

**ОРЕХОВ**

**Виктор Дмитриевич,**

кандидат технических наук, директор департамента специальных программ,  
АНО ВО «Международный институт менеджмента ЛИНК»

## Прогноз развития крупнейших экономик мира до 2100 года

В статье дается оценка влияния интеллектуальных ресурсов стран на рост ВВП. Предложена модель прогнозирования роста ВВП на базе индикатора интеллектуального капитала и проведено сравнение полученных с ее использованием результатов с прогнозами других авторов. Обоснован прогноз роста ВВП крупнейших экономик мира до 2100 года.

*Ключевые слова:* прогнозирование, ВВП, интеллект, знания, человеческий капитал, управление знаниями, мир 2100, образование, лидер.

**Orekhov Victor D.**

Doctor of Science, Head of Special Programmes department,  
International Institute of Management LINK

## Major economics development forecast until 2100

The article deals with the impact of intellectual resources on GDP growth. A new model of GDP growth forecast on the basis of intellectual assets is provided. The comparison of results with other author's forecasts has been carried out in accordance with the model in question. There has been given a major economics development forecast until 2100.

*Key words:* forecasting, GDP, intelligence, knowledge, human assets, knowledge management, the world in 2100, education, leader.

Проведенное ранее автором исследование [1] дает методическое основание для подготовки рамочного прогноза развития крупнейших экономик мира до 2100 года. При этом в качестве определяющего развитие экономики фактора выступает интеллект людей. Это связано с тем, что к 2000 году человеческий капитал (ЧК) в большинстве крупнейших экономик мира составлял около 80% национального богатства (рис. 1), и его доля имеет тенденции к постоянному росту [2], [3].

**1. Интеллектуальные ресурсы.** В качестве характеристики интеллектуальных ресурсов стран введем величину индикатора интеллектуального капитала (ИИК или  $I_{ИК}$ ) согласно формуле:  $I_{ИК} = \sum K_i \cdot N_i$ . Здесь  $N_i$  – количество специалистов с уровнем образования –  $i$ , а  $K_i$  – весовой коэффициент данного уровня образования. Данные об уровне образования, как правило, приводятся в виде доли жителей трудоспособного возраста ( $T = 25$  лет – 64 года), имеющих данное образование ( $D_i = N_i / N_T$ ). Обычно доля трудоспособных работающих специалистов ( $N_T$ ) составляет около 50% всего населения страны ( $N_C$ ), поэтому приближенно можно преобразовать формулу для  $I_{ИК}$  к виду (1). Здесь  $K_s$  – весовой коэффициент для R&D-специалистов,

$K_3$  – для имеющих высшее образование,  $K_2$  – среднее специальное,  $K_1$  – более низкий уровень образования.

$$I_{ИК} = 0,5 \cdot N_C \cdot [K_1 \cdot (1 - D_2 - D_3) + K_2 \cdot D_2 + K_3 \cdot D_3] + K_S \cdot N_S. \quad (1)$$

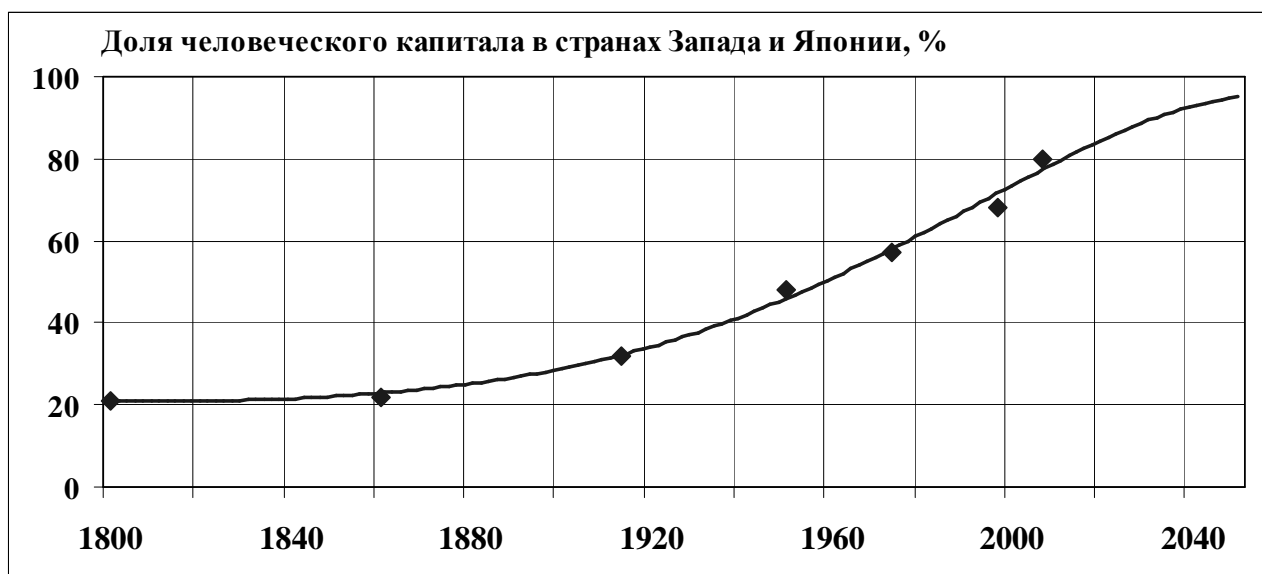


Рис. 1. Доля человеческого капитала в составе национального богатства стран мира

В работе [1] показано, что для целей прогнозирования близкими к оптимальным являются следующие значения коэффициентов  $K_i$ :  $K_1 \approx 0,015$ ;  $K_2 \approx 0,25$ ;  $K_3 \approx 1,0$ ;  $K_S \approx 35$ . Таким образом, интеллект среднего специалиста с высшим образованием выбран здесь за натуральную единицу измерения интеллекта, которую будем называть – *ике* (интеллектуального капитала единица). Для того чтобы характеризовать связь между ИИК и ВВП стран, введем понятие мультипликатора ИИК согласно формуле (2):

$$M_{ИК} = \text{ВВП} / I_{ИК}. \quad (2)$$

Нормированную величину мультипликатора ИИК (отношение  $M_{ИК}$  к его среднему значению) обозначим как  $F_{ИК}$ . Для крупнейших экономик мира или их групп характерны значения параметров, входящих в уравнения (1), представленные в табл. 1. Здесь использованы данные об уровне образования за 2005 год [4], [5] и значение ВВП (по паритету покупательной способности – ППС в 2011 году), т.е. с лагом в 6 лет.

Таблица 1. Параметры, характеризующие связь интеллектуальных ресурсов стран и их ВВП

Страны	$D_{3r}$ %	$D_{2r}$ %	$N_{Sr}$ млн	$N_{Pr}$ млн	$I_{Икр}$ млн ике	ВВП, трлн долл./ год	$M_{Икр}$ долл./ год·ике	$F_{Икр}$ %
США	30	9	1,4	319	102	15,5	152	103
Европейский союз	17	7	1,6	503	106	15,4	145	98
Китай	3,5	6,4	1,3	1369	90	13,5	150	102
Бразилия, Япония, Турция, Мексика, Индонезия	11,5	6,3	0,9	779	87	12,5	143	97
Всего			5,2	2970	385	56,9	148	100

Отсюда видно, что для данной группы стран (72% мирового ВВП по ППС) нормированное значение мультипликатора ИИК отклоняется от среднего значения не более, чем на 3%. Из этого можно сделать вывод, что основным способом увеличения ВВП стран является повышение их интеллектуального капитала, прежде всего через рост числа работников, имеющих высшее образование, и R&D специалистов. Результаты оценки величины  $I_{ИК}$  и соответственно значения мультипликатора  $M_{ИК}$  и его нормированного значения  $F_{ИК}$  для различных стран (по ППС в междунар. долл. 2011 года) приведены в табл. 2.

Таблица 2. Параметры, характеризующие интеллектуальный капитал для 26 стран мира

Страны	$I_{ИК}$ , млн ике	$M_{ИК}$ , тыс. долл./ ике	$F_{ИК}$ , %	Страны	$I_{ИК}$ , млн ике	$M_{ИК}$ , тыс. долл./ ике	$F_{ИК}$ , %
ЕС	106	145	98	Германия	19	176	119
США	102	152	103	Великобрит.	17	130	88
Китай	90	149	101	Канада	15	93	63
Япония	40	109	74	Франция	14	170	115
Индия	39	154	104	Испания	9,8	152	103
Россия	38	86	58	Италия	8,4	245	166
Бразилия	17	169	115	Украина	8,3	45	31
Ю. Корея	17	93	63	Австралия	8	120	81
Индонезия	12	176	119	Польша	5,9	141	96
Мексика	11	174	118	Нидерланды	4,6	169	115
Турция	6,9	191	129	Израиль	3,3	71	48
Иран	6,1	217	147	Финляндия	2,1	104	71
Нигерия	4,5	84	57	Норвегия	1,8	168	114

Важно отметить довольно существенный разброс значений  $M_{ИК}$ , среднее значение которого составляет 147 тыс. долл./ике·год. Относительное стандартное отклонение  $\Delta_{26} = 31\%$ . Однако доля стран (по величине ВВП), для которых  $M_{ИК}$  существенно отличается от среднего значения, относительно невелика, как видно из табл. 3. Положительное отклонение  $M_{ИК}$  (выше среднего уровня) характерно для достаточно крупных стран, а также расположенных вблизи юга Европы. Отклонение  $M_{ИК}$  в сторону уменьшения характерно для стран, удаленных от Европы или перенесших серьезные потрясения, конфликты. Можно предположить, что для некоторых из этих стран существует фактор невостребованного образования.

Таблица 3. Страны с различным уровнем отклонений мультипликатора  $M_{ИК}$

Отклонение $M_{ИК}$	Страны	ВВП, трлн долл.
Малое	ЕС, США, Китай, Индия, Бразилия, Испания	55
Положительное	Италия, Иран, Турция, Германия, Мексика, Индонезия	11
Отрицательное	Украина, Израиль, Россия, Ю. Корея, Япония, Канада	11

**2. Прогнозирование ВВП стран с использованием модели ВИК.** Обнаруженная связь ВВП стран с ИИК их населения может быть использована для прогнозирования величины ВВП этих стран в будущем. Для краткости будем далее называть представленную здесь «модель прогноза

ВВП на базе ИИК» – ВИК. Основные параметры прогноза представлены в табл. 4. Здесь  $G$  – это ВВП по ППС в долл. 2010 года,  $\Delta G/G$  – годовой темп роста ВВП,  $N_C$  – число жителей страны,  $N_S$  – численность сотрудников в сфере R&D,  $D_E = D_3 + 0,25 \cdot D_2 + 0,015 \cdot (100 - D_3 - D_2)$ .

Таблица 4. Формат для прогноза ВВП на основе ИИК

Год	$N_C$ млн	$\Delta G/G$ , %	$G$ , трлн долл.	$G/N$ , тыс. долл.	Необходимый ИИК, млн ике	Достижимый ИИК, млн ике	$N_S$ , млн	$D_E$ , %
2010	318	4	14,6	47,2	96	103	1,4	33,2

Необходимый ИИК вычисляется исходя из величины ВВП ( $G$ ) с учетом коэффициента  $F_{ИК}$ , который характерен для каждой страны с прогнозом его дальнейшего изменения. Модель роста доли специалистов с высшим образованием прогнозируется с учетом существующего охвата высшим образованием в стране, количества мест в университетах, а также уровня ВВП на душу населения. При увеличении данного показателя свыше 40% темп роста устанавливается пропорциональным оставшейся без образования доле людей трудоспособного возраста таким образом, чтобы доля имеющих высшее образование с малой вероятностью превышала 70% до 2100 года.

В качестве модели роста численности населения стран за основу взят средний вариант прогноза Департамента по экономическим и социальным вопросам ООН [6]. По некоторым позициям этот прогноз выглядит несколько неубедительно. В частности, завышенным представляется прогноз роста численности населения Нигерии до 400 млн человек к 2050 году. Поэтому для Нигерии была использована модель роста численности населения, близкая к Индии, при соответствующем уровне ВВП на душу населения. Согласно этой модели, численность населения Нигерии составит в 2050 году 260 млн человек.

Рост числа работников в сфере R&D прогнозируется исходя из данных за предыдущие годы [7], как правило, линейной аппроксимацией. Для стран с малым количеством таких специалистов на начальном участке используется аппроксимация с экспоненциальной зависимостью. Согласование модели по годам производится итерационным способом, с шагом по ни - пять лет. Начальные условия соответствуют существующему уровню ВВП и темпам его роста. Начальный темп роста пролонгируется на первое десятилетие с уместным снижением по годам. Далее проверяется по годам превышение достижимого уровня ИИК над необходимым, и если достижимый уровень больше необходимого, то темп роста ВВП увеличивается, если меньше – уменьшается.

Полученные результаты оценки роста ВВП крупнейших стран мира на период до 2050 года представлены на рис. 2 (ВВП по ППС в междунар. долл. 2010 года). Согласно выполненному прогнозу, Китай в 2050 году со значительным отрывом от других стран лидирует по величине ВВП (~53 трлн долл.). На втором и третьем местах вначале находятся Европейский союз и США, но после 2040 года их перегоняет Индия. Далее с некоторым разбросом следуют еще шесть стран лидирующей десятки: Бразилия, Россия, Индонезия, Япония, Мексика, Нигерия, ВВП которых находится в 2050 году в диапазоне 6–10 трлн долл.

Сравнение прогнозов величины ВВП ( $G$ ) методом ВИК и PwC [8], [9] дано в табл. 5 в междунар. долл. 2009 года. Величина дефлятора от 2009 до 2014 года принята равной 8,4% [10]. Величина ВВП Европейского союза в прогнозе PwC принята пропорциональной росту ВВП шести крупнейших экономик ЕС, для которых PwC дает свой прогноз.

Относительное отклонение  $\Delta G/G$  величины ВВП, определенной по методу ВИК, от PwC было оценено относительно двух прогнозов PwC (2011 и 2015 годов). Видно, что отклонения относительно умеренны для долговременных прогнозов, причем суммарное отклонение для десяти крупнейших экономик составляет не более 10%. Наиболее значительные отклонения относятся к Индонезии и Нигерии, исходные данные для которых по уровню образования и росту числа специалистов в сфере R&D весьма неоднозначны. Например, в Индонезии за последние 15 лет количество ученых уменьшилось вдвое.

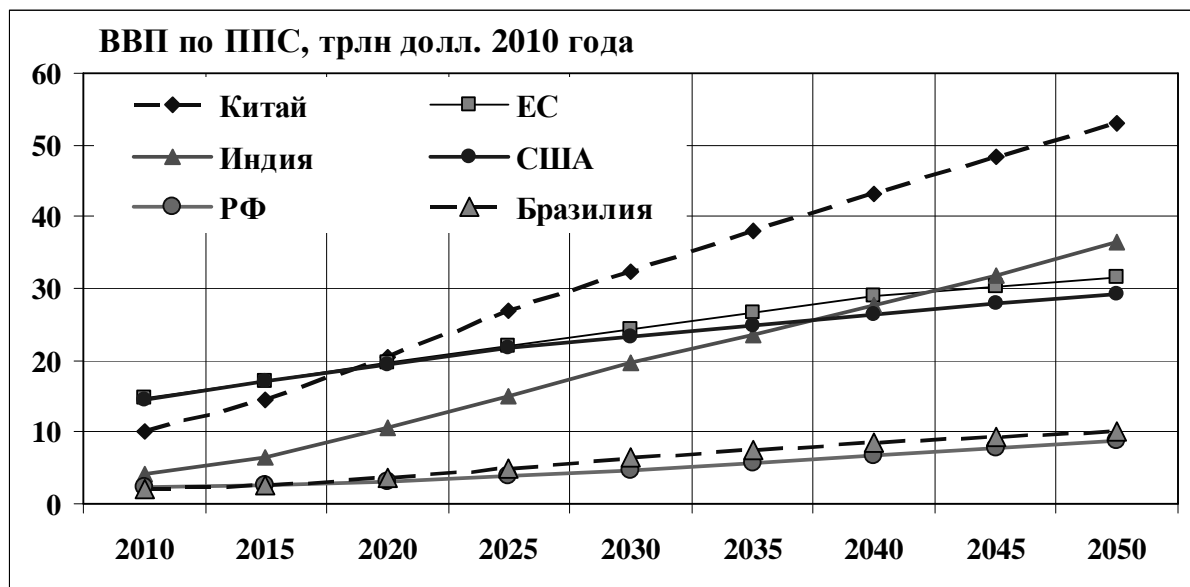


Рис. 2. Прогноз ВВП стран мира с помощью модели ВИК до 2050 года

Таблица 5. Сравнение прогнозов оценки ВВП стран на 2050 год методом ВИК и PwC

Год публикации	Величина	Китай	Индия	США	ЕС	Бразилия	Россия	Япония	Мексика	Индонезия	Нигерия	Сумма
2011	G, PwC, трлн долл.	60	43	38	36	9,8	7,6	7,7	6,7	6,2	4,5	219
2015	G, PwC, трлн долл.	56	39	38	33	8,5	7,0	7,3	7,4	11,3	6,7	214
2015	G, ВИК, трлн долл.	53	36	29	31	9,9	9	8,1	7,3	8,2	6	197
2011	$\Delta G/G$ , %	-12	-17	-24	-14	1,0	18	5	9	32	33	-10
2015	$\Delta G/G$ , %	-7	-8	-24	-4	17	29	11	-1	-27	-11	-8

В прогнозе предполагалось, что данная тенденция будет изменена на рост. Относительно России отметим, что упомянутое выше отклонение мультипликатора ИИК от среднего значения вносит неопределенность по темпам его снижения. В данном прогнозе заложена его ликвидация до 2050 года, что достаточно оптимистично.

Характерно, что прогнозы PwC, выполненные в 2011 и 2015 годах по данным за 2009 и 2014 годы, довольно существенно отличаются друг от друга. Для большинства крупнейших экономик, кроме США, прогноз 2014 года снижен (примерно на 8%), что, видимо, связано с учетом спада в экономике этих стран. При этом прогнозируемые значения ВВП для Китая, Индии и Европейского союза значительно приблизились к прогнозу ВИК. Для Мексики, Индонезии и Нигерии прогноз PwC претерпел самые большие изменения, причем в сторону увеличения (средний рост в полтора раза). При этом прогнозируемые значения не только выросли до прогноза ВИК, но и превзошли его.

Для проверки адекватности модели прогнозирования ВИК в табл. 6 приведены места, которые в соответствии с данной моделью должны занимать к 2050 году крупнейшие экономики мира по величине ВВП по ППС в сравнении с прогнозом PwC.

Таблица 6. Сравнение прогнозов PwC и ВИК относительно места стран по ВВП

Модель	Китай	Индия	США	ЕС	Бразилия	Япония	РФ	Индонез.	Мексика
PwC 2011	1	2	3	4	5	6	7	9	8
PwC 2015	1	2	3	4	6	8	9	5	7
ВИК 2015	1	2	3	4	5	7	6	8	9

Как видим, согласование в целом достаточно хорошее, особенно по первым шести местам. Есть отличия в зоне 7–9 места, которые имеют близкие по значению размеры ВВП (около 8 трлн долл.). При этом отличие прогноза ВИК от PwC примерно такого же уровня, как двух прогнозов PwC, выполненных с разбежкой в пять лет.

В работе «Мир в 2050 году» [11] приведены прогнозы ВВП ряда крупнейших стран мира в 2050 году, выполненные различными организациями (ADB – Азиатский банк развития, CEIP – Фонд Карнеги за международный мир, GS – Goldman Sachs, PwC). Результаты этих прогнозов представлены на рис. 3 в сравнении с прогнозом ВИК (ВИК) в трлн междунар. долл. 2011 года. Наибольшие отклонения от среднего характерны для CEIP, поэтому эти данные были приняты за выпавшие точки.

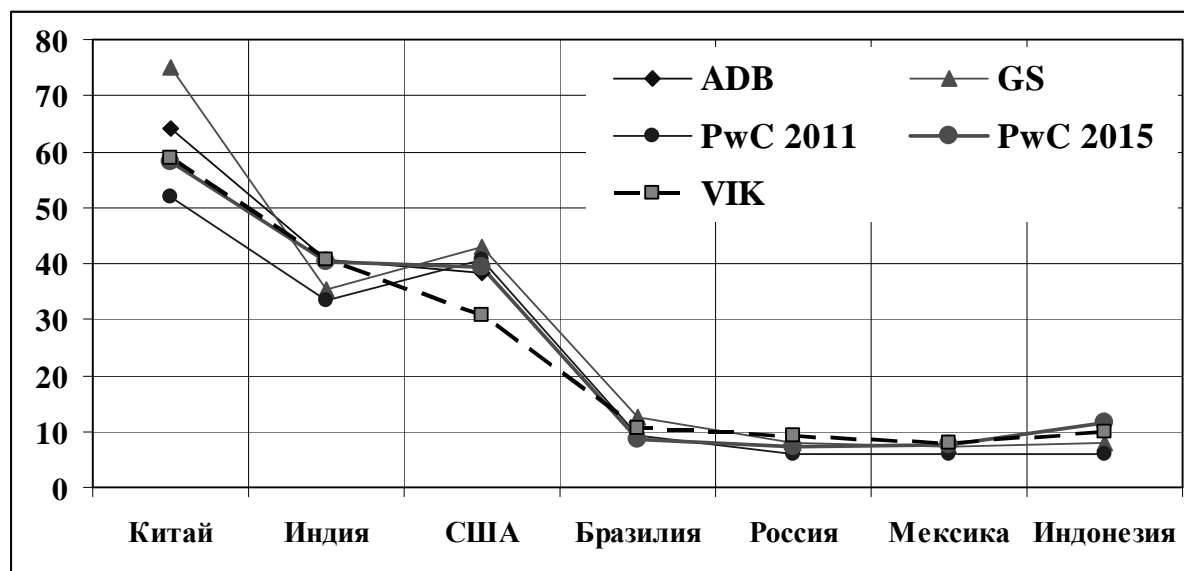


Рис. 3. Прогнозы ВВП крупнейших экономик в 2050 году, трлн долл. 2011 года

Максимальное отклонение значений приведенных прогнозов составило 36%, а среднее – 17%. Максимальное отклонение прогноза ВИК от среднего значения приведенных прогнозов составило 27%, а среднее – 12%. Это свидетельствует о том, что прогноз, выполненный методом ВИК, имеет погрешность не больше, чем в приведенных прогнозах.

**3. Прогнозирование мирового ВВП до 2100 года.** Полученные с использованием метода ВИК прогнозы можно также сравнить с полученными ранее оценками роста мирового ВВП, выполненными на базе учета знаний человечества ВВП (Z) [12]. Такое сравнение величины ВВП по ППС (в долл. 2010 года) дано на рис. 4. Здесь ВИК 10 – мировой ВВП, оцененный по величине ВВП десяти крупнейших экономик в предположении, что их ВВП составляет 74% от мирового, и эта доля не меняется со временем. ВИК 1 – мировой ВВП, оцененный как единое целое. При этом использовался прогноз ООН роста населения Земли.

Следовательно, отклонение между различными оценками роста мирового ВВП от среднего значения не превышает  $\pm 7\%$ , что относительно немного для долгосрочного прогноза. Наибо-

лее близкой к реальной зависимости ВВП от времени, видимо, будет кривая, расположенная между ВИК 1 и ВИК 10.

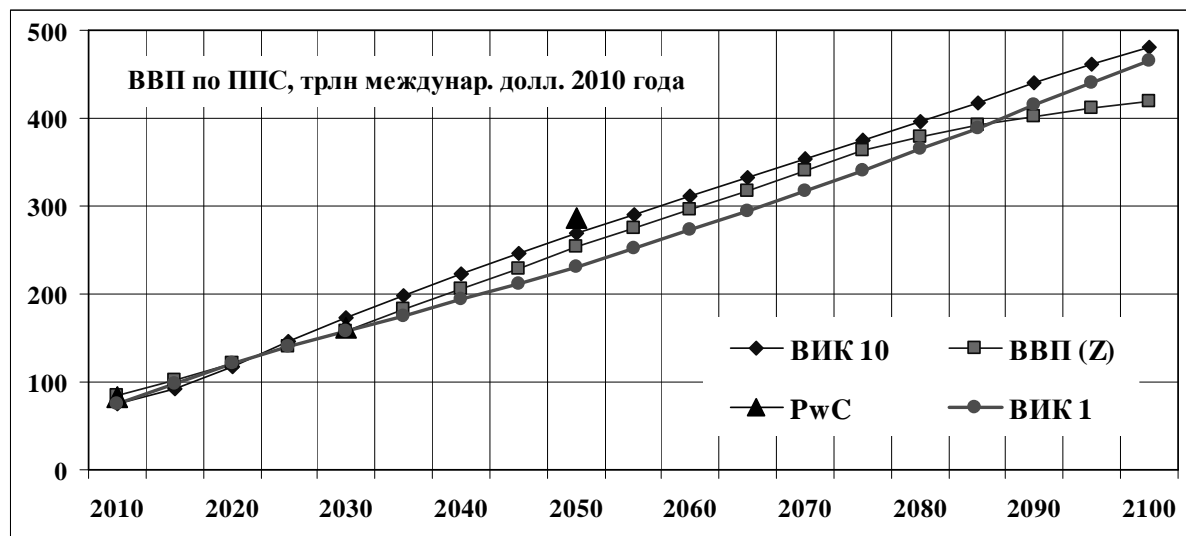


Рис. 4. Прогнозы ВВП мира (трлн долл.) методом ВИК на основе знания и PwC

Заметим, темп роста ВВП для наиболее развитых стран после 2050 года снижается до 1% и ниже, поэтому поддержание роста экономики требует все большего охвата работоспособного населения с высшим образованием, которое будут иметь к 2100 году до 70% людей трудоспособного возраста. Такой уровень охвата, видимо, является предельным как с точки зрения способности людей учиться, так и из-за необходимости выполнения и более простых работ, для которых высшее образование не требуется.

**4. Прогноз ВВП крупнейших экономик до 2100 года.** Проведенные оценки корректности прогнозов с помощью модели ВИК для всего мира дают основание для ее применения и для отдельных крупнейших экономик мира. На рис. 5 представлен прогноз роста ВВП крупнейших стран мира до 2100 года (по ППС в трлн долл. 2010 года) с использованием модели ВИК.

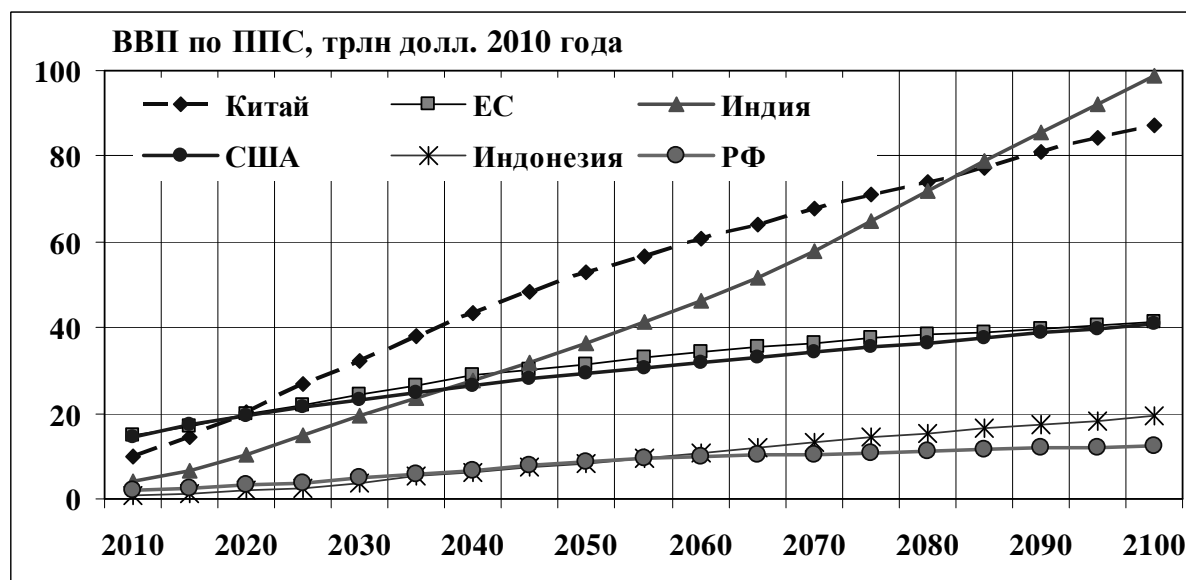


Рис. 5. Прогноз роста ВВП крупнейших стран мира до 2100 года по модели ВИК

Очевидно, что к 2090 году Индия станет крупнейшей экономикой мира. США и ЕС имеют ВВП меньше, чем половина ВВП Индии или Китая. На пятое место выходит Индонезия. Далее следуют Нигерия, Бразилия, Мексика, Россия и Япония – 16,2; 15,7; 13,0; 12,4 и 10,6 трлн долл. соответственно. Страны БРИК в сумме будут производить примерно 50% мирового ВВП. Существенно, что в «десятку» устойчиво входят Индонезия и Нигерия (даже при уменьшенном по сравнению с данным ООН прогнозом рост населения Нигерии – 267 млн чел. в 2100 году).

**5. Динамика ВВП на душу населения.** Важнейшим фактором, определяющим место страны на будущей экономической карте мира, является численность ее населения, а рост населения тесно связан с ростом ВВП на душу населения. Определенные с помощью модели ВИК значения ВВП на душу населения (по ППС в тыс. долл. 2010 года) приведены на рис. 6.

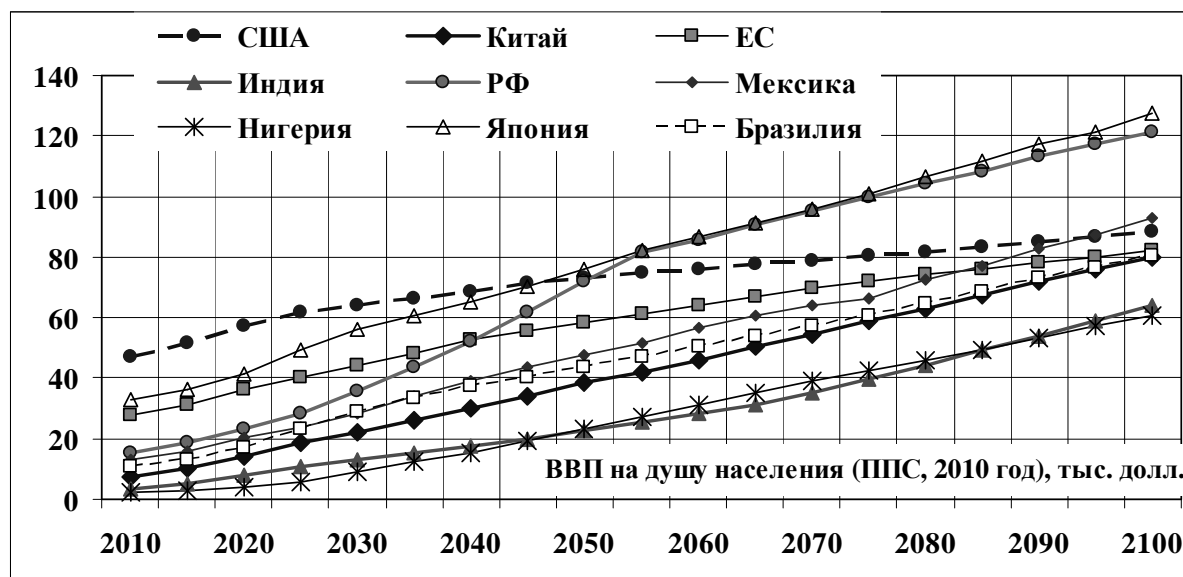


Рис. 6. Рост ВВП на душу населения крупнейших стран мира (модель ВИК)

Интересной особенностью представленных графиков является быстрый рост ВВП на душу населения России. Это связано с тем, что в модели заложено уменьшение отличия мультипликатора  $I_{ИК}$  России от мирового уровня до 2050 года. В принципе, этот разрыв может быть и не снят полностью. На рис. 7 приведено сравнение альтернативных прогнозов ВВП на душу населения [11] к 2050 году, которое свидетельствует о приемлемой достоверности полученных оценок, в частности, прогноза для России.

Лидерами по ВВП на душу населения после 2050 года среди крупных экономик становятся Япония и Россия, что связано с сокращением их населения. Следует обратить внимание на рост ВВП на душу населения Мексики, что приведет к снижению иммиграции в США, особенно после 2050 года. Как упоминалось выше, в Нигерии ВВП на душу населения будет расти, и после 2045 года превысит 20 тыс. долл. на душу населения, что должно привести к снижению темпов роста населения примерно до 0,5% в год.

Подводя итоги проведенному анализу, отметим, что большое по численности и образованное население в сильной стране в современную эпоху является основным фактором для быстрого развития экономики. Примером такого развития является Китай, который уже сейчас стал крупнейшей экономикой мира (по ППС). Его догоняет Индия, которая позже пошла по пути экономического роста, но потенциально станет наибольшей экономикой мира. Не исключено, что заложенное в прогнозе ООН снижение численности населения Китая будет не столь быстрым, и тогда он будет длительное время конкурировать за первенство по экономической мощи с Индией.



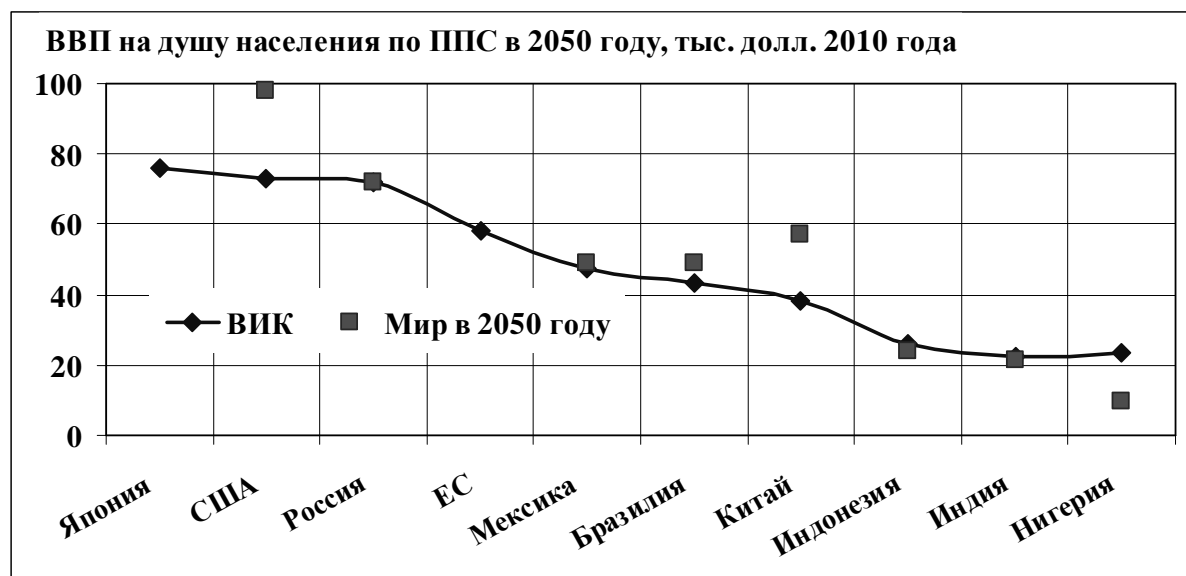


Рис. 7. Сравнение прогнозов ВВП на душу населения к 2050 году

#### ЛИТЕРАТУРА

- Орехов В.Д. Экономическая эффективность образования. Вестник МИМ ЛИНК. 2015. № 4.
- Корчагин Ю.А. Российский человеческий капитал: фактор развития или деградации?: Моногр. – Воронеж, 2005. – С. 27.
- Нестеров Л., Аширова Г. Национальное богатство и человеческий капитал. // ВЭ. – 2003. № 2.
- Карпенко О.М., Бершадская М.Д., Вознесенская Ю.А. Показатели уровня образования населения в странах мира: анализ данных международной статистики. // Социология образования. – 2008. – №6. С. 4-20.
- Полетаев А.В., Агранович М.Л., Жарова Л.Н. Российское образование в контексте международных показателей: Сопостав. докл. – М., Минобр. РФ. Центр монит. и стат. образ. ГНИИ ИТТ «Информика», 2002.
- Население стран мира (прогноз). Оценка (прогноз) Департамента по экономическим и социальным вопросам ООН на 1 июля 2010–2100 годов: POP/1-1.
- World Bank. Indicators, Researchers in R&D, 2014. <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.SCIE.RD.P6>
- Хоксворт Д., Тивари А. Мир в 2050 году. Ускорение процесса изменения баланса экономических сил в мире: проблемы и возможности. – 2011. С. 9.
- Хоксворт Д. и др. Экономический прогноз «Мир в 2050 году». – PwC. – 2015. [http://www.pwc.ru/ru/press-releases/2015/economic\\_forecast\\_2050.html](http://www.pwc.ru/ru/press-releases/2015/economic_forecast_2050.html)
- World Bank. Inflation, GDP deflator. 2014. <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.KD.ZG>
- Мир в 2050 году / Под ред. Д. Франклина, Дж. Эндрюс. – М., 2013. – С. 208.
- Орехов В.Д. Вопросы прогнозирования ВВП мира: Тр. XV Междунар. науч.-практ. конф. «Качество дистанционного образования: концепции, проблемы, решения». – М.: МГИУ, 2013.