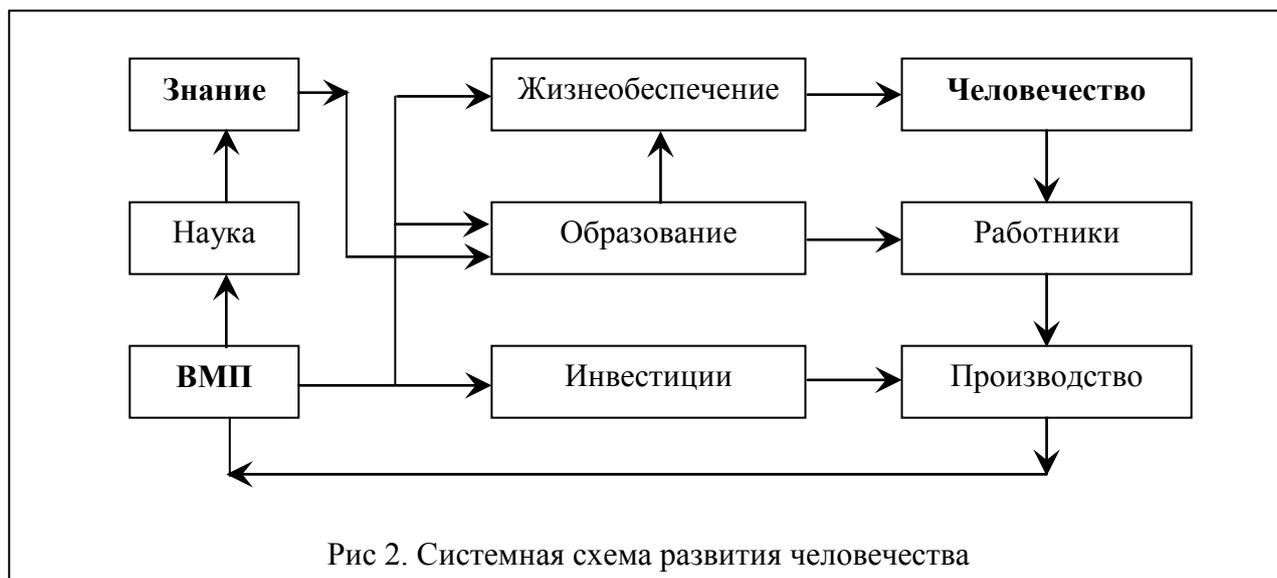


Рис 2. Системная схема развития человечества

## 2. Рост знания человечества

Попытаемся оценить, каким закономерностям подвержено развитие знания. Ряд авторов, оценивая рост объема информации в мире, соотносит его с ростом количества информации, передаваемой по телефонам, а позднее, через Интернет. Представляется, что это, в основном, не структурированная информация, либо всякого рода дубликаты, поскольку для хранения существенной информации нужен долговременный носитель.

Будем считать знанием только структурированную информацию, способствующую развитию производства ВМП, а также других благ, улучшающих жизнь человечества. Это может быть не только научно-техническая информация, но и идеологии, верования, законы, которые ведут к улучшению взаимодействия сообщества людей. Знанием могут выступать и профессиональные навыки людей и изделия, которые они могут делать и даже опыт одомашнивания животных. Это особенно важно учитывать в тот период истории, когда письменность еще не была развита или даже люди не владели речью. Естественно, что здесь возможны лишь оценки по порядку величины.

В качестве первых двух опорных точек выберем объем хранения в Библиотеке Конгресса США, который в 1960 году составил порядка 14,5 млн. книг и брошюр, а в 2000 г. – 30 млн. (см. таблицу 1) [7, 8].

**Таблица 1. Фонды Библиотеки Конгресса США**

<b>Единиц хранения, млн.</b>	<b>1960 г.</b>	<b>2000 г.</b>
Книг и брошюр	14,5	30
Томов переплетённых газет	1,32	> 1
Рукописных материалов	29	58
Публикаций правительства США		> 1
Нотно-музыкальной литературы	3,3	
Географических карт	3	4,8
Фотографий		12
Звукозаписей		2,7
Микрофильмов		0,5
Всего единиц хранения		130
Длина полок, км.		850
Объем в цифровом виде, Гбайт		18 000

Понятно, что в Библиотеке Конгресса хранятся не все знания мира, но она является крупнейшим хранилищем знаний в настоящее время. Кроме того, в ней имеются дубликаты, поэтому с определенной точностью можно принять объем хранения в ней за все знание человечества.

В связи с разнообразием единиц хранения введем понятие «условная книга», которая равна по объему книге, которая при оцифровке будет иметь объем 1 мегабайт. Это примерно соответствует книге объемом 100 стр. с небольшим количеством иллюстраций.

В этом приближении суммарный объем хранения в Библиотеке Конгресса составит в 2000 г. – 18 млн. усл. книг, а в 1960 г – в два раза меньше или 9 млн. усл. книг.

В качестве третьей опорной точки выберем Александрийскую библиотеку, которая была создана примерно в 300 году д.н.э. и имела в своих хранилищах от 100 000 до 700 000 свитков [9]. Хотя точно не ясно, каков размер этих текстов, но можно принять, что по порядку величины он равен примерно одной пятой условной книги. Хотя Александрийская библиотека и не содержала знание всего человечества, но она была близка к нему, поэтому примем объем знаний, хранящихся в этой библиотеке, за все знания мира на то время – 80 тысяч усл. книг.

Полученные оценки и их связь с ростом численности человечества приведены в табл. 3.

**Таблица 3. Объем знаний человечества**

<b>№</b>	<b>Источник</b>	<b>Год от начала н.э.</b>	<b>Население Земли, млн.</b>	<b>Объем знаний, тыс. усл. книг</b>	<b>Знаний на 1000 чел., усл. книг</b>
1.	Александрийская библиотека	-300	86	80	<b>1,0</b>
2.	Библиотека конгресса	1960	3 077	9 000	<b>3,0</b>
3.	Библиотека конгресса	2000	6 000	18 000	<b>3,0</b>

Нужно отметить, что результат этих оценок достаточно интересный. При возрастании численности человечества и соответственно объема знаний за 2300 лет на два порядка объем знаний на 1 человека изменился всего лишь в 3 раза.

Это подтверждает тезис С.П. Капицы о универсальности параметра численности человечества, как критерия развития человечества и о информационной природе синергетического развития человечества.

Приняв за объем знаний человечества объем хранения в Библиотеке Конгресса, мы ввели в оценки существенную погрешность, поскольку хранящиеся в библиотеке знания имеют очень разное содержание и неопределенную степень дублирования. Для оценки величины погрешности такого допущения, воспользуемся статистикой о более четко структурированной информации, в частности данными о числе изобретений и научных публикаций.

Согласно Докладу Всемирной организации интеллектуальной собственности [15] на конец 2006 года во всем мире действовало более 6,1 млн. патентов (только малая часть патентов поддерживается в силе в течение всего стандартного срока действия - 20 лет). При этом в 2006 г. было выдано около 727 тыс. патентов в разных странах, в том числе и дубликатов патентов, выданных в других странах. Заявители из Японии (около 1,6 млн. человек) и Соединенных Штатов Америки (около 1,2 млн. человек) владели основной массой патентов, которые действовали в 2006 г.

Из 1,76 млн, поданных в мире патентных заявок, доля, которая приходится на лиц, не проживающих в данных странах, составила в 2006 - 43,6%. С учетом этих данных можно оценить число выданных в мире патентов без учета дубликатов числом около 400 тыс. Если оценить объем знания в одной заявке в 20% условной книги, то получим, что за год в 2006 году было зарегистрировано знания, подкрепленного патентами, примерно на 80 тыс. условных книг.

Для сравнения, из таблицы 3 следует, что прирост знания за 40 лет составил 9 млн. книг или около 225 тыс. усл. книг в год (более точные оценки дают цифру около 260 тыс. за 2006 г.). Это свидетельствует о том, что около 30% знания в опорной точке, соответствующей 2000 г., являются знаниями уровня изобретений.

Согласно с исследованиями Tompson Scientific [16] с 1995 по 2005 год в 11 тыс. научных журналов, издаваемых по всему миру, было опубликовано около 10 млн. статей или 1 млн. в год. Если принять, что размер средней статьи равен примерно 10% условной книги, то мы получим, что объем научных публикаций в мире составляет около 100 тыс. условных книг в год, что также удовлетворительно соответствует приведенным выше оценкам объема знаний, создаваемых человечеством за год.

Знания, содержащиеся в изобретениях и научных публикациях, хотя и пересекаются, но довольно незначительно, поэтому можно сделать вывод, что около 70% информации в объеме знаний, принятых за опорную точку 2000 г., относится к новому и слабо дублированному знанию в области изобретений и науки.

Конечно, научное и изобретательское знание не исчерпывают все его виды, тем не менее приведенные оценки подтверждают, что определение объема знаний человечества путем учета знаний в крупнейших библиотеках цивилизации является достаточно корректным.

Относительно небольшими (по меркам тысячелетий) различиями в объеме знаний на одного человека в табл. 3 в первом приближении можно пренебречь. Примем для дальнейших оценок, что объем знаний человечества в течение трех последних тысячелетий составлял 2 условные книги на 1000 человек (~2 кбайт/чел.), а суммарный объем знаний в условных книгах составлял.

$$Z = N/500 = 4 \cdot 10^8 / (2025 - T) \quad /Ф3/$$

Как отмечалось в работе [6], валовой продукт на одного человека прямо пропорционален численности населения  $G/N \sim N$ , а следовательно он пропорционален объему знаний человечества (здесь  $G/N$  в международных долларах 1995 г.):

$$G/N = K \times Z \approx 150\,000 / (2025 - T) \quad /Ф4/$$

Эта формула означает, что производительность труда человека, в среднем, в период гиперболического роста человечества была пропорциональна объему накопленных всем

человечеством знаний. Это представляется вполне логичным и подтверждает тезис о информационной природе кооперативного развития человечества.

### 3. Технологические революции

Ряд авторов, исследовавших Мир, как систему, предлагал различные систематики циклов развития мировых цивилизаций. Так, хронология, приведенная в курсе археологии Фачинни [10, 1] показывает весь путь развития человека от раннего антропогенеза до предвидимого будущего (табл. 4).

**Таблица 4. Хронология цивилизаций Земли**

№	Дата	Культурный период	История, технология, культура
13	2050	Стабилизация населения	Изменение возрастного распределения
12	2005	Демографический переход	Урбанизация, глобализация
11	1960		Настоящее время, компьютеры
10	1840	Новейшая история	Электричество, мировые войны
9	1500	Новая история	Промышленная революция, книгопечатание
8	500 н.э.	Средние века	Географические открытия, падение Рима
7	2000 д.н.э.	Древний мир	Рождество Христово, Греческая цивилизация
6	9000	Неолит	Письменность, города, одомашивание, сельское хозяйство
5	29000	Мезолит	Бронза, керамика, микролиты
4	80000	Мустье	Заселение Америки, шаманы
3	220 000	Ашель	Хомо сапиенс, язык, огонь
2	0,6 млн.	Шелль	Заселение Европы и Азии, рубила, речь
1	1,6 млн.	Олдувай	Галечная культура, Homo Habilis
	4,5 млн.	Антропогенез	Отделение Гоминидов от Гоминоидов

В работах Ю.В. Яковца [11] предложена датировка мировых цивилизаций, представленная в таблице 5.

**Таблица 5. Датировка мировых цивилизаций**

Мировые цивилизации	Начало, лет	Конец, лет	Длительность периода	Коэффициент ускорения
Неолитическая	20 000 д.н.э.	5000 д.н.э.	55-65	
Раннеклассовая	4 000 д.н.э.	1500 д.н.э.	29-33	1,9
Античная	1200 д.н.э.	450 н.э.	16,5	1,9
Средневековая	450 н.э.	1450 н.э.	9	1,8
Прединдустриальная	1450	1730	3,8	2,4
Индустриальная	1731	1972	2,4	1,5
Постиндустриальная	1973	2130	1,6	1,5

Особенности этих датировок связаны с использованием археологических и исторических данных, характеризующих культуру в целом, а не инновационные сдвиги в развитии. Для того чтобы понять структуру развития знания воспользуемся работой Кадзумо Татеиси [12], в которой он предлагает модель технологических стадий развития человеческого общества. Согласно данной работе в истории человечества произошло 10 основных технологических сдвигов. Даты этих сдвигов соответствуют точке перегиба на S-образной кривой роста соответствующей технологической парадигмы, т.е. дате наиболее быстрых изменений. Даты соответствующих сдвигов согласно работе [12] приведены в таблице 6.

**Таблица 6. Стадии развития человеческого общества [12]**

	Время, лет.	Революция	Общество	Технология
1.	100 000 д.н.э.		Первобытное	
2.	12 000 д.н.э.		Коллективное	Первобытная техника
3.	700 н.э.		Аграрное	Традиционная техника
4.	1302		Ремесленническое	Ремесленничество
5.	1765	1-я промышленная	Промышленное	Промышленная
6.	1876	2-я промышленная	Механизации	Современная
7.	1945	НТР	Автоматизации	Автоматического контроля
8.	1974	Кибернетическая	Кибернетики	Электронного контроля
9.	2005	Биотехнологическая	Оптимизации	Биоконтроля
10.	2025		Автономное	Психо-биологическая

С использованием полученных выше *приближенных* оценок объема знаний в зависимости от численности человечества /ФЗ/ определим, каков должен бы быть объем знаний на дату технологических революций (см. табл. 7).

**Таблица 7. Технологические революции и рост объема знаний человечества.**

Год	Время / технологическая революция	Насел, млн.	Знаний, усл. книг, тыс.	Рост объема знаний, раз	Период между революциями, лет	Отношение периодов между революциями
-100 000	Первобытное	2	4			
-12000	Коллективное	14	28	7,3	88 000	
700	Аграрное	151	302	10,6	12 700	6,9
1300	Ремесленное	276	552	1,8	600	21,2
1765	1-я промышленная	769	1538	2,8	465	1,3
1876	2-я промышленная	1342	2684	1,7	111	4,2
1945	НТР	2500	5000	1,9	69	1,6
1975	Кибернетическая	4000	8000	1,6	30	2,3
2005	Биотехнологическая	6 700	13400	1,7	30	1,0

Обращает на себя внимание, что рост объема знаний между технологическими революциями относительно стабилен, за исключением первой промышленной революции и периода до нашей эры, и составляет примерно 2. Заметна и определенная закономерность в уменьшении времени между технологическими революциями. Представляется полезным скорректировать датировку К Татеиси с учетом данных других авторов, в частности [10, 11, 13]. Уточненные даты технологических революций приведены в таблице 8.

**Таблица 8. Уточненные даты технологических революций**

Год	Время / технологическая революция	Насел, млн.	Знаний, усл. книг, тыс.	Рост объема знаний	Период между революциями, лет	Отношение периодов между революциями
-340000	Хомо сапиенс	0,58	1,2	2,0	340 000	2,0
-170000	Огонь	1,2	2,4	2,0	170 000	2,0
-85 000	Заселение Америки, религия	2,3	4,6	2,0	85 000	2,0

-42 000	Орудия охоты	4,5	9,0	2,0	43 000	2,0
-20 000	Орудия труда	9,1	18	2,0	22 000	2,0
-9100	Одомашивание, земледелие	18	36	2,0	10 900	2,0
-3550	Металлургия, письменность	36	72	2,0	5 550	2,0
-760	Железный век	72	144	2,0	2 790	2,0
630	Великое переселение	143	286	2,0	1 390	2,0
1325	Ремесленное	286	572	2,0	695	2,0
1674	1-я научно-промышленная	570	1140	2,0	349	2,0
1848	2-я промышленная	1130	2260	2,0	174	2,0
1935	НТР	2222	4444	2,0	87	2,0
1978	Кибернетическая	4400	8800	2,0	43	2,0
2005	Биотехнологическая	6 700	13400	1,5	27	1,6

Корректировки дат технологических сдвигов представляются обоснованными по следующим причинам.

- Первая промышленная революция обычно датируется 1765 годом. Однако ей предшествовали революционные изменения в научном познании (с начала 17 века), а еще раньше в использовании печатных книг для обучения (Ян Коменский) в связи с развитием книгопечатания.
- Как и в работе [11] логично выделить античную цивилизацию. Представляется, что наиболее весомым фактором революционного развития технологий в этот период является переход к железному веку.
- Аналогично [11] можно выделить раннеклассовую цивилизацию (примерно 4-е тысячелетие д.н.э.). Именно в это время возникает металлургия – вначале медная, а затем бронзовая, что видимо и послужило основной причиной технологического сдвига.
- Нет сомнений, что еще до неолитической революции человечество создало ряд эффективных технологий, необходимых для улучшения жизни (жизнеспасающие). Среди них можно отметить речь, огонь, жилища, одежду, орудия охоты и труда, знание животных и растений, торговлю, управление и религию. Примерные даты основных технологических сдвигов, произошедших в период от 25 до 340 тысяч лет назад указаны в табл. 8.

Согласно таблице 8 периоды между технологическими революциями сокращаются с приближением к нашему времени, причем каждая следующая революция наступает в два раза быстрее и в то время, когда объем знаний человечества удваивается по сравнению со всем знанием, накопленным за предыдущие эпохи.

Интересно, что ко времени возникновения Homo sapiens объем знаний, накопленных нашими предками, был уже достаточно большим – 580 условных книг. Можно продолжить последовательность технологических сдвигов к началу антропогенеза (примерно 4,5 млн. лет назад [11]), но и тогда объем знаний составит 37 условных книг, что представляется завышенной оценкой для знания человечества в момент возникновения.

Это заставляет нас вернуться к принятому выше приближению /Ф3/, что объем знаний на 1000 человек составлял 2 условные книги и не менялся во все времена. Исходя из того, что реальные оценки (см. таблицу 3) дают увеличение объема знаний на 1 человека в 3 раза за 7 технологических революций, получим, что за каждую революцию объем знаний на одного человека увеличивался примерно на 17%. Используя второе приближение, получим что объем знаний предков человека к началу антропогенеза составлял около 6 условных

книг, а ко времени возникновения Хомо сапиенс – 19, что представляется более корректным, чем оценки, приведенные в таблице 8.

Конечно, остается нерешенным вопрос, каким объемом знаний обладает сообщество высокоразвитых животных таких, как прародители людей или даже современные развитые животные типа шимпанзе или волка? Они должны владеть навыками охоты, выхаживания детенышей, обустройства нор, выживания в экстремальных условиях, знания разных видов животных и растений и даже владения простейшими орудиями. Причем это знание может быть вариативным у разных стай одной популяции. Таким образом, оценка накопленного знания величиной – 6 условных книг к началу антропогенеза представляется вполне реальной (это согласуется и с оценкой, приведенной в работе [14]). Соответствующие такому темпу роста данные об объеме знаний человечества приведены в таблице 9.

**Таблица 9. Объем знаний и число профессий человечества с начала антропогенеза**

Год	Время / технологическая революция	Насел, млн.	Знаний, усл. книг, тыс.	Рост объема знаний, раз	Число профессий	Знаний на 1 профессию, усл. книг
-4500000	Антропогенез	0,04	0,006			
-2720000	Простейшие орудия	0,07	0,015	2,34	1	15
-1360000	Галечная культура	0,15	0,034	2,34	2	23
-680000	Речь	0,29	0,080	2,34	3	27
-340000	Хомо сапиенс	0,58	0,19	2,34	6	32
-170000	Огонь	1,2	0,44	2,34	12	38
-85 000	Заселение Америки, религия	2,3	1,03	2,34	23	45
-42 000	Орудия охоты	4,5	2,4	2,34	45	53
-20 000	Орудия труда	9,1	5,6	2,34	91	62
-9100	Производящее хозяйство	18	13	2,34	180	73
-3550	Металлургия, письменность	36	31	2,34	360	85
-760	Железный век	72	72	2,34	720	100
630	Великое переселение	143	168	2,34	1 430	118
1325	Ремесленное	286	394	2,34	2 860	138
1674	1-я научно-промышленная	570	923	2,34	5 700	162
1848	2-я промышленная	1130	2159	2,34	11 300	191
1935	НТР	2222	5051	2,34	22 000	227
1978	Кибернетическая	4400	11820	2,34	44 000	269
2005	Биотехнологическая	6 700	21105	1,79	67 000	315

Там же приведены данные о количестве профессий (специальностей) человечества согласно работе [14], а также объем знаний на одну профессию в разные эпохи.

В графическом виде зависимость объема знаний человечества от дат технологических революций, представленная в таблице 9, показана на рис. 3. Заметно, что точка, соответствующая последней технологической революции (2005 г.) заметно отклоняется от линейной, что связано с демографическим переходом и замедлением роста численности человечества.

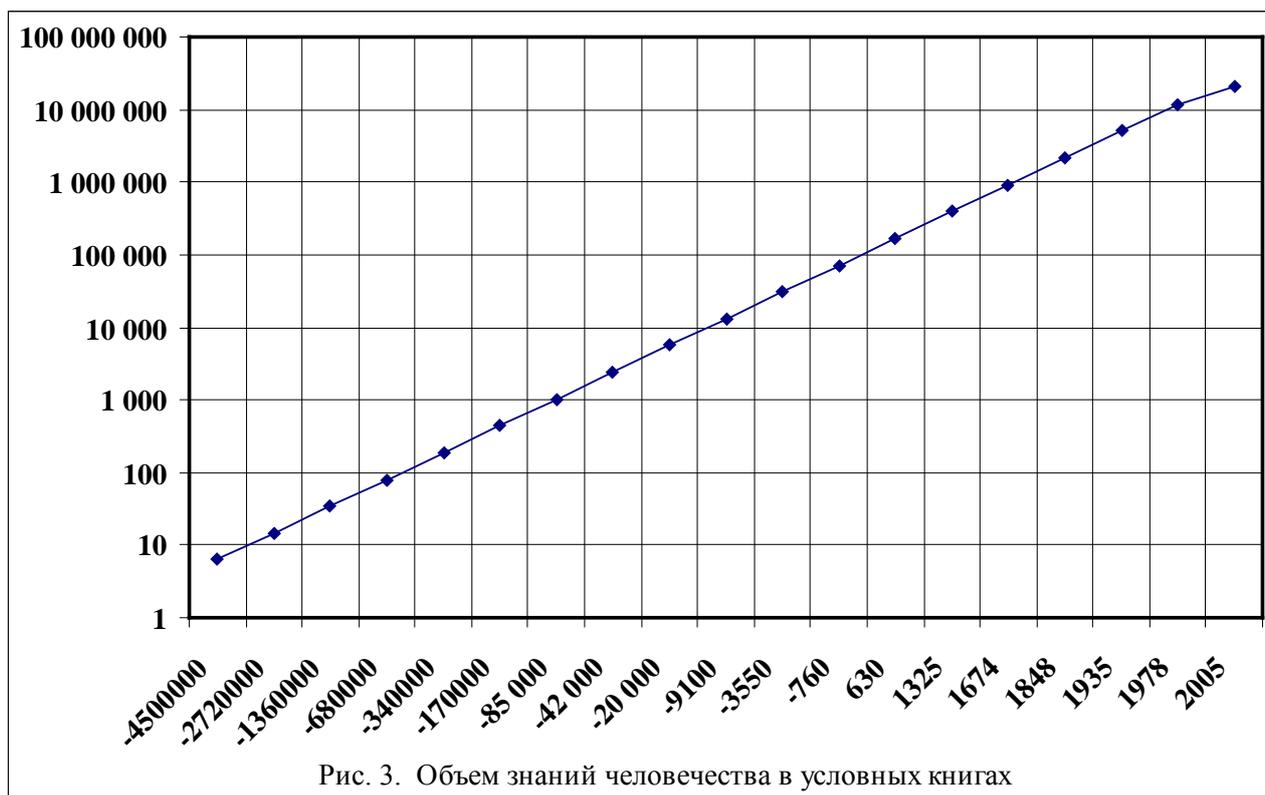


Рис. 3. Объем знаний человечества в условных книгах

Для аппроксимации зависимости объема знаний человечества от времени можно воспользоваться степенной зависимостью. С учетом того, что между двумя технологическими революциями объем знаний увеличивается в 2,34 раза, причем периоды между революциями уменьшаются в 2 раза, а

$$2,34 = 2^{1,23}$$

получим аппроксимационную формулу Ф5

$$Z = 1,25 * 10^9 / (2025 - T)^{1,23} \quad /Ф5/$$

которая с точностью около 2% дает выражение для объема знаний человечества в период гиперболического роста (до 1960 г.). После 1960 года формула Ф3 дает погрешность аппроксимации до 10%. Кроме того, в период демографического перехода начинает сказываться замедление роста человечества, поэтому формулу Ф5 можно использовать только для ретроспективного анализа.

### 3. Развитие образования

Из таблицы 9 видно, что объем знаний на одну профессию в настоящее время таков, что даже если изучать по 20 условных книг в год, то на освоение знаний одной профессии в настоящее время должно уходить до 15 лет. С учетом того, что профессиональное обучение, как правило, начинается в возрасте около 20 лет, лишь к 35 годам специалист усвоит всю имеющуюся сумму знаний по своей профессии. И хотя большинство специалистов изучают далеко не весь имеющийся по их профессии объем знаний, но они должны знать еще и знания смежных специальностей, да и нагрузка в 20 условных книг в год (~2000 стр.) далеко не для всех реально достижима длительное время, тем более при сочетании учебы с работой. Таким образом, все более сложной становится задача образования.

Напомним, что объем знаний в современную эпоху и темп их роста самые большие во все времена. Ежегодно создается около 260 000 условных книг, а объем знания составляет около 3 книг на тысячу жителей земли. Перечислим основные особенности профессионального образования в современную эпоху (2005 – 2010 гг.), связанные с ростом человечества и объема знаний:

- Резкий рост объема знаний человечества (~260 тыс. усл. книг в год)

- Резкий рост численности людей, которых нужно учить (~80 млн. в год)
- Рост объема знаний, который должен усвоить каждый человек (~ 300 усл. книг)
- Уменьшение периодов между технологическими революциями (~20 лет)
- Высокий темп появления инновационного знания (~260 тыс. усл. книг в год)
- Рост числа профессий (~ 900 в год).
- Глобализация образования (глобальная природа знания)

Отметим также некоторые производные особенности:

- Высокая абстрактность знаний
- Рост доли людей, получающих высшее и несколько высших образований
- Необходимость обучения и слабо мотивированных студентов
- Появление в результате кибернетической революции людей, не умеющих читать
- Рост важности лингвистического образования
- Зависимость ВВП страны от активности использования глобального знания
- Рост актуальности задачи профессиональной переподготовки работников.

Не удивительно, что многие авторы отмечают наличие кризиса в мировом образовании.

Следует отметить, что технологические революции несут образованию не только проблемы, но возможности. Даты технологических революций достаточно хорошо коррелируют с датами важнейших изобретений в образовательных технологиях:

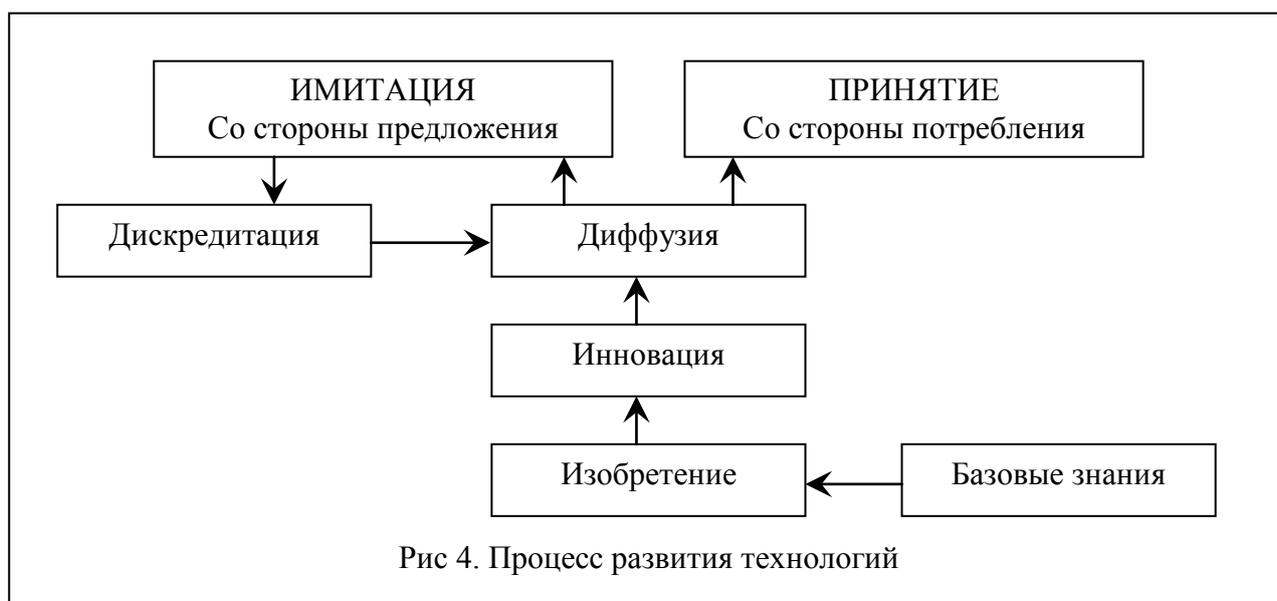
**Таблица 10. Даты образовательных инноваций**

Год	Технологическая парадигма	Год	Образовательная технология
1325	Ремесленное	1300	Университетская технология
1674	1-я научно-промышленная	1650	Иллюстрированные учебники
		1700	Научная парадигма
1848	2-я промышленная	1870	Корреспондентская
1935	НТР	1929	Заочная, ИПК
		1965	Открытое дистанционное образование
1978	Кибернетическая	1995	E-learning, Blended learning

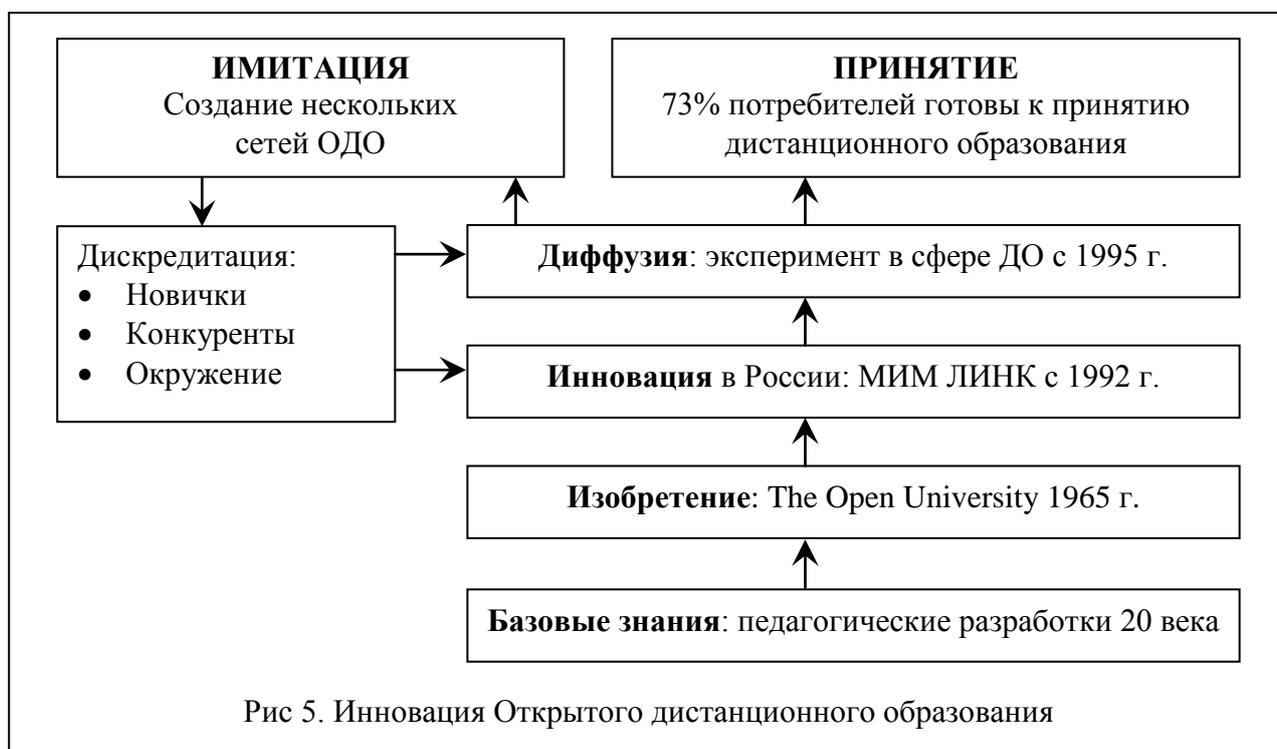
В то же время большая часть образования до сих пор осуществляется по традиционной университетской технологии с использованием иллюстрированных учебников и научного подхода. Можно также отметить, что в настоящее время в России государство финансирует, в основном, традиционные формы образования. Более того, в последние годы законодательная среда для инновационного образования стала менее благоприятной. В чем причины такого отношения к инновационным образовательным технологиям? Для ответа на этот вопрос рассмотрим особенности развития инноваций, тем более что это тоже процесс, связанный с распространением знания.

Процесс развитие технологий от создания знаний до диффузии [17] представлен на рис. 4. Существует несколько уровней инноваций по степени новизны:

- Новая техно-экономическая парадигма
- Новые технологические системы
- Радикальные инновации
- Инкрементальные инновации (небольшие изменения).



Основные этапы инновации в России Открытого дистанционного образования [18] представлены на рис. 5.



За 17 лет инновации ОДО в России более 73% потребителей стали готовы к его использованию. Однако происходит активная дискредитация данной формы образования, как со стороны конкурентов и внешнего окружения, так и со стороны неопытных новичков, которые неумело используют технологию, в частности, нацеливая его на те сегменты, в которых очень сложно обеспечить качественное обучение дистанционными методами.

Дискредитация инноваций происходит не только в сфере образования, хотя пример заочного образования, как одной из наиболее дискредитированных инноваций, широко известен. Весьма критически относится общественность к инновациям в сфере генномодифицированных организмов, ядерной энергетики, авиации и т.д. Количество жизней, которые уносит автотранспорт значительно превосходит все эти отрасли вместе взятые, однако дискредитации подвергаются, прежде всего, те технологии, которые являются мало осозаемыми. Образование также является мало осозаемой услугой, результаты которой могут

проявиться через многие годы, поэтому здесь сложно контролировать качество и низкое доверие к инновациям.

Ряд причин дискредитации инноваций в образовании приведен в таблице 11, а основные способы защиты от них в таблице 12.

**Таблица 11. Причины дискредитации инноваций в сфере дистанционного образования**

Новички	Конкуренты	Окружение
Непонимание технологии, как системы	Защита устаревших технологий	Устаревшие законы
Демпинг	Защита своих позиций	Стереотипы поведения
Низкое качество	Защита устаревшего персонала	Лоббирование
Непонимание потребителя		Популизм

**Таблица 12. Подходы к защите от дискредитации инноваций в образовании**

Новички	Конкуренты	Окружение
Бесплатная передача технологий	Просвещение конкурентов	Взаимодействие с законодателями
Конференция по качеству ОДО	Диффузия идей и персонала	Рост числа выпускников
Совместное воздействие на мегасреду	Демонстрация выгод новой технологии	Работа со СМИ
		Ассоциации

Рассмотрим более детально комплекс инноваций, который был внедрен в процессе в процессе коммерциализации Открытого дистанционного образования в России Международным институтом менеджмента ЛИНК. Основные инновации представлены на рис. 6, а более полный перечень дан ниже в виде списка.

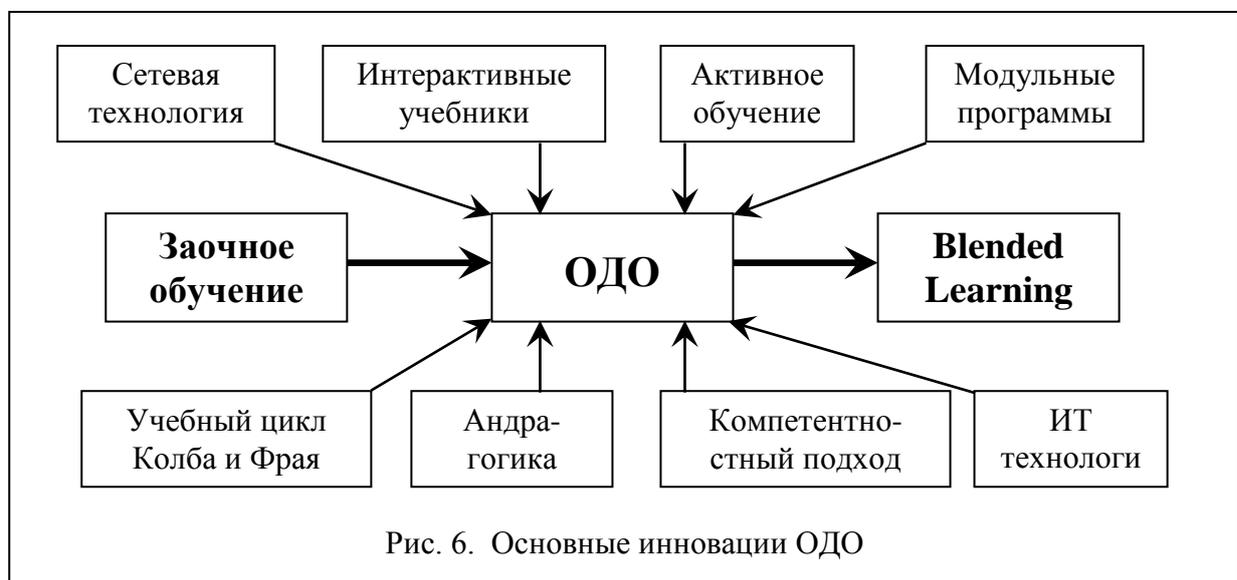


Рис. 6. Основные инновации ОДО

Основные инновации, реализованные МИМ ЛИНК в результате внедрения ОДО:

1. Реализация системы ОДО в России
2. Разработка новой образовательной модели на базе технологического подхода
3. Внедрение нового типа учебного процесса, ориентированного на практику
4. Широкое предоставление бизнес-образования международного уровня
5. Внедрение многоуровневой системы программ обучения модульного типа
6. Формирование образовательной сети независимых учебных организаций

7. Реализации образовательных программ на базе стандартов управленческой компетентности
8. Внедрение нового поколения учебных материалов интерактивного типа
9. Создание системы подготовки преподавателей и администраторов ОДО
10. Реализация андрагогической парадигмы
11. Многолетняя деятельность международного стратегического альянса
12. Развитие тесных образовательных связей с ведущими субъектами экономики РФ.

Видно, что ОДО является высоко сложной инновацией и по своему уровню соответствует новой технологической системе. В тоже время заочное образование и ИПК, хотя и отражают возросшие потребности НТР, как новой техно-экономической парадигмы, но имеют относительно малую инновационную сложность.

Аналогичное ступенчатое развитие инноваций можно заметить и в период 1-й научно-промышленной революции, когда вначале появилась относительно простая с точки зрения современного образования инновация – широкое использование иллюстрированных учебников, а через некоторое время стала доминирующей научная парадигма, которая произвела радикальный переворот и в образовании и в технологии создания знания.

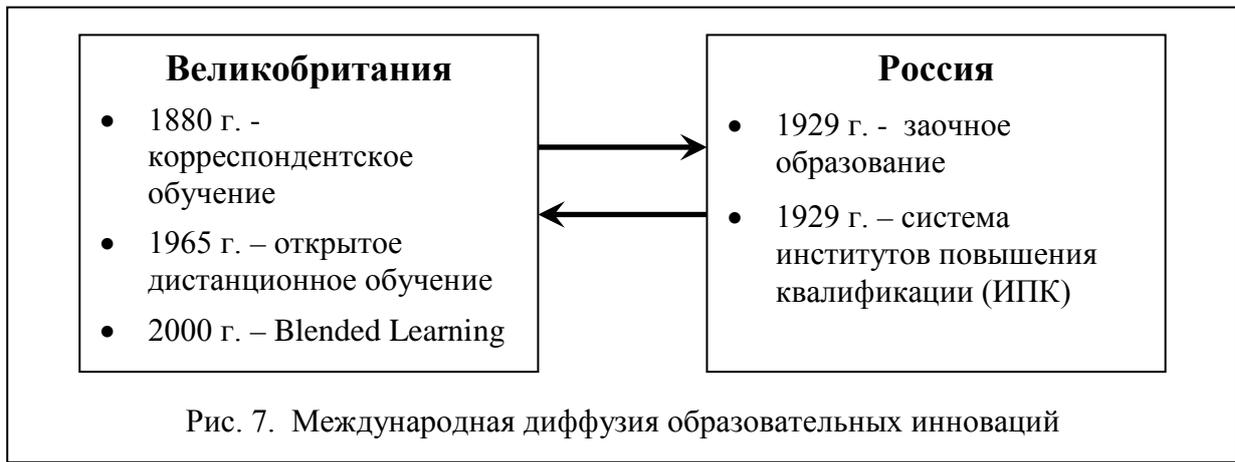
Важно заметить, что развитие образовательных инноваций происходило за счет диффузии идей между двумя странами: Россией и Великобританией (рис. 7). В конце 18 века с появлением регулярной почтовой связи в Великобритании возникла идея корреспондентского обучения. Потребности НТР в России в начале 20 века потребовали повышения качества дистанционного образования за счет очной компоненты. В то же время была создана сеть Институтов переподготовки кадров (ИПК).

Премьер министр Великобритании Гарольд Вильсон еще в 1963 году разрабатывал идею «Эфирного университета» - объединения существующих учебных заведений, использующих теле- и радиовещание для заочного обучения, и «доставки преподавателей на дом» к взрослым студентам.

После посещения России, где он уделил большое внимание опыту заочного образования и работы ИПК, Г. Вильсон поручил министру культуры взять проект по обучению взрослых людей под свою ответственность. Под руководством Дженни Ли эти идеи трансформировались в проект самостоятельного Открытого университета, в стенах которого и была разработана технология Открытого образования. До сих пор в Великобритании считают, что самое большое изобретение, которое дало Объединенное королевство миру в 20 столетии, – это Открытое дистанционное образование.

Следующий этап диффузии инновации произошел в 1992 году, когда Великобритания решила сделать эту технологию доступной всему миру. В России партнером Открытого университета стал Международный центр дистанционного обучения ЛИНК, который затем был переименован в Международный институт менеджмента ЛИНК (LINK – Learning International Network).

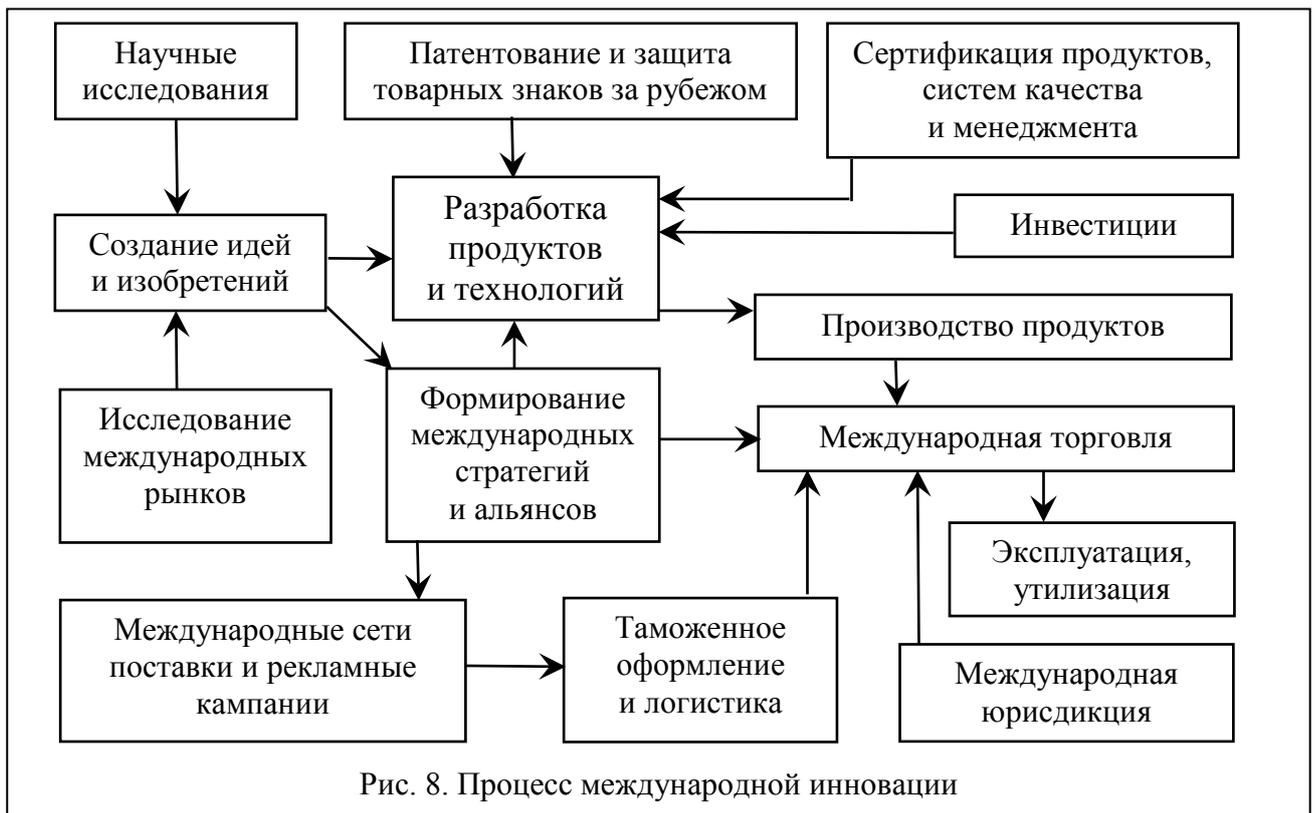
В конце 20 века произошла кибернетическая революция и широко стало компьютерное и Интернет обучение (E-Learning). И опять повторяется процесс ступенчатого развития инновации. Вначале происходит относительно простое изменение средств передачи учебного контента, а затем в Великобритании оно начало превращаться в сложный технологический комплекс Blended-Learning.



Международная кооперация между Россией и Великобританией в сфере создания образовательных инноваций имеет под собой глубокие основания и, прежде всего закон Глобального синергетического развития человечества. Попытки реализовать инновации в пределах одной страны наталкиваются на массу проблем, среди которых применительно к России можно отметить следующие:

- Глобальная, кооперативная природа развития человечества.
- Ограниченность знаниевого потенциала одной страны.
- Глобальная среда потребления.
- Нехватка инвестиций.
- Малый эффект масштаба.
- Неразвитая инновационная инфраструктура.
- Утечка специалистов и ноу-хау.
- Проблемы требований ВТО.

Следует отметить, что международный инновационный процесс (см. рис. 8) радикально отличается от мононационального, который обычно рассматривается в инновационном менеджменте.



Возникает много новых функций, которые требуют координации действий в размерах, превышающих одно даже крупное предприятие. Ключевую роль приобретает формирование международных стратегий и альянсов.

Следует отметить, что образовательные задачи можно разделить на репродуктивные и продуктивные. Первые из них нацелены на жизнеобеспечение населения в традиционных областях (см. рис. 2) знаний. Продуктивная задача связана с созданием нового знания и включением его в производственный потенциал человечества. Первая задача усложняется, в основном, в связи с ростом численности человечества и актуальна, прежде всего, для стран с быстро растущим населением (малоразвитым). Вторая задача актуальна для стран развитых, которые стремятся участвовать в наращивании знания человечества и извлекать из этого доходы, необходимые для инвестирования в создание знаний через науку.

Для России задача репродуктивного образования не является критичной, поскольку население не растет, а уменьшается. Для предоставления первого образования вполне достаточно существующих учебных заведений и внедрение дистанционных технологий в эту сферу не имеет актуальности.

Значительно более сложна задача продуктивного образования и именно здесь наибольший вклад могут внести инновационные формы образования.

#### **4. Создание знаний**

Согласно данным ЮНЕСКО [20] за пять лет с 2002 по 2007 г. количество ученых в мире выросло с 5,8 до 7,1 миллиона человек с темпом роста 5,5% в год. (По данным Institute for Statistics <http://www.rhr.ru/index/news,17670,0.html> число ученых в 2005 г. было на 12% меньше).

Одновременно с этим увеличиваются инвестиции в исследования и разработки (R-D). В 2007 г. на R-D в среднем по всем странам выделялось 1,74% ВВП (в 2002 г. - 1,71%). 70% мировых расходов на эти цели приходится на Евросоюз, США и Японию. Япония, например, выделяет на исследования и разработки 3,4% ВВП. Таким образом, число ученых составило около 0,1% населения мира и они потребляют примерно в 17 раз большую долю МВП (1,74%).

Рост объема знаний человечества остается пропорциональным росту численности населения с коэффициентом примерно 3 условных книг на тысячу человек прироста. Таким образом, темп роста знания составляет около 260 тысяч условных книг в год. При 7,1 млн. ученых это составляет около 4% условной книги на ученого в год. За продуктивный период деятельности ученого (около 25 лет) он создает примерно 1 условную книгу. При этом на каждого ученого приходится примерно 3 усл. книги накопленного объема знаний.

В России в 2001 г. число специалистов, занимающихся исследованиями и разработками (ИР) составило 895 тыс. чел. или 0,6% населения, т.е в 6 раз большую долю, чем во всем мире в среднем. В США и Японии эта доля и абсолютное количество ученых еще больше. В то же время ассигнования на ИР составляли на 2003 г. порядка 0,3% ВВП РФ (~ 1,3 млрд. \$), т.е. меньшую долю, чем количество ученых.

За 10 лет в период 1995—2005 гг. российские учёные опубликовали 286 тыс. научных статей, которые в мире были процитированы 971,5 тыс. раз (по анализу публикаций в 11 тыс. научных журналов в мире). По итогам 2005 года Россия занимала 8-е место в мире по количеству опубликованных научных работ, но лишь 18-е место — по частоте их цитирования [16, 21]. К сравнению, число публикаций США в 10 раз больше, а цитирования – в 37 раз. Таким образом, существует явное несоответствие между численностью научных работников России и их вкладом в мировую науку. Это свидетельствует о том, что численность ученых не является единственным параметром, влияющим на создание знания.

Рассмотрим, как изменялось число ученых в течение различных эпох человечества. Согласно [9] с начала 17 века число ученых удваивается каждые 10-15 лет. По другим источникам удвоение происходит раз в 20 лет. Но это значит, что ко времени учреждения

академии наук Франции в 1666 году число ученых составляло менее 40 человек и на 1 ученого приходилось около 20 тысяч условных книг знаний.

Это означает, что к созданию и использованию знаниевого потенциала эти ученые имеют очень малое отношение. Видимо парадокс заключается в том, кого считают ученым. Если считать, что ученые – это те люди, которые занимаются исследованиями и разработками (R-D), т.е. созданием знаний, то их количество должно логичным образом соотноситься с приростом объема знаний. С использованием формулы Ф5 для аппроксимации объема знаний до 1950 г. при условии создания каждым ученым одной условной книги за 25 лет продуктивной деятельности получим, что число ученых в период гиперболического роста объема знаний должно выражаться зависимостью

$$Y = 1,25 \cdot 10^9 \times (1 / (2025 - T))^{1,23} - 1 / (2025 - T + 25)^{1,23} \quad /Ф6/$$

Результаты расчетов представлены в таблице 13 и из них следует, что число ученых в предыдущие эпохи было значительно больше, чем согласно экспоненциальной зависимости с удвоением каждые 10-20 лет.

Формула Ф6 может быть использована для оценок вплоть до 1978 года, в котором она дает завышенное примерно на 7% число ученых, что не превышает разности в данных различных статистических исследований. В таблице 13 тем не менее в 1978 г. число ученых уменьшено на 7% по сравнению с Ф6.

**Таблица 13. Численность ученых, производящих знание**

Год	Время / технологическая революция	Насел, млн.	Знаний, усл. книг, тыс.	Рост объема знаний, раз	Ученых, тыс.	Ученых на млн. чел
-3550	Металлургия, письменность	36	31	2,34	0,17	5
-760	Железный век	72	72	2,34	0,79	11
630	Великое переселение	143	168	2,34	3,66	26
1325	Ремесленное	286	394	2,34	16,7	59
1674	1-я научно-промышленная	570	923	2,34	75	132
1848	2-я промышленная	1130	2159	2,34	322	285
1935	НТР	2222	5051	2,34	1284	578
1978	Кибернетическая	4400	11820	2,34	4164	946
2005	Биотехнологическая	6700	21105	1,79	6500	970

Применительно к 2005 году формула Ф6 дает недопустимо большую погрешность, поэтому в таблицу 13 внесена цифра реально зафиксированных ученых согласно работе [16] с учетом темпа роста - 5,5% в год. Отметим также, что с учетом производительности труда ученого - 1 усл. книга за период творческой активности в 25 лет и объеме ежегодно создаваемых знаний ~ 260 тыс. усл. книг количество ученых должно также составлять 6500 млн. чел.

Эти вычисления (табл. 13) показывают, что с периода демографического перехода рост числа ученых на душу населения земли практически прекратился и значительно снизился темп роста объема знаний. Естественно возникает сомнение, все ли знание человечества было учтено в 2005 году, поскольку метод оценки базируется на учете объема книг на бумажных носителях. Изобретения и статьи в научных журналах также фиксируются на бумажных носителях, поэтому вне сомнения существует значительный объем важных новых знаний человечества, представленных только на носителях электронного типа. Используя данные таблицы 13 можно оценить эту долю на 2005 год равной  $1 - 1,79/2,34 = 24\%$ .

Однако более точные оценки в настоящее время сделать затруднительно, ввиду того, что порядка 99% данных, записанных на электронных носителях, представляет собой несущественную для человечества, в целом, информацию.

Однако наличие невидимого (виртуального) объема знаний при известном количестве ученых означает что, либо производительность труда ученых возросла с 0,04 до 0,05 условной книги в год или существуют специалисты, создающие важное для человечества знание, и не учтенные в числе ученых. Возможно, таковыми являются специалисты в новых областях знания: ИТ и биотехнологий.

Не исключен конечно и вариант с уменьшением роста количества информации за период до последней технологической революции, поскольку уменьшение продолжительности таких периодов не может быть беспредельным и в какой-то момент должен произойти переход к другому режиму, аналогично тому, как происходит демографический переход.

Обратим внимание еще раз на данные о количестве ученых в мире [16]: «За пять лет количество ученых в мире значительно выросло - с 5,8 до 7,1 миллиона человек. Это произошло, прежде всего, за счет развивающихся стран: в 2007 году число учёных здесь достигло 2,7 миллиона, по сравнению с 1,8 миллиона пятью годами раньше». Таким образом, число ученых в развитых странах, в которых уже произошел демографический переход, выросло с 4 млн. до 4,4 млн. за 5 лет, т.е. всего на 10%, по сравнению с 50% ростом в развивающихся странах (~10% в год). Тем не менее, в развитых странах число ученых составляет около 0,44%, а в развивающихся в 10 раз меньше.

Таким образом, система создания *нового* знания в мире состоит из двух существенно различных подсистем (рис. 9), действующих на базе развитых и развивающихся стран.

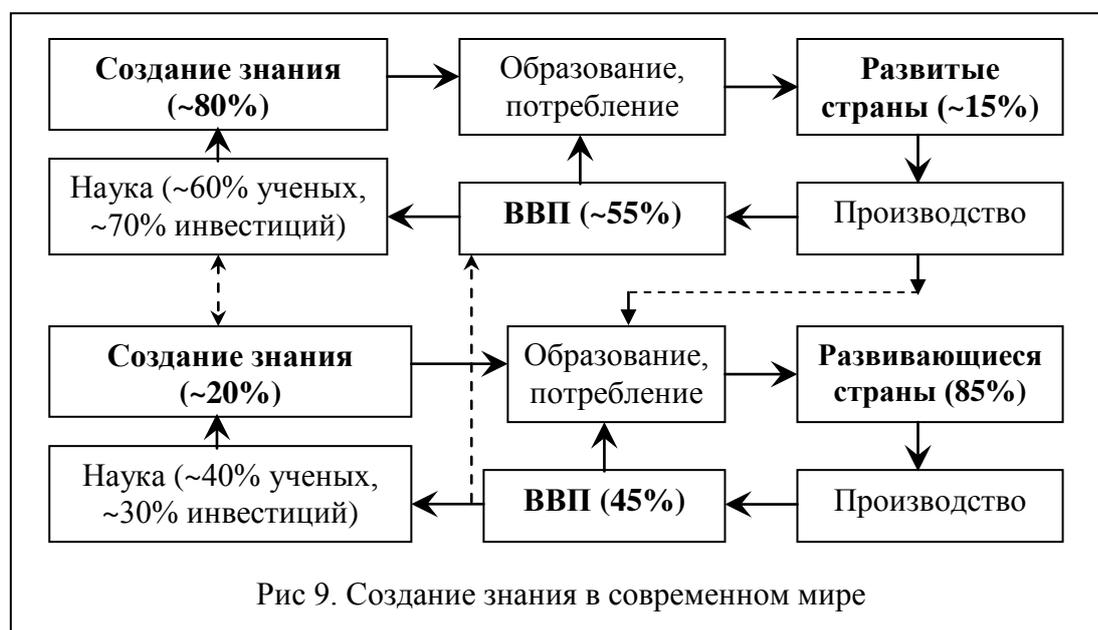


Рис 9. Создание знания в современном мире

Основным производителем знания являются развитые страны. Но численность их населения уже давно стабилизировалась и рост инвестиций в науку происходит очень медленно. Полученные выше закономерности роста знания человечества свидетельствуют о том, что потенциал роста этой подсистемы практически исчерпан.

Следует отметить, что в 2005 году американский физик Джеймс Хьюбнер James Huebner [23] сотрудник военного исследовательского центра Naval Air Warfare Center, высказал гипотезу, вступающую в противоречие с общепринятыми представлениями о науке. По его мнению, технический прогресс достиг пика в 1915 году и после этого резко замедлился. Свой вывод Хьюбнер сделал на основе следующего подсчета. Он использовал перечень 7200

крупнейших изобретений и инноваций (содержится в энциклопедии "История Науки и Технологии" - The History of Science and Technology, изданной в 2004 году в США), который был сравнен с динамикой численности населения мира - пик числа новых изобретений был отмечен в 1873 году. Вторым критерием была патентная статистика США, также сопоставленная с количеством населения страны. Здесь число выданных патентов достигло максимума в 1912 году. Ныне число новых изобретений и инноваций, по мнению Хюбнера, сопоставимо с эпохой, так называемых «темных веков» (период европейской истории, наступивший после развала Римской империи и продлившийся до эпохи Возрождения).

Следует отметить, что другие ученые (Рей Курцвелл, Джон Сمارт и Эрик Деслер) не согласны с точкой зрения Джеймс Хюбнер [23] и указывают на неосвязаемость современных изобретений.

Тем не менее гипотеза о стабилизации ресурсов производства знаний развитых стран находит аргументы и с точки зрения системного подхода, использованного в данной работе.

### ***5. Технологическая революция 2025 года***

До последнего момента в данной работе мы старались избегать аппроксимации известных зависимостей на период после 2005 года. Это связано с логикой системного подхода, согласно которому в период перехода системы в новое состояние такие аппроксимации весьма ненадежны.

Наличие сингулярности 2025 года в гиперболическом развитии человечества и факт демографического перехода свидетельствуют, что технологическая революция 2025 года является особенной и должна привести к радикальному изменению деятельности человечества, как системы. Согласно теории сложности это означает, что система должна пройти состояние «на грани хаоса» и ее поведение в период вблизи 2025 года будет мало предсказуемым.

Тем не менее, существуют оценки численности населения земли в эпоху демографического перехода [1-3] и важно понять, как будет меняться число ученых и соответственно объем знания, а также каков будет характер технологической революции.

При упомянутых выше темпах роста [16] число ученых в развивающихся странах в 2014 году было бы больше, чем в развитых (5 млн.), а к 2025 превзошло их в 2 раза (14 млн. по сравнению с 6,3). Однако фактор демографического перехода видимо замедлит темп роста числа ученых в развивающихся странах.

Тем не менее, можно предсказать, что число ученых на душу населения мира снова станет быстро возрастать, а их число составит в 2025 г. 15-20 млн. чел. При той же, что и в предыдущие эпохи производительности труда ученых в 1 усл. книгу за 25 лет работы темп роста производства знания возрастет до ~800 тыс. усл. книг в год, т.е. почти втрое по сравнению с 2005 г. Фактор информатизации науки может сделать этот рост еще большим. Таким образом, есть все основания говорить о следующей технологической революции.

Срок следующей технологической революции ~2025 года достаточно близок, а это значит, что уже должны быть явные признаки быстрого роста соответствующего вида деятельности. Это должна быть крайне актуальная область деятельности и она должна носить отпечаток инструментальности, т.е. возможности использования для увеличения МВП.

В этих условиях можно предположить, что около 2025 года должна произойти технологическая «революция знания». Этого вполне резонно ожидать в свете широко обсуждаемых перспектив перехода к экономике знания [22] отдельных странах. Поскольку валовой мировой продукт на душу населения пропорционален накопленному объему знаний, то это создает стимул для активного развития индустрии создания знания.

Возникает вопрос – каковы особенности революции знания, и к каким неопределенностям может привести прохождение «границ хаоса»? Согласно теории

сложности после периода «на грани хаоса» система может перейти в одно из двух альтернативных состояний: либо стать существенно более сложной и эффективной, либо стать хаотичной т.е. разрушиться. До последнего времени создание знаний в мире приводило к синергетическому эффекту и росту производительности труда для всего мира. Но по мере ускорения темпа технологических революций диффузия инноваций начинает не успевать за темпом создания знания и синергетический эффект снижается. Наиболее высокоразвитые страны за счет системы патентования и деятельности глобальных корпораций могут присваивать себе выгоды от создания знаний и ограничивать их распространение. Тем самым снижается производительность труда всех людей.

В 2006 году из 6,1 мил. патентов, действовавших в мире [15], 46% принадлежала заявителям из США и Японии (5% населения мира). Из общего числа 1,76 млн. патентных заявок в мире в 2006 году 69% приходилось на 4 страны: Япония - 29%, США - 22%, Республики Корея - 10% и Германия - 7,5%. Заявителям из этих же стран было выдано 73% - от общего числа 727 000 патентов. Доля заявок, поданных лицами, не проживающими в данной стране, возросла до 44%, причем лидерами являются те же США, Япония и Германия. Парадоксально, что объектами патентования стал даже геном человека, на различные хромосомные области которого в США выдано 5048 патентов [24].

Международная правовая система, стимулирующая такое положение с правами на интеллектуальную собственность, не является единственно возможной. Выбор между двумя подходами с правами на использование знаний: для всего человечества или для избранных может составить основную неопределенность в будущей технологической революции 2025 г.

Правомерно задаться вопросом: откуда может появиться угроза хаоса – фактически разрушения системы? Одно из предположений связано с тем, что все возрастающая власть знаний будет концентрироваться в узком кругу собственников, что будет вызывать возрастающее несогласие с этим других стран и людей. Это может служить питательной средой для неуравновешенных и даже террористических субъектов. Многочисленные сценарии Апокалипсиса, созданные Голливудом, могут показаться детской игрушкой перед возможностью террористического использования, например, высокоразвитых генетических технологий.

Именно моральное неприятие факта существования высочайшего уровня технологий рядом с безысходной бедностью и смертью от голода миллионов людей способны служить источником постоянных террористических действий, которые рано или поздно могут привести весь мир к хаосу.

Таким образом, существует потребность в преобразовании и усложнении всемирной системы создания знаний для того, чтобы она отвечала интересам всего человечества и была открыта для использования человеческого потенциала всего мира. Понятно, что создатели действующей сейчас мировой системы создания и управления знаниями с этим вряд ли согласятся.

Положительная тенденция связана с тем, что мир перестает быть монополярным. Уже сейчас ВВП, рассчитанный по паритету покупательной способности (ППС) на 2008 год, показывает, что лидерами экономического развития становятся более многочисленные страны и группы стран, чем в конце 20 столетия, как показано в таблице 14 [25].

**Таблица 14. Показатели экономического развития крупнейших групп стран мира.**

Группа стран	ВВП, млрд. \$	ВВП, %	Рост, %	Население, %
БРИК	15 374	21,8	7,6	40
Европейский союз	14 960	21,2	0,8	7,4
США	14 580	20,6	0,4	4,5
Десятка АТР с Японией	10 170	14,4	0,9	9,3
ИТОГО	55 084	78		61

Население стран БРИК составляет 40% численности человечества, площадь территории – 27 процентов суши, а золотовалютные резервы – 33%. Таким образом, потенциально страны БРИК могут стать одним из важных центров создания знания.

Пока научный потенциал стран БРИК еще недостаточен, чтобы конкурировать с развитыми странами. Однако Китай уже вышел на 5 место в мире по числу подаваемых патентных заявок (7%) [15] и на второе место по числу публикуемых научных статей [16]. Инвестиции в исследования и разработки стран БРИК сейчас ниже среднего мирового уровня (БРИК ~1,3% ВВП, в мире ~1,8%) и значительно меньше, чем в развитых странах (Япония – 3,5% ВВП). По данному показателю в группе БРИК также лидирует Китай, который выделяет 1,5% ВВП и планирует увеличить инвестиции в науку до 2%. В настоящее время систему создания знания в странах БРИК можно охарактеризовать интегрально цифрами, приведенными на рис. 10.

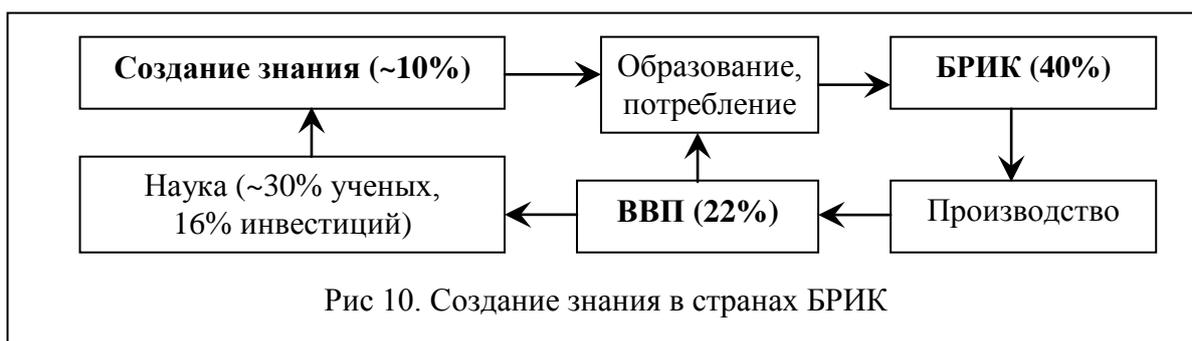


Рис 10. Создание знания в странах БРИК

Сравнение с рис. 9 показывает, что по основным показателям она мало отличается от системы, характерной для развивающихся стран и отличается лишь значительным большим числом ученых, число которых приближается к 30% мирового научного корпуса. На остальные развивающиеся страны остается лишь около 10% числа ученых в мире при примерно такой же численности населения. Вместе с тем быстрые темпы роста инвестиций в науку и объема научных публикаций стран БРИК свидетельствуют о том, что в будущем эти страны станут важнейшим центром создания знания в мире.

Изменения в системе создания знаний могут быть связаны также с возрастающей ролью Интернет, как связующего звена между учеными и необъятной системой хранения общемирового знания. Фактически может появиться распределенная система создания знаний, которая не будет привязана к отдельным странам. Однако такая система может нести в себе и угрозу появления новых методов отчуждения знаний в пользу виртуальных владельцев.

Важным фактором в деятельности системы создания знаний являются те важные для общества задачи, на решение которых она нацелена и которые может реально решить. Успехи предыдущих технологических революций подвели науку к возможности решения ряда масштабных задач, таких, например, как:

- Излечение наиболее опасных болезней.
- Многократное увеличение продолжительности жизни.
- Энергетика на базе термоядерного синтеза.
- Предотвращение угроз космического происхождения.
- Создание искусственного интеллекта.

Решение этих задач требует создания всемирной системы управления знаниями в интересах всего человечества.

### **Выводы**

1. Предложена методика оценки объема знаний человечества в различные эпохи.
2. Показано, что рост объема знаний происходит в тесной взаимосвязи с ростом численности человечества.

3. Показано, что технологические революции происходят при росте объема знаний, накопленных человечеством в 2-2,4 раза.
4. Рассмотрены образовательные и инновационные проблемы, возникающие в связи с ростом объема знаний человечества.
5. Сформулированы гипотезы об особенностях следующей технологической революции.

### Литература

1. Капица С. П. *Математическая модель роста населения мира*. Математическое моделирование т.4, №6, 1992, стр. 65–79. (<http://malchish.org/lib/philosof/Kapitza/Kapitza.htm>)
2. Капица С. П. *Сколько людей жило, живет и будет жить на земле*. М.: Наука, 1999.
3. Капица С.П., *Общая теория роста населения Земли*. "Наука", М. 1999
4. Закон гиперболического роста численности населения Земли Foerster, H. von, P. Mora, and L. Amiot Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026. At this date human population will approach infinity if it grows as it has grown in the last two millennia // *Science*. — 1960. — № 132. — С. 1291—1295
5. Коротчаев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А. Математическая модель роста населения Земли, экономики, технологии и образования. Препринт ИПМ им. М.В.Келдыша РАН, Москва, 2005.
6. Коротчаев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А. Долгосрочные макротенденции развития Мир-Системы и возможности их математического моделирования. Синергетика. Будущее мира и России. Изд. ЛКИ, 2008: 92-132 (<http://www.demoscope.ru/weekly/2009/0359/analit02.php>).
7. Ушаков К. Хранилище вечности. Журнал "СЮ" №7, 2007 год.
8. Википедия. Библиотека Конгресса. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Library\\_of\\_Congress](http://ru.wikipedia.org/wiki/Library_of_Congress).
9. Советский энциклопедический словарь, 1987.
10. *Facchini F. Le origini l'uomo. Introduzione alla paleoantropologia/ Pref. di Y. Coppens. Milano: JACA Book, 1993.*
11. Яковец Ю.В. История цивилизаций. М., 1997.
12. Кадзума Татеиси «Вечный дух предпринимательства. Практическая философия бизнесмена». М., Московский бизнес, 1990.
13. Панов А. Д. Сингулярность Дьяконова. История и Математика: Проблемы периодизации исторических макропроцессов. М.: КомКнига, 2006.
14. Анисимов В. О законе возрастания сложности эволюционирующих систем, или что день грядущий нам готовит. [www.yugzone.ru/articles/438](http://www.yugzone.ru/articles/438), 2006.
15. Патентный отчет. Всемирная организация интеллектуальной собственности, Женева, PR/2008/562, 31-07-2008.
16. Научный вес. Международный рейтинг. Thomson Scientific, 2005 (<http://www.washprofile.org/ru/node/4452>).
17. Стратегия. Учебное пособие. The Open University, 2000.
18. Щенников С.А. Открытое Дистанционное Образование. М., «Наука», 2002.
19. Дистанционное обучение в странах СНГ: мониторинг образовательных потребностей и возможностей. Аналитический обзор, ЮНЕСКО, М, 2003.
20. Пресс-коммюнике ЮНЕСКО №2009-139. Статистический институт ЮНЕСКО (ISU), 2009.
21. Россия в цифрах 2002: Краткий статистический сборник. Госкомстат России. М., 2002.
22. Макаров В.Л. Экономика знаний: уроки для России. Вестник российской академии наук. Том 73, № 5, 2003 г.
23. Robert Adler. Entering a dark age of innovation. *The New Scientist*, 2005.
24. Гэри Стикс. Как без труда вытянуть рыбку из пруда. «В мире науки» №5, 2006.
25. Открытая Всемирная книга фактов ЦРУ (США), 2008.