

# Вопросы прогнозирования ВВП мира и отдельных стран

Опубликованная в 2006 году работа [1] главы макроэкономического подразделения компании ПрайсвогтерхаусКуперс (PwC) Джона Хоксворта с прогнозом потенциального роста ВВП 17 крупнейших экономик мира в период до 2050 года совершила своеобразный переворот в умах экономистов, политиков и бизнесменов.

Затем эти прогнозы неоднократно уточнялись [2, 3], особенно в связи с коррективами, который внес кризис 2008 года. Тем не менее, вывод остается, в целом, прежним: уже до 2035 экономика Китая может обогнать экономику США, а до 2040 года семь быстро развивающихся стран (E7) обгонят страны «Большой семерки» (G7) по размеру ВВП. К 2050 году Индия станет третьей ведущей экономикой мира, опередив Японию и немного отстав от США.

Понятно, что такие прогнозы серьезно влияют на геополитические стратегии и действия крупнейших стран мира. Фактически они дали старт формированию БРИКС, как своеобразного блока развивающихся стран. В тоже время вопрос о корректности сделанных прогнозов остается открытым.

Прогноз PwC сделан в предположении, что каждая из рассмотренных стран развивается независимо от других и от наличия необходимых природных ресурсов. Кроме того, сделаны предположения о достаточно консервативных темпах роста ВВП и отсутствия серьезных случайных, тормозящих факторов, наличие которых постоянно демонстрирует история.

Однако в трудах Сергея Петровича Капицы [4] убедительно показано, что человечество развивается, как единая система, причем это единство его имеет информационную природу. Данное единство проявляется в таких фактах, как рост человечества в соответствии с гиперболической зависимостью [5] в течение сотен тысячелетий, а также кратковременным по историческим меркам процессом демографического переход, который привел к резкому снижению темпов роста человечества.

В работе [6] показано, что скорость роста крупнейших цивилизаций мира тем больше, чем больше их численность, а малые по численности изолированные цивилизации практически не растут и находятся на грани вымирания, что тоже демонстрирует наличие системных эффектов в развитии человечества.

Важно также, что данный прогноз не берет в расчет такой фактор, как динамика роста знания человечества и его зависимость от фактора демографического перехода.

## ***1. Аппроксимация роста мирового ВВП***

Эмпирические оценки динамики мирового ВВП, сделанные А. Мэддисоном [7, 8], показывают, что в период с 1951 по 1973 г. его величина с погрешностью не более 3% аппроксимируется следующим уравнением:

$$G = C / (T_0 - T)^2 \quad (1)$$

Здесь  $G$  – это мировой ВВП (в триллионах международных долларов 1990 г. по паритету покупательной способности - ППС) в год  $T$ , при  $C = 17\,355$ , а  $T_0 = 2006$  г. При  $T < 1951$  г. данная формула дает существенно заниженные значения, а при  $T > 1973$  г. – существенно завышенные.

Недостатки формулы (1) связаны с тем, что при  $T \rightarrow T_0$  (зона демографического перехода) гиперболический член быстро растет. А при  $T \rightarrow 0$ , наоборот, быстро падает к нулю. Для исправления указанных недостатков при  $T \rightarrow 0$  необходимо добавить в формулу постоянную компоненту, а снизить темп роста при  $T \rightarrow T_0$  можно, связав величину ВВП с численностью населения земли -  $N$ . Соответствующее выражение для ВВП имеет вид [8, 9]

$$G = N \cdot (m + \gamma \cdot N) \quad (2)$$

Коэффициент  $m$  характеризует минимальный прожиточный уровень, а  $\gamma$  - темп роста ВВП на душу населения в зависимости от роста числа людей. В международных долларах 1995 г.

$m=221$  долл./чел.,  $\gamma = 1,04 \cdot 10^{-6}$  при  $N$  в млрд. чел. [9]. На рис. 1 приведен график аппроксимации мирового ВВП в долларах 1990 г. зависимостью типа (2) с коэффициентами  $m$  и  $\gamma$ , уменьшенными на 15% (временная шкала ранее 1935 г. не равномерная).

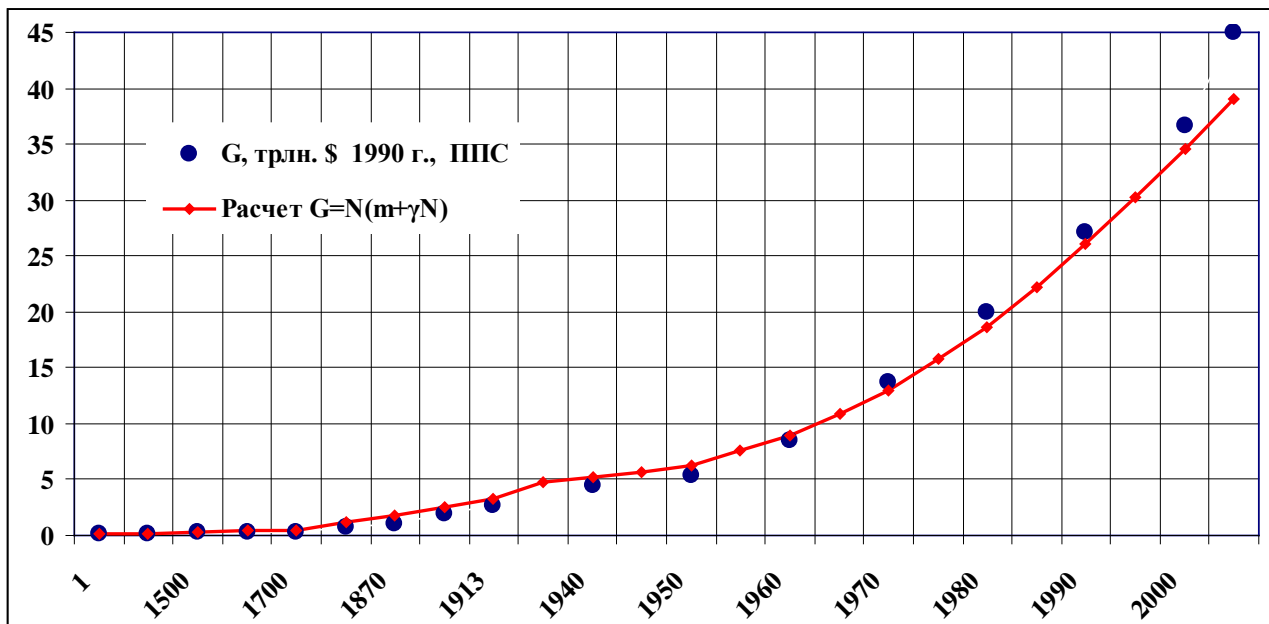


Рис. 1. Аппроксимация ВВП мира квадратичной зависимостью (2)

Графически аппроксимация выглядит относительно удовлетворительной, однако погрешность аппроксимации составляет в 2005 г. - 13%, 1950 г. – 17%, 1820 г. – 70%, что весьма не точно. Представляется, что степень, в которой входит в формулу численность населения земли, должна быть выше, чем вторая. На рис. 2 приведен график аппроксимации ВВП мира с помощью следующей формулы типа (3):

$$G = k \cdot N \cdot (m + N^{1,25}) \quad (3)$$

Здесь  $K = 0,65$ ,  $m = 0,25$ ,  $N$  в млрд. чел.,  $G$  в трлн. долл. 1990 г.

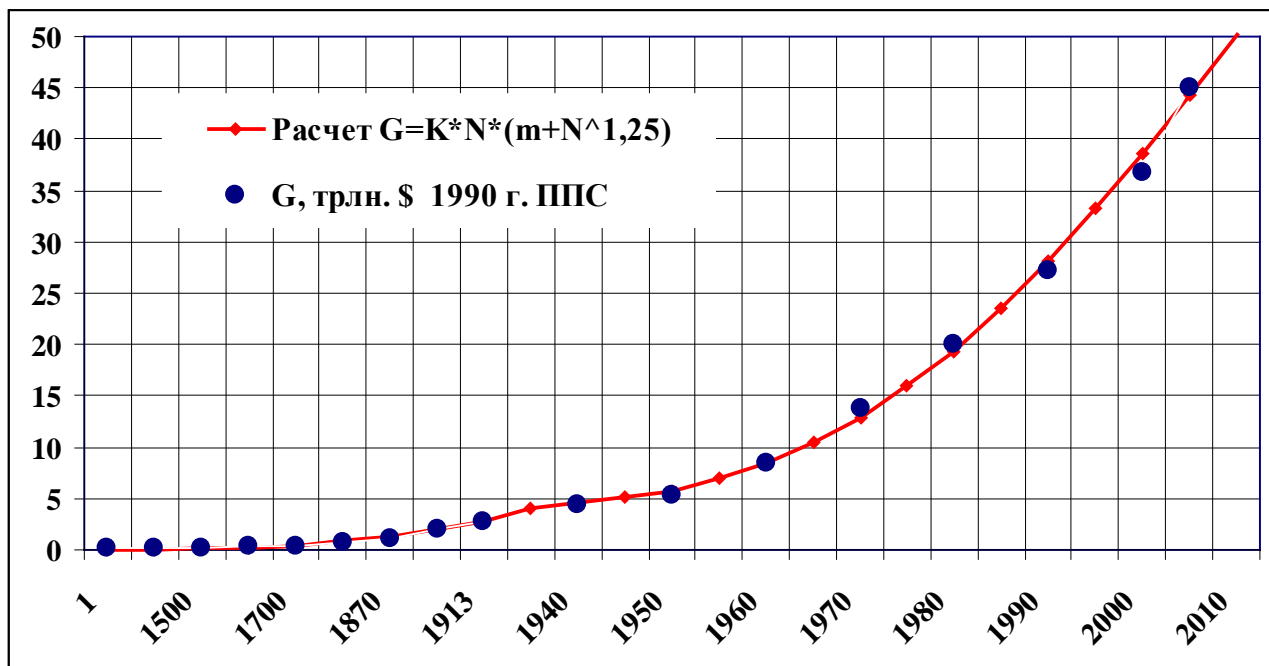


Рис. 2. . Аппроксимация ВВП мира зависимостью типа  $G=KN(m+N^{1,25})$

Видно, что при аппроксимации формулой с более высокой степенью численности населения  $N^{2,25}$  погрешность аппроксимации снижается и не превосходит 6,5%. Однако при  $T < 1820$  г. погрешность достаточно высока и составляет 20% в 1820 году и 44% в 1-м году нашей эры. Для целей прогнозирования столь давние времена не представляют большого интереса и можно ограничить диапазон рассматриваемых дат 1950 годом, но более детально проанализировать флуктуации ВВП мира. Соответствующий вариант аппроксимационной кривой приведен на рис. 3 ( $m = 0,25$ ,  $K = 0,65$ ).

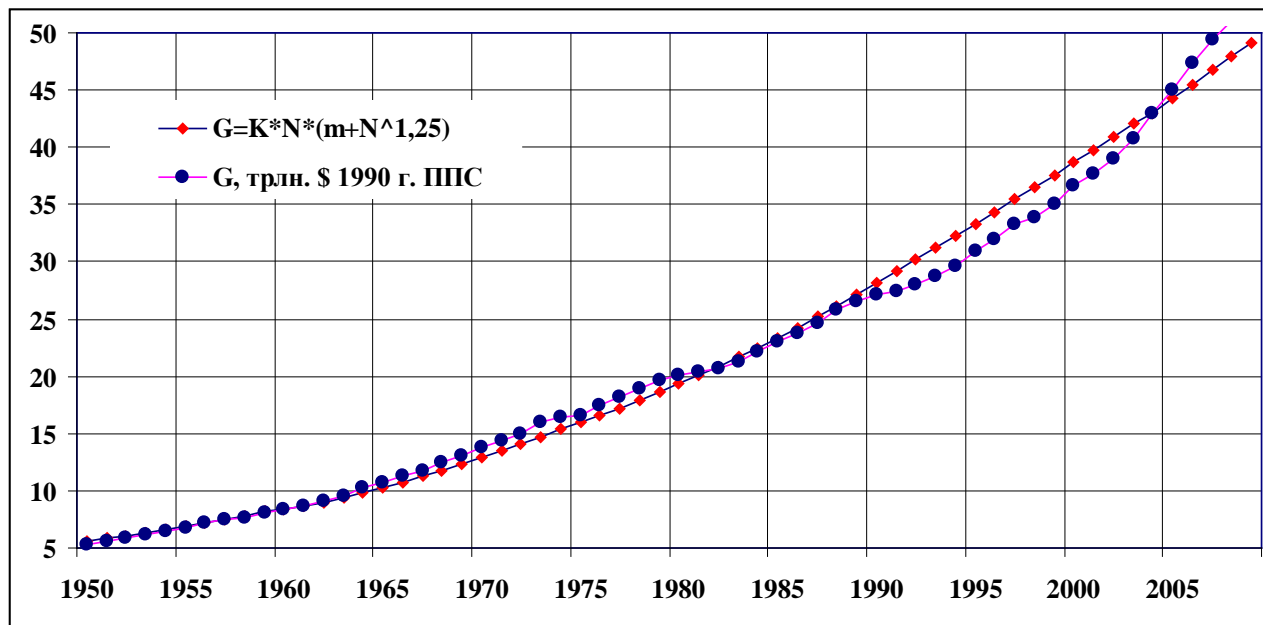


Рис. 2. . Аппроксимация ВВП мира за 1950-2008 гг. зависимостью типа  $G=KN(m+N^{1,25})$

Погрешность аппроксимации при таком рассмотрении не превышает 9%, однако быстрый темп роста ВВП после 2000 года ставит под сомнение возможность использования аппроксимационных подходов для прогнозирования на достаточно длительный промежуток времени, поскольку не ясна природа этих отклонений. В лучшем случае, это колебания роста ВВП, вызванные кризисными явлениями. Отметим, что аппроксимация ВВП полиномом четвертой степени от времени ( $T$ ) дает значительно более хорошее согласие, в том числе и по темпам роста ВВП вблизи 2005 года.

## 2. Прогноз роста мирового ВВП с учетом роста знания

Существенным недостатком аппроксимационных подходов является то, они не учитывают такую важную компоненту, как влияние на ВВП роста знания человечества. В работе [9] предложено оценивать объем знаний человечества по объему хранения в крупнейших библиотеках (Библиотека конгресса и Александрийская библиотека). Было также показано, что до даты демографического перехода (1960 г.) объем знаний человечества можно оценивать следующей формулой [10]:

$$Z = 1,5 \cdot 10^9 / (2025 - T)^{1,25} \quad (4)$$

Здесь в качестве единицы знания принята «условная книга» - у.к., которая при оцифровании имеет объем 1 Мбайт. С учетом того, что число людей до демографического перехода также выражалось гиперболической зависимостью:

$$N = C / (T_1 - T) \approx 200 / (2025 - T) \text{ млрд чел.} \quad (5)$$

Можно получить выражение для объема знаний, корректное и в период демографического перехода [10]:

$$Z \approx 20 \cdot (N/N_0)^{1,25}, \quad (6)$$

где  $N_0 = 100\,000$  – условная начальная численность человечества [4]).

Сравнивая выражения (6) и (3) можно сделать вывод, что мировой ВВП выражается формулой типа

$$G = k \cdot N \cdot (m + Z) \quad (7)$$

Таким образом, ВВП мира прямо пропорционален объему знаний человечества –  $Z$  и числу людей –  $N$ . Тем самым мы показали, что формула (3) является не просто аппроксимационной, а несет в себе фундаментальный смысл.

Следует отметить, что связь объема знаний, а соответственно, и величины ВВП с числом людей может быть несколько улучшена за счет учета того факта, что новое поколение не сразу начинает создавать дополнительное знание, а с задержкой, величиной не менее 20 лет.

В первом приближении это можно сделать, используя в формулу (3) значение численности населения Земли 20 лет назад и соответственно увеличив примерно в 1,48 раза числовой коэффициент при  $N(T-20)$ . При этом формула (3) приобретает следующий вид:

$$G = k \cdot N(T) \cdot (m + 1,48 \cdot N(T-20)^{1,25}) \quad (3)$$

Здесь  $K = 0,65$ ,  $m = 0,25$ ,  $N$  в млрд. чел.,  $G$  в трлн. долл. 1990 г. Соответствующий расчет ВВП мира и его сравнение с данными А. Maddison [7] приведены на рис. 3. Там же дан прогноз ВВП мира до 2060 г.

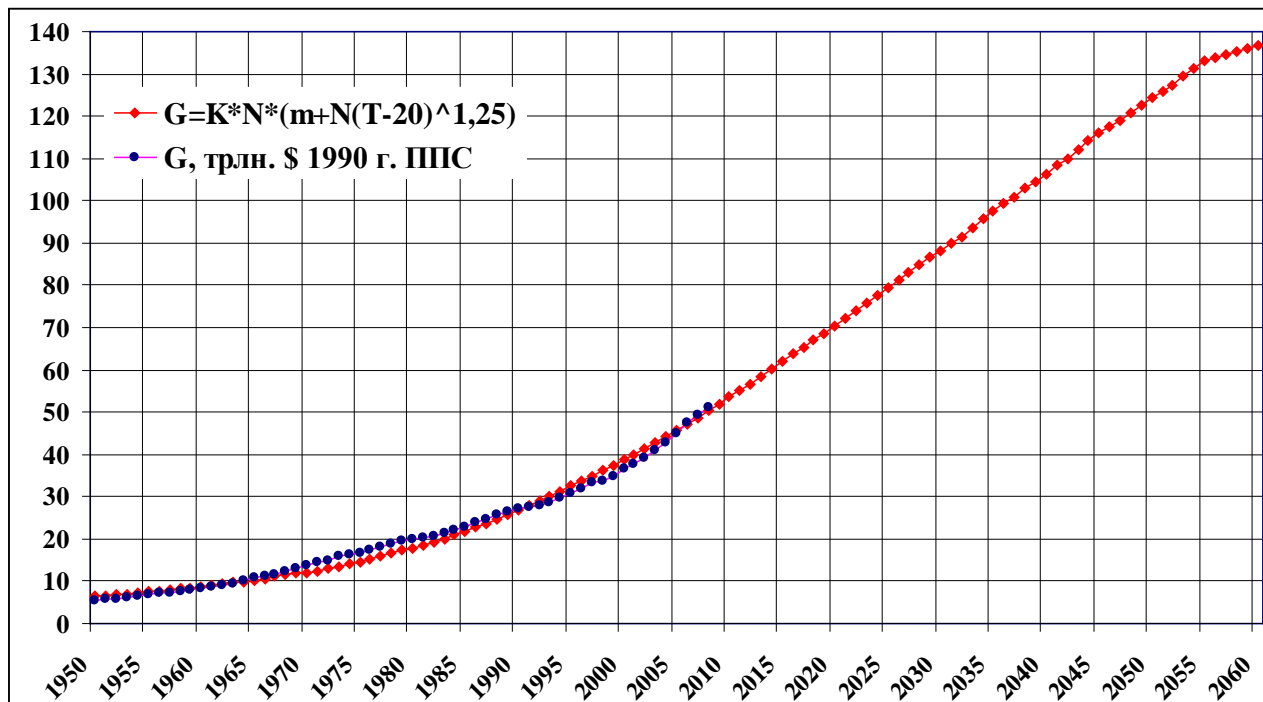


Рис. 3. . Аппроксимация ВВП мира зависимостью типа  $G=kN(m+N(T-20)^{1,25})$

### Литература

1. Hawksorth J. The World in 2050. How big will the major emerging market economies get and how can the OECD compete? PricewaterhouseCoopers – March 2006
2. Хоксворт Д., Тивари А. Мир в 2050 году. Ускорение процесса изменения баланса экономических сил в мире: проблемы и возможности. PricewaterhouseCoopers - январь 2011. С. 26. [www.pwc.co.uk/economics](http://www.pwc.co.uk/economics)
3. John Hawksorth and Danny Chan World in 2050. The BRICs and beyond: prospects, challenges and opportunities. PricewaterhouseCoopers - January 2013.
4. Капица С. П. Гиперболический путь человечества. М.: Тончу, 2009.
5. Foerster, H. Von, P. Mora, and L. Amiot. Doomsday: Friday, 13 November, A. D. 2026 // Science. 1960 – 132 – С. 1291–1295

6. Kremer, M. Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990. The Quarterly Journal of Economics 108: 681–716. 1993.
7. Maddison A. The World Economy. A Millennial perspective OECD  
<http://theunbrokenwindow.com/Development/MADDISON%20The%20World%20Economy--A%20Millennial.pdf>
8. 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.
9. Орехов В.Д. Знание в системе развития общества. Журнал «Бизнес-образование, №28, 2010. – С. 73 – 84.
10. Орехов В. Д. Прогнозирование в сложном окружении // Четырнадцатый всероссийский симпозиум «Стратегическое планирование и развитие предприятий», Москва, ЦЭМИ, 2013, №5. – С. 107-110.