

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ  
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИИ  
В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ  
В XXI ВЕКЕ**

МОНОГРАФИЯ

Москва  
Знание-М  
2024

УДК 338.27:330.4(035.3)

ББК 65.9

П78

**Рецензенты:**

*Теслинов Андрей Георгиевич* — доктор технических наук, профессор, генеральный директор научно-консалтинговой группы «ДиБиЭЙ-Концепт»;

*Россинская Марина Васильевна* — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической теории университета «Синергия»

**Редакторы:**

*Причина Ольга Сергеевна* — доктор эконом. наук, профессор, профессор кафедры экономической теории и мировой экономики, университет «Синергия»

*Орехов Виктор Дмитриевич* — кандидат технических наук, директор НОЦ «Управление инновациями», Международный институт менеджмента ЛИНК

**Авторы:**

Причина О. С., Орехов В. Д., Блинникова А. В., Горшенин В. П., Головчанов С. С., Каранашев А. Х., Кухаренко О. Г., Морога Д. Ф., Причина Д. Ю., Рукодайный О.В., Щенникова Е. С.

П78 Прогнозирование конкурентоспособности России в мировой экономике в XXI веке: монография /под ред. О.С. Причина, В.Д. Орехова. — Москва: Знание-М, 2024, 290 с.

ISBN 978-5-00187-7978-5-00187-806-3

Монография посвящена макропрогнозированию конкурентоспособности национальной экономики России в условиях быстро меняющегося международного окружения XXI века. Рассмотрены и изучены ключевые факторы, динамика которых может привести к негативному изменению конкурентоспособности страны, а также проанализированы возможности скорректировать нежелательные тенденции.

Обобщен опыт прогнозирования конкурентоспособности России в мировой экономике с учетом результатов исследования авторов. Построена динамика ВВП по ППС двенадцати крупнейших экономик мира до конца XXI века с использованием модели, базирующейся на анализе роста человеческого капитала. Определены детерминанты конкурентных преимуществ России. Выполнен прогноз дат трех ожидаемых технологических революций, которые могут резко изменить конкурентную ситуацию. Определены направления реализации прогнозируемых технологических революций.

Предназначена для научных работников, преподавателей, студентов и аспирантов экономических и управленческих специальностей, а также для специалистов, занимающихся прогнозированием, стратегическим планированием и развитием конкурентоспособности России.

Печатается по решению Комиссии Университета «Синергия». Протокол № 4 от 05.07.2024 г.

УДК 338.27:330.4(035.3)  
ББК 65.9

ISBN 978-5-00187-7978-5-00187-806-3

© Причина О.С., Орехов В.Д., 2024

© Макет, оформление, Издательство Знание-М, 2024

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
Глава I. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИИ .....	10
§ 1. Макропрогнозирование темпов роста России в сопоставлении с динамикой крупнейших экономик до конца XXI века .....	11
1.1. Обзор моделей долгосрочного прогнозирования .....	13
1.2. Методика прогнозирования .....	17
1.3. Закономерность роста уровня образования .....	20
1.4. Динамика числа работников НИОКР .....	23
1.5. Зависимость ВВП/Д от образования населения .....	27
1.6. Прогнозирование динамики ВВП и ВВП/Д .....	29
1.7. Оценка погрешностей прогноза .....	36
1.8. Обсуждение результатов прогнозирования .....	38
Выводы по § 1 .....	39
§ 2. Анализ конкурентоспособности России при переходе к многополярному миру .....	40
2.1. Влияние на конкуренцию доминирующих государств .....	41
2.2. Показатели мирового доминирования .....	45
2.3. Конкурентные преимущества стран .....	47
2.4. Детерминанты конкурентных преимуществ России .....	49
2.5. Формирование конкурентоспособной отрасли по М. Портеру .....	52
Выводы по § 2 .....	55
Литература к главе I .....	55
Глава II. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕВОЛЮЦИЙ XXI ВЕКА .....	61
§ 3. Закономерности следования технологических революций .....	62
3.1. Обзор по тематике технологических революций .....	63
3.2. Периодичность технологических революций .....	66
3.3. Содержание технологических эпох .....	69
3.4. Связь дат технологических революций и характеристик человеческого капитала .....	78

3.5. Связь технологических революций с ростом количества знаний. . . . .	85
Выводы по § 3 . . . . .	92
§ 4. Прогнозирование направлений научно-технологического развития . . . . .	93
4.1. Прогнозирование тематики технологической революции с использованием анализа базы научных журналов SCImago JR. . . . .	93
4.2. Прогнозирования тематики технологической революции на основе востребованности инновационных продуктов . . . . .	124
4.3. Прогнозирование на основе анализа сил, определяющих инновационное развитие . . . . .	134
4.4. Мировые тенденции частного финансирования сектора R&D по основным технологическим направлениям . . . . .	140
Выводы по § 4 . . . . .	143
Литература к главе II . . . . .	145
<b>Глава III. МНОГОФАКТОРНОЕ КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ . . . . .</b>	<b>152</b>
§ 5. Прогнозирование социально-экономического развития России с использованием когнитивного моделирования . . . . .	152
5.1. Формирование когнитивной модели социально-экономического развития России . . . . .	152
5.2. Когнитивное моделирование деятельности системы . . . . .	158
5.3. Когнитивное моделирование динамического развития системы деятельности России . . . . .	161
5.4. Анализ влияния отдельных управляющих концептов . . . . .	166
Выводы по § 5 . . . . .	171
Литература к главе III . . . . .	172
<b>Глава IV. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА РОССИИ . . . . .</b>	<b>175</b>
§ 6. Негативные факторы влияния Болонского процесса на российскую систему высшего образования. . . . .	176
6.1. Методика исследования. . . . .	177
6.2. Когнитивные основы образования. . . . .	178
6.3. Болонская система с точки зрения международной конкуренции . . . . .	182
6.4. Внедренческие и содержательные проблемы Болонской системы . . . . .	188
Выводы по § 6 . . . . .	195

§ 7. Анализ развития регионов России и их человеческого капитала . . . . .	196
7.1. Анализ показателей результатов социально-экономического развития. . . . .	197
7.2. Анализ развития федеральных округов России . . . . .	201
7.3. Анализ развития субъектов Российской Федерации . . . . .	205
7.4. SWOT-анализ развития Московской области . . . . .	207
Выводы по § 7 . . . . .	216
§ 8. Роль состояния здоровья населения в конкурентоспособности страны . . . . .	217
8.1. Закономерности смертности населения России . . . . .	218
8.2. Инвалидность и временная нетрудоспособность населения РФ . . . . .	222
8.3. Анализ возможностей защиты человеческого капитала от заражения инфекцией Covid–19 . . . . .	224
8.4. Особенности заболеваемости костно-мышечной системы . . . . .	234
8.5. Оценка качества системы здравоохранения . . . . .	242
Выводы по § 8 . . . . .	247
§ 9. Проблема демографической несостоятельности современного общества и пути ее решения . . . . .	249
9.1. Обзор работ . . . . .	250
9.2. Причины и процесс демографического перехода . . . . .	252
9.3. Факторы, влияющие на рождаемость . . . . .	257
9.4. Альтернативные способы увеличения численности населения . . . . .	265
9.5. Окупаемость инвестиций в решение демографических проблем. . . . .	272
9.6. Потенциальные источники средств на рост человеческого капитала . . . . .	275
Выводы по § 9 . . . . .	277
Литература к главе IV . . . . .	278

## ВВЕДЕНИЕ

Монография представляет собой новое обобщение по тематике прогнозирования развития национальной экономики России, на которую авторы опирались в предшествующих научных публикациях. Россия, как и многие страны мира, переживает сейчас очень сложный период своего развития. В XX веке она перенесла жесточайшие события: две мировые войны, революцию 1917 года, распад СССР и «социалистического лагеря» и переход в состояние поставщика природных и квалифицированных человеческих ресурсов для развитых стран. Не менее легким стало и начало XXI века.

Насколько конкурентоспособна национальная экономика России и что вообще скрывается за этим словом?<sup>1, 2</sup> В мировой истории было много великих государств и империй: Ассирия, Урарту, Вавилон, Египет, Греция, Индия, Китай, Персия, Македония, Рим, Монголия, Византия, Испания, Франция, Британия, Германия, СССР и т.д. Все они и многие другие под различными названиями, в разные времена пережили моменты мирового величия и закономерного падения.

С чем это связано? Важнейшую роль играет фактор демографии, а также попытки взять на себя непомерную историческую ответственность. Нередко падение происходило в результате войн или конкурентов, которые более умело отреагировали на тенденции новых технологических революций. Некоторые из них, как Китай, Индия, Япония, Британия и Америка, оказались неплохо защищены географически от нашествия окружающего мира, но рано или поздно большинству из них приходилось подвергнуться превратностям истории и сойти с пьедестала великих.

России в этом смысле значительно сложнее. Она находится на перекрестке миров и на нее постоянно накатывали волны нашествий с востока, юга и запада: монголы, шведы, поляки, турки, германцы, французы, японцы. Тем не менее ей удалось не только не растаять во времени, но и стать крупнейшей по территории страной мира. Но на этом проблемы России не заканчиваются и ее ждут новые испытания, поэтому важно понимать, какова ее долговременная конкурентоспособность и как ее поддерживать в современном динамичном мире.

Россия остается крупнейшей страной мира по площади территории (11%), превосходя Канаду, США и Китай на  $75\pm 3\%$  каждую по отдельности. Это не слишком большое преимущество с учетом того, что 65% этой территории находится в зоне вечной мерзлоты, а климат самый холодный среди всех стран мира. Однако развитые страны с интересом относятся к возможности более полно использовать эти не слишком населенные территории в своих интересах.

Россия, как и США, обладает крупнейшими в мире арсеналами ядерного оружия, что оберегает ее от прямой агрессии других стран. Однако реально использовать это оружие крайне опасно, да и технологии столь быстро меняются, что рано или поздно и оно не сможет защитить нас.

---

<sup>1</sup>Альбекова С.А., Самофалов В.И. Теоретизация национальной конкурентоспособности: мейнстрим и перспективные альтернативы. Экономические науки. — 2023, № 10 (227). — С. 222–228. Doi: 10.14451/1.227.222

<sup>2</sup>Портер М. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран. — 1990.

Доля России в населении мира составляет 1,9%. Доля ВВП — лишь 1,7% от мирового по рыночному курсу и 3% по ППС. При этом 57% населения России имеет образование третичного уровня, что превосходит показатели большинства развитых стран. Это контрастирует с относительно невысоким уровнем ВВП на душу населения, по которому она занимает 55-е место в мире — около 33 тыс. долл. США 2021 г. по ППС, согласно World Bank.

После распада СССР мировая экономическая система стала «однополярной» во главе с США, которые пользуются всесторонней поддержкой «развитых стран». Они не упускают из поля зрения желательность окончательного низложения России и с этой целью подчиняют себе элиты смежных к ней государств и разжигают различные конфликты, поводов для которых много после скоропостижного раздела СССР.

А в это время в мире происходят кардинальные изменения. Хотя процесс деколонизации начался в Америке еще в XVIII веке, но после Второй мировой войны он особенно активизировался. В результате возникла плеяда крупных независимых государств, которые ранее были колониями или подвергались давлению более развитых стран. После 1980 года начался быстрый рост экономики Китая, а затем и Индии. К 2020 году их ВВП по ППС в сумме составляет около 30% мирового, и рост их доли продолжается. При этом прогнозируется снижение доли ВВП США и Европы<sup>3</sup>.

В результате этого растет вероятность смены страны — мирового лидера<sup>4</sup>. Такого рода события регулярно происходили в истории человечества<sup>5</sup>, и рано или поздно оно обязательно произойдет вновь.

Наиболее сильным фактором, несущим долговременные изменения мировой динамики, является демографический переход. Более миллиона лет человечество развивалось как единая система, в рамках которой оно росло численно за счет роста своих знаний и умений. Это обеспечивало гиперболическую зависимость численности человечества<sup>6</sup> от времени  $N = C/(T_L - T)$ . Данная зависимость вначале растет медленно, а далее все ускоряясь и стремясь к бесконечности при  $T \rightarrow T_L$ .

В реальности при приближении к дате  $T_L \approx 2025$  г. закон роста человечества изменяется и его численность стремится к стабильному уровню около 10–11 млрд человек. Сейчас — более 8 млрд человек. Именно переход системы человечества к новому режиму роста и называется «демографический переход», если не обращать внимания на детали<sup>7</sup>.

В таком режиме существования повышение благосостояния людей ведет не к росту, а к снижению рождаемости, и это вызывает большое количество проблем. В частности, многие относительно развитые страны, включая Россию, не могут поддерживать численность своего населения на постоянном уровне. В то же время население бедных стран продолжает

<sup>3</sup>Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050? PwC. Economics & Policy services.

<sup>4</sup>Megachange: The World in 2050. Edited by Franklin D., Andrews J. The Economist Newspaper Ltd., 2012.

<sup>5</sup>Attali J. (2011) A brief history of the future: A Brave and Controversial Look at the Twenty-First Century. Arcade Publishing, 312 p.

<sup>6</sup>Капица С. П. Сколько людей жило, живет и будет жить на земле. М., 1999.

<sup>7</sup>Вишневецкий А.Г. Демографическая революция меняет репродуктивную стратегию вида Homo Sapiens. Демографическое обозрение. Том 1, № 1, 2014. — С. 11.

быстро увеличиваться, и они не могут обеспечить питание и минимальный достойный уровень жизни своих жителей. Но это лишь первый уровень проблем.

Поскольку человечество является единой системой, то принципиальное изменение закономерностей ее динамики может привести и уже ведет к ряду сдвигов, важных и для развития всей системы. Важнейшими из них являются изменения закономерностей создания знания и протекания технологических революций. Среди уже заметных изменений — закономерное снижение темпов роста ВВП. Развитые страны больше не могут самостоятельно поддерживать прежний темп создания явных знаний и повышения за счет этого производительности труда, а также подготовки новых технологических революций.

Резкое снижение мировых темпов роста может привести к стагнации развитых экономик и активизации их стремления компенсировать ухудшение уровня жизни своих граждан за счет других стран. Это может привести к росту численности и масштаба военных конфликтов в борьбе за ресурсы, которыми обладают более слабые страны.

Феномен технологических революций является наиболее сложно предсказуемым и управляемым. Им, конечно, пытаются «управлять», в частности, элиты, представленные на Всемирном экономическом форуме. Но потери от навязывания неестественного хода технологических революций измеряются десятками триллионов долларов. А еще хуже будет, если низкие темпы роста мирового населения приведут вообще к прекращению революционного технологического развития, что вполне вероятно.

Напомним, что значительное число случаев замены доминирующих стран происходило во взаимосвязи с технологическими революциями или войнами, которые происходили в соответствующие периоды, в частности две мировые войны. В настоящее время есть явные признаки наступления очередной технологической революции, и это повышает вероятность смены доминирующей страны. Но если при этом разрушится и мировая платежная система, то, в отличие от предыдущих смен гегемонов, мало никому не покажется.

Еще одно изменение связано с тем, что доминирующей ценностью современной цивилизации стал человеческий капитал, который тесно связан с числом работников и их квалификацией. Поэтому демографический дефицит развитых стран и рост населения развивающихся быстро меняют соотношение веса человеческого капитала разных стран. В частности, для России этот процесс имеет негативные перспективы. Большинство значимых мировых экономик постоянно повышают долю населения, имеющего третичное образование, с темпом около 0,8 процента за год. Россия же, имея очень высокий уровень данного показателя (57%), больше не может его значительно повышать.

Именно в такой сложной, изменчивой и достаточно агрессивной внешней среде находится в настоящее время Россия, причем ей приходится непосредственно с помощью оружия отстаивать право на свое целостное существование в рамках специальной военной операции. В этих условиях важно проанализировать возможности и направления дальнейшего развития России на достаточно долговременный период, до конца XXI века, чему и посвящена настоящая работа.

Целью монографии является прогнозирование ключевых аспектов развития России в конкурентной среде XXI века на основе количественного учета фактора человеческого

капитала, демографических изменений, технологических революций и других аспектов экономической динамики.

Структура работы сформирована так, чтобы последовательно рассмотреть основные вопросы, характеризующие долговременную способность России быть достаточно конкурентоспособной и сохранять себя в современном мире. Работа состоит из четырех глав.

**В главе I** «Прогнозирование долговременной конкурентоспособности России» рассмотрены следующие ключевые вопросы:

§ 1. Макропрогнозирование темпов роста России в сопоставлении с динамикой крупнейших экономик до конца XXI века.

§ 2. Анализ конкурентоспособности России при переходе к многополярному миру.

**В главе II** «Прогнозирование технологических революций XXI века» изучены:

§ 3. Закономерности следования технологических революций.

§ 4. Прогнозирование направлений научно-технологического развития.

**Глава III** «Макромоделирование социально-экономического развития России» посвящена прогнозированию социально-экономического развития России с использованием когнитивной модели.

**В главе IV** «Прогнозирование развития человеческого капитала России» рассмотрены следующие аспекты:

§ 6. Вопросы развития образования России через призму Болонского процесса.

§ 7. Развитие регионов России и их человеческого капитала, как фактора, непосредственно влияющего на экономическую мощь страны.

§ 8. Роль состояния здоровья населения в конкурентоспособности страны.

§ 9. Демографический процесс, как в регионах России, так и в стране в целом, включая сценарии преодоления негативных тенденций в этой области.

## Глава I. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИИ

Орехов В.Д.<sup>8</sup>, Блинникова А.В.<sup>9</sup>, Каранашев А.Х.<sup>10</sup>, Причина О.С.<sup>11</sup>, Щенникова Е.С.<sup>12</sup>

**Аннотация.** В работе рассмотрена актуальная проблема конкурентоспособности России в условиях формирования многополярного мироустройства в XXI веке. Как показали расчеты роста ВВП по ППС двенадцати крупнейших мировых экономик, к концу века его величина составит 350 трлн междунар. долл. 2017 года. В этом объеме ВВП около 78% будут иметь страны, которые сейчас считаются развивающимися. Китай и Индия становятся в XXI веке крупнейшими по величине ВВП экономиками, как и 300 лет назад. До 2067 года Китай будет экономическим лидером и его ВВП ППС достигнет уровня 74 трлн междунар. долл. Затем Индия опередит Китай и к концу века будет превосходить его по ВВП на 30% (96,5 трлн долл.). Россия к 2100 году будет иметь ВВП по ППС на уровне 9,5 трлн долл. в соответствии с консервативным прогнозом и 12,7 трлн долл. по оптимистичному. За последние три века конкуренцию между странами лишь эпизодически можно было считать чисто экономической. На нее влияли доминирующие страны и технологические революции. По мере роста в мировом ВВП доли развивающихся стран, включая Китай и Индию, будет происходить становление многополярного мира. В этих условиях конкурентоспособность России будет иметь тенденцию к усилению. Россия обладает значимыми положительными детерминантами конкурентных преимуществ, в числе которых — относительно богатые природные ресурсы и высокая квалификация человеческого капитала. Вес этих детерминант значительно снижается давлением доминирующих стран, холодным климатом и низким потенциалом для роста человеческого капитала. Для усиления конкурентоспособности России важно решить демографическую проблему, снижать сырьевую направленность экономики, а также создавать отрасли, конкурентоспособные на мировом уровне, с применением модели М. Портера.

---

<sup>8</sup>Орехов Виктор Дмитриевич, канд. техн. наук, научный сотрудник, Международный институт менеджмента ЛИНК, 140181, РФ, г. Жуковский, ул. Менделеева, д. 11/4. E-mail: vorehov@yandex.ru. ORCID ID: 0000-0002-5970-207X

<sup>9</sup>Блинникова Алла Викторовна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры информационных систем, Государственный университет управления (ГУУ), 109542, РФ, г. Москва, Рязанский пр., д. 99. E-mail: allarest@mail.ru; тел. 8(903) 258 3041 ORCID ID: 0000-0003-4561-8894

<sup>10</sup>Каранашев Анзор Хасанбиевич, доктор экон. наук, проф. кафедры, Кабардино-Балкарский гос. университет, 360004, РФ, КБР, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173. E-mail: kanzor77@mail.ru; тел. 8 928 691 5399. ORCID ID: 0000-0002-5970-207X

<sup>11</sup>Причина Ольга Сергеевна, доктор эконом. наук, профессор, профессор кафедры эконом. теории и мировой экономики, Университет «Синергия», 125190, РФ, г. Москва, Ленинградский пр-т, д. 80. E-mail: olgaprichina@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-3069-3755.

<sup>12</sup>Щенникова Елена Сергеевна, канд. экон. наук, доцент, зам. директора учебного и научно-исследовательского центра, 141701, Россия, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9. E-mail: shchennikova.es@mipt.ru; тел. 8 905 703 4211. ORCID ID: 0000-0003-2338-5858

**Ключевые слова:** конкурентоспособность, экономическое лидерство, экономическая динамика, человеческий капитал, ВВП, демографический переход, прогнозирование, третичное образование.

## § 1. Макропрогнозирование темпов роста России в сопоставлении с динамикой крупнейших экономик до конца XXI века<sup>13</sup>

Важной характеристикой современного состояния мирового сообщества является то, что оно претерпевает ряд кардинальных изменений. Наиболее важными среди них являются возможность смены стран — мировых лидеров<sup>14, 15, 16</sup>, демографический переход<sup>17</sup> и очередная технологическая революция. Проведенные банком Goldman Sachs<sup>18</sup>, компанией PricewaterhouseCoopers<sup>19</sup>, OECD<sup>20</sup> и другими исследования развития крупнейших экономик показывают, что экономический вес Китая и Индии будет быстро увеличиваться и они могут стать новой доминантой мирового развития. Однако эти прогнозы выполнены на перспективу примерно в 30–40 лет, что не позволяет делать уверенные выводы относительно перспектив смены мирового лидера. Вполне закономерно было бы ставить задачу формирования прогнозов минимум на продолжительность жизни одного поколения, то есть до конца XXI века.

Для России, которая находится в непосредственной близости от этих активно развивающихся стран, очень важно понимать, каково будет соотношение экономического веса крупнейших экономик в будущем и в какой мере природные ресурсы и человеческий капитал России будут иметь значимость в новой глобальной экономической реальности.

---

<sup>13</sup> Основные материалы главы опубликованы в работе: Орехов В.Д., Каранашев А.Х., Щенникова Е.С. Прогнозирование темпов роста России, в сопоставлении с динамикой крупнейших экономик до конца XXI века // Московский экономический журнал. 2021. № 9.

<sup>14</sup> Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050? PwC. Economics & Policy services. URL: <http://www.pwc.com/world2050>. Accessed: 11.04.2021.

<sup>15</sup> Megachange: The World in 2050. Edited by Franklin D., Andrews J. The Economist Newspaper Ltd., 2012.

<sup>16</sup> Attali J. (2011) A brief history of the future: A Brave and Controversial Look at the Twenty-First Century. Arcade Publishing. 312 p.

<sup>17</sup> Kapitsa S P “The phenomenological theory of world population growth” Phys. Usp. 39 57–71 (1996); DOI: 10.1070/PU1996v039n01ABEH000127

<sup>18</sup> Wilson D., Parashothaman R. Dreaming with BRICs: The Path to 2050. — N.Y., Goldman Sachs Global Paper N 99, 2003, p. 19–20.

<sup>19</sup> Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050? PwC. Economics & Policy services.

<sup>20</sup> Guillemete Y., Turner D. (2018) The long view: scenarios for the world economy to 2060. OECD Economic Policy Paper 2018 No. 22. OECD Publishing, Paris.

Проведенные в работах компании PricewaterhouseCoopers<sup>21, 22, 23, 24</sup> и других<sup>25, 26</sup> исследования на тему прогнозирования экономической динамики крупнейших мировых экономик были выполнены, как правило, с использованием экзогенной модели, в которой в качестве эталонной экономики принимаются США. Считается, что другие страны догоняют США и технологическое развитие моделируется путем задания скорости роста производительности труда в США и темпа сближения других стран с уровнем США. Такой подход может давать недостаточно точные оценки соотношения веса различных экономик в будущем, поскольку заранее принимается постулат о мировом лидерстве США в прогнозируемом диапазоне времени. Поэтому желательно провести прогнозирование роста ВВП с использованием альтернативного метода, не зависящего от заданного извне лидера и нормативов.

В частности, авторы используют для этого подход, базирующийся на модели человеческого капитала, рост которого происходит эндогенным образом, за счет повышения уровня образования. Доминирование человеческого капитала в составе мирового богатства свидетельствует о том, что именно его можно использовать в качестве ядра методики прогнозирования. Важная роль человеческого капитала<sup>27, 28, 29</sup> в мировой динамике привела к разносторонним попыткам сделать более точные оценки этого актива на основе различных индикаторов. В дополнение к традиционным методам оценки человеческого капитала World Bank Group и World Economic Forum разработали два индекса человеческого капитала<sup>30, 31</sup>. Проблема заключается в том, что эти индексы не имеют явной связи с финансовыми показателями и не просто перейти от них к прогнозированию экономического роста, особенно на долгосрочную перспективу.

Авторами была осуществлена разработка альтернативного индекса человеческого капитала (**ИНС**), основанного на дифференцированном учете уровня образования работ-

---

<sup>21</sup> Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050? PwC. Economics & Policy services.

<sup>22</sup> Hawksworth J., Tiwari A. (2011) The World in 2050. The accelerating shift of global economic power: challenges and opportunities. PricewaterhouseCoopers LLP [www.pwc.co.uk/economics](http://www.pwc.co.uk/economics)

<sup>23</sup> Hawksworth J., Chan D. (2013) World in 2050. The BRICs and beyond: prospects, challenges and opportunities. PwC Economics.

<sup>24</sup> Hawksworth J. (2015) The World in 2050 Will the shift in global economic power continue? PricewaterhouseCoopers LLP

<sup>25</sup> Megachange: The World in 2050. Edited by Franklin D., Andrews J. The Economist Newspaper Ltd., 2012.

<sup>26</sup> Guillemete Y., Turner D. (2018) The long view: scenarios for the world economy to 2060. OECD Economic Policy Paper 2018 No. 22. OECD Publishing, Paris.

<sup>27</sup> Mincer J. (1994). The Production of Human Capital and The Lifecycle of Earnings: Variations on a Theme. — Working Paper of the NBER, No 4838.

<sup>28</sup> Barro, R. J. and X. Sala-i-Martin (2004), Economic Growth. The MIT Press, London, England.

<sup>29</sup> Barro, R. J. and J. W. Lee (2015), Education Matters — Global Schooling Gains from the 19th to the 21st Century, New York: Oxford University Press.

<sup>30</sup> The changing nature of work. World development report 2019. Washington, DC 20433. World Bank Group.

<sup>31</sup> Schwab K. The Global Human Capital Report. World Economic Forum, Cologny/Geneva Switzerland, 2019.

ников и численности R&D-специалистов<sup>32, 33</sup>. Использование этого индекса позволяет относительно точно прогнозировать рост GDP стран на период до 2100 года. Однако он должен опираться на прогнозы роста численности специалистов с различным уровнем образования и работников НИОКР, которые до последнего времени были относительно не точными. Особенно это касается крупнейших развивающихся стран (Китай, Индия), для которых образовательная статистика на некоторые временные промежутки отсутствует или ненадежна.

В данной работе представлена разработка целостного комплекса прогнозирования экономической динамики крупнейших экономик, включая Россию, на период до 2100 года с использованием эндогенного подхода, базирующегося на оценке человеческого капитала, формируемого на образовательной базе. Результаты расчетов, проведенных с его использованием, сопоставляются с аналогичными прогнозами компании PricewaterhouseCoopers<sup>34, 35, 36</sup>, выполненными с применением экзогенной модели.

Целью работы являлось прогнозирование темпов роста России в сопоставлении с динамикой крупнейших экономик до конца XXI века и выявление потенциальных лидеров мирового развития.

### 1.1. Обзор моделей долговременного прогнозирования

В числе первых теоретиков моделей долговременного экономического роста были представители неокейнсианства R.F. Harrod<sup>37</sup> и Domar E. Ими было сформулировано фундаментальное уравнение экономического роста и установлена связь между темпами роста инвестиций и скоростью роста ВВП. Также было показано, что динамическое равновесие в модели R. Harrod является неустойчивым, поэтому для достижения макроэкономического равновесия рекомендовалась активная государственная политика, направленная на поддержание устойчивых темпов роста.

Сторонники неоклассического направления создали свою модель развития, основанную на концепции модернизации. В частности, A.W. Lewis предложил теорию дуалистической экономики<sup>38</sup>. Он считал, что такая теория применима в странах, в которых высока плотность

<sup>32</sup> Orekhov V.D., Prichina O.S., Blinnikova A.V., Panfilova E.A., Shchennikova E.S. Indicative diagnostics of the educational component of human capital based on mathematical modeling. *Opción*, Año 35, VE, Especial No.20 (2019): 2337–2365.

<sup>33</sup> Prichina O., Orekhov V.D., Shchennikova E.S. World number of scientists in dynamic simulation for the past and the future. В сборнике: *Economic and Social Development Book of Proceedings*. Varazdin Development and Entrepreneurship Agency; Russian State Social University . 2017. С. 69-81.

<sup>34</sup> Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). *The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050?* PwC. Economics & Policy services.

<sup>35</sup> Hawksworth J., Tiwari A. (2011). *The World in 2050. The accelerating shift of global economic power: challenges and opportunities*. PricewaterhouseCoopers LLP [www.pwc.co.uk/economics](http://www.pwc.co.uk/economics)

<sup>36</sup> Hawksworth J., Chan D. (2013) *World in 2050. The BRICs and beyond: prospects, challenges and opportunities*. PwC Economics.

<sup>37</sup> Harrod, R.F. *An Essay in Dynamic Theory*// *Economic Journal* 49 (March 1939), p.14–33.

<sup>38</sup> Lewis A. W. *The Roots of the Development Theory*, in: *Handbook of Development Economics*. Vol. I. 3rd Ed. Amsterdam. 1993. P. 27–37.

населения, а капитал и естественные ресурсы ограничены, например: Индия и Пакистан. Он доказывал, что для модернизации экономики необходимо перераспределять ресурсы из аграрного сектора в промышленный. В рамках неоклассического направления важные результаты были получены в 1956 году R. Solow<sup>39</sup> и Svan. Согласно их модели устойчивость долгосрочного роста возникает в результате технического прогресса. Недостатком модели является то, что этот прогресс определяется экзогенным образом.

Институциональное направление развития существенно отличается от двух предыдущих и базируется на цивилизационном подходе. Представители этого направления обосновали, что развитие должно пониматься как повышение благосостояния всех членов общества<sup>40</sup>. Среди достижений этого направления следует отметить внедрение в мировую практику показателя Index Human Development, который публикуется United Nations Development Programme's с 1990 года и стимулирует страны на повышение этого индекса. T.W. Schultz показал, что концепция человеческого капитала играет важнейшую роль в экономическом росте<sup>41</sup>.

Начиная с 1980-х годов стало ясно, что неоклассические модели не удовлетворяют требованиям к исследованиям долгосрочного роста<sup>42</sup>. Одним из подходов к решению этой проблемы стали попытки расширить концепцию капитала за счет включения в него человеческого капитала, а также использование предположения, что у такого капитала отдача не убывает.

Модель экзогенного экономического роста с использованием человеческого капитала разработали в 1990 году Mankiw G., Romer D., Weil D.<sup>43</sup> Хотя эта модель лучше согласуется с различиями между странами, но она также сохраняет недостатки экзогенной модели. В дальнейшем ряд авторов предпринял усилия по доработке данной модели, чтобы приблизить ее к эндогенному типу. С этой целью в модель вводятся разнообразные предположения о влиянии на экономический рост знаний, технологий и инноваций<sup>44, 45</sup>, а также инвестиций в эти сферы. Здесь авторы затрагивают сферу управления знаниями и инновациями<sup>46, 47</sup>, которая относится к сложным, нематериальным, слабоструктурированным

---

<sup>39</sup> Solow, R. M. A contribution to theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economic* 70, February, 65–94.

<sup>40</sup> Myrdal G. *Asian Drama: An Inquiry into the Poverty of Nations*. Vol. I — III N.Y., 1968.

<sup>41</sup> Schultz, T. W. (1971) *Investment in Human Capital: The Role of Education and of Research*, New York: Free Press.

<sup>42</sup> Barro, R. J. and X. Sala-i-Martin (2004), *Economic Growth*. The MIT Press, London, England.

<sup>43</sup> Mankiw G., Romer D., Weil D. Contribution to the Empirics of Economic Growth // *The Quarterly Journal of Economics*. — 1992. — vol. 107, № 2. — P. 407–437.

<sup>44</sup> Barro, R. J. and X. Sala-i-Martin (2004), *Economic Growth*. The MIT Press, London, England.

<sup>45</sup> Акаев А. А. Модели инновационного эндогенного экономического роста AN-типа и их обоснование. *M.I.R. (Modernization. Innovation. Reseaches)*, 2015, vol. 6, no. 2, pp. 70–79. DOI: 10.18184/2079-4665.2015.6.2.70.79

<sup>46</sup> Davenport, T.H. and Prusak, L. *Working Knowledge*. Boston: Harvard Business School Press, 1997.

<sup>47</sup> Nonaka, I., Takeuchi, H. *The Knowledge-creating company: How japenese create the dynamice of innovation*, Oxford University Press, 1995.

системам<sup>48</sup>. Поэтому попытки соединить модели неоклассического и слабоструктурированного типов, имеющие крайне различную природу, не приносят значительных успехов. На настоящее время единая теория экономического роста не разработана<sup>49</sup>.

С начала третьего тысячелетия ряд финансовых, консалтинговых и общественных организаций активно занялись прогнозированием экономической динамики на долговременный период: 30–40 лет в практических целях. Так, в 2003 году появился прогноз банка Goldman Sachs<sup>50</sup>, который показал, что мировой порядок способна изменить группа крупнейших развивающихся стран. Для ее обозначения была введена аббревиатура БРИК. Несмотря на то что погрешность этих прогнозов была весьма велика, страны БРИК наращивали свой экономический вес даже с опережением прогноза<sup>51</sup>. Наиболее последовательно составлением таких прогнозов занялась компания PricewaterhouseCoopers (PwC), которая регулярно выпускала их с 2006 года. Наличие ряда прогнозов, выполненных в близких форматах<sup>52</sup>, дает возможность сравнивать их и оценивать возникающие погрешности.

Модель PwC является адаптированной и упрощенной для целей сравнения долгосрочных прогнозов роста различных стран с сохранением возможности формирования общего сценария роста мировой экономики<sup>53</sup>. Предполагается, что не происходит крупных глобальных катастроф или войн, угрожающих цивилизации. Рост экономик в данной модели происходит под влиянием четырех основных факторов:

- Рост численности населения в возрасте 15–64 года на основе прогнозов ООН<sup>54</sup>;
- Рост человеческого капитала в связи с прогнозируемым средним уровнем образования работников;
- Рост физического капитала, что определяется новыми капиталовложениями и износом действующего основного капитала;
- Технологический прогресс, улучшающий производительность факторов производства.

В качестве эталонной экономики взяты США, которые наиболее преуспели в технологии и производительности труда. Величина этого роста в прогнозе 2017 года составляет на основе расчетов 1,5%. Данная цифра снижена по сравнению с прогнозом 2015 года, в котором она была принята равной 2,0%. Соответственно, снижены все остальные

<sup>48</sup> Saaty, Thomas L. Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors — The Analytic Hierarchy/Network Process. RACSAM (Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics) 102 (2), 2008-06. — P. 251— 318.

<sup>49</sup> Guillemette Y., Kopoin A., Turner D., De Mauro A. (2017) A revised approach to productivity convergence in long-term scenarios. OECD Economics Department Working Papers No. 1385. OECD Publishing, Paris.

<sup>50</sup> Wilson D., Parashothaman R. Dreaming with BRICs: The Path to 2050. — N.Y., Goldman Sachs Global Paper N 99, 2003, p. 19–20.

<sup>51</sup> Megachange: The World in 2050. Edited by Franklin D., Andrews J. The Economist Newspaper Ltd., 2012.

<sup>52</sup> Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050? PwC. Economics & Policy services.

<sup>53</sup> Там же.

<sup>54</sup> World Population Prospects 2019. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019).

прогнозные оценки 2017 года. Предполагается, что остальные страны догоняют США со скоростью, которая определяется прогнозом. Фактически глобальное технологическое развитие моделируется именно заданием темпа роста производительности труда в США. Циклические колебания вокруг долгосрочных тенденций и возможность технологических скачков игнорируются.

Уровень образования в каждой стране моделируется путем экстраполяции сложившихся за последние годы тенденций. Темп роста образования самый низкий в США, поскольку достигнут наиболее высокий уровень, а остальные страны двигаются по аналогичной траектории.

Темп наверстывания технологического развития пропорционален разрыву с США и составляет 1–2% в зависимости от ситуации в стране, способствующей передаче технологий (догоняющему развитию), включая политическую стабильность, открытость для торговли, верховенство закона, наличие иностранных инвестиций, культурные и финансовые институты. Ситуационно для некоторых стран (Индия, Индонезия, Бразилия) эти факторы могут быть снижены, но в долгосрочной перспективе выйдут на средний уровень 1,5% годового сближения с уровнем USA.

Результаты прогнозирования величины ВВП по ППС (G) в 2050 году, согласно модели PwC различных лет публикации, приведены в таблице 1.1 в триллионах международных долларов 2017 года<sup>55</sup>. Величина ВВП для EU в прогнозе PwC не приведена, хотя дан прогноз для Германии, Великобритании, Франции, Италии и Испании. Здесь ВВП EU-23 на 50% больше, чем сумма GDP этих пяти стран, в соответствии с данной пропорцией в 2017 году.

**Таблица 1.1.** Прогнозы ВВП крупнейших экономик в 2050 году, трлн долл. 2017 г.

	Китай	Индия	США	EU-22	Бразилия	Индонезия	Япония	Россия	Мексика	Турция	Нигерия	Сумма
PwC 11	67,5	49,0	43,0	40,3	11,1	7,0	8,7	8,6	7,6	6,0	5,1	254
PwC 13	59,2	38,1	41,7	40,6	9,7	7,0	8,9	8,8	8,1	5,5	4,4	232
PwC 15	63,5	43,9	43,0	37,5	9,5	12,7	8,2	7,9	8,3	5,3	7,6	248
PwC 17	59,6	45,0	34,7	33,8	7,7	10,7	6,9	7,3	7,0	5,3	4,4	222
Среднее	62,4	44,0	40,6	38,0	9,5	9,4	8,2	8,1	7,8	5,5	5,4	239
CV, %	6,2	10,2	9,8	8,3	14,7	30,3	10,8	8,6	7,8	6,1	28,6	6,0

Видно, что для Индонезии и Нигерии коэффициент вариации CV достигает 30%, т.е. разброс прогнозов сложно считать удовлетворительным. По остальным странам среднее CV = 9,2%, то есть согласование удовлетворительное. Суммарный прогноз по всем странам согласуется с CV = 6%.

Полученные оценки роста крупнейших экономик показывают, что ВВП Китая превзойдет к 2050 году показатель США в полтора раза и даже Индия обгонит США. Это

<sup>55</sup>Inflation, GDP deflator (annual %) - United States World Bank URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.KD.ZG?locations=US&view=chart> Accessed: 11.04.2021.

серьезное основание для того, чтобы более детально анализировать возможность смены мирового лидера. Однако только этих показателей недостаточно, чтобы утверждать об этом однозначно, поскольку важную роль играет технологическое лидерство, союзы с другими странами, мощь вооруженных сил и так далее. Возможно, ситуация изменится значительно в дальнейшем, поэтому важно получить прогноз на более длительный период.

Следует отметить, что согласно первым прогнозам PwC зависимость ВВП от времени является экспоненциальной<sup>56, 57</sup>, и это означает, что влияние демографического перехода на экономическую динамику умеренное. Однако скорректированный прогноз от 2017 года<sup>58</sup> демонстрирует уменьшение темпа роста ВВП, особенно США, что может свидетельствовать о более сильном влиянии демографического перехода на экономическую динамику. В то же время относительно короткий период прогнозирования не дает возможности однозначно определиться с влиянием демографического перехода.

## 1.2. Методика прогнозирования

Как видно из обзора, для резкого увеличения времени прогнозирования до 80 лет принципиально важно использовать модель эндогенного типа и избежать ориентации на экзогенную модель технологического прогресса. С другой стороны, предпочтительно использовать относительно простую модель человеческого капитала (ЧК), которая даст возможность прогнозировать величину ЧК на длительный промежуток времени. Тот факт, что к концу второго тысячелетия доля человеческого капитала в национальном богатстве крупнейших экономик достигла 75–78% и имела тенденцию к дальнейшему росту, позволяет именно ЧК сделать сердцевинной прогностической модели.

При этом мы полагаем, что есть компоненты физического капитала, пропорциональные ЧК, поскольку он создается работниками тем в большей мере, чем больше ЧК. С учетом этого с определенной погрешностью можно считать, что весь прирост ВВП на душу населения (далее ВВП/Д, или  $G/N$ , или  $GDP\ per\ capita$ ) по паритету покупательной способности (ППС) будет пропорционален удельному индексу человеческого капитала (ИНС) —  $I_{НС}$  в соответствии с зависимостью (1.1).

$$G/N \approx 0,5I_{НС}M_0M_C \quad (1.1)$$

Здесь  $M_0 = 200\ 000$  междунар. долл. 2017 года — коэффициент, определяющий порядок величины  $G/N$ . Коэффициент 0,5 введен для того, чтобы в первом приближении отразить то, что трудоспособное (25–64 года) и занятое население составляет около половины граждан страны,  $M_C$  — коэффициент, характеризующий экономику конкретных стран, в том числе учитывающий реальную долю работающего населения.

<sup>56</sup>Hawksworth J., Chan D. (2013) World in 2050. The BRICs and beyond: prospects, challenges and opportunities. PwC Economics.

<sup>57</sup>Olga S. Prichina, Viktor D. Orekhov, Yulia V. Evdokimova et al. Evolution of Key Factors and Growth Potential of Human Capital. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). Volume 10, Issue 02, February 2019, p.1784–1793.

<sup>58</sup>Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050? PwC. Economics & Policy services.

Большинство моделей человеческого капитала указывают на его связь с образованием, в частности с числом лет обучения<sup>59</sup>. Однако, с точки зрения величины человеческого капитала, год обучения в средней школе и в третичном образовании далеко не эквивалентны. Об этом, в частности, свидетельствует вывод, представленный в работах J. Mincer<sup>60</sup>, о том, что зарплата работника экспоненциально зависит от количества лет (E) его образования  $Y=Y_0 e^{RE}$  (функция доходов). Поэтому удельный индекс человеческого капитала определим с дифференциацией вклада в ВВП (1.1) согласно зависимости (1.2)<sup>61</sup>.

$$I_{HC} = \sum K_i D_i \quad (1.2)$$

Здесь  $D_i$  — доля специалистов с уровнем образования —  $i$  среди населения в возрасте 25–64 года, а  $K_i$  — весовые коэффициенты вклада в  $I_{HC}$  уровня образования —  $i$ . Для всех рассматриваемых стран набор  $K_i$  одинаков, причем для уровня бакалавра примем нормированную величину  $K_i = 1$ .

Будем учитывать пять образовательных уровней, согласно классификации ISCED 2011<sup>62</sup>, представленных в таблице 1.2. В качестве уровня E5 будем рассматривать не формальный образовательный уровень (8 — докторантура), а работников в сфере R&D, поскольку реальный вклад в ВВП вносит не формальное образование, а работа в области R&D, а количество R&D-специалистов в ряде стран значительно отличается от числа выпускников докторантуры. Поскольку мы приняли, что доля работников трудоспособного возраста приближенно составляет 50% от численности населения, то и доля R&D-специалистов должна быть отнесена к 50% доли населения.

**Таблица 1.2.** Группы работников по уровню образования

Уровень	Международное название уровня образования	Российское название уровня образования	E, лет обучения	ISCED 2011
E <sub>1</sub>	Below upper secondary education	Основное общее	5–9	1–2
E <sub>2</sub>	Upper secondary education	Среднее образование	11–12	3–4
E <sub>3</sub>	Short-cycle tertiary education	Среднее профессиональное	13–14	5
E <sub>4</sub>	Tertiary education	Высшее образование	15–18	6, 7
E <sub>5</sub>	R&D-specialist	Научная деятельность	22	8

Для определения весовых коэффициентов  $K_i$  воспользуемся статистическими данными по крупнейшим экономикам, на которые меньше влияют различные случайные факторы.

<sup>59</sup>Barro, R.J., Lee, J.W. (2001) International Data on Education and Attainment: Updates and Implications, Oxford Economic Papers, 2001, Vol. 53, No. 3; World Development Indicators. Washington: World Bank, 2005.

<sup>60</sup>Mincer J. (1994). The Production of Human Capital and The Lifecycle of Earnings: Variations on a Theme. — Working Paper of the NBER, No 4838.

<sup>61</sup>Orekhov V.D., Prichina O.S., Blinnikova A.V., Panfilova E.A., Shchennikova E.S. Indicative diagnostics of the educational component of human capital based on mathematical modeling. Opción, Año 35, VE, Especial No.20 (2019): 2337-2365.

<sup>62</sup>International Standard Classification of Education ISCED 2011. UIS UNESCO. 2013. Montreal, Canada. URL: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/isced-2011-ru.pdf>. Accessed: 11.04.2021.

В частности, будем рассматривать восемь экономик: United States, European Union–23, China, Japan, Brazil, Turkey, Mexico, Indonesia, образовательные и другие характеристики которых представлены в таблице 1.3 применительно к 2017 году в международных долларах 2017 года.

Поскольку величины  $G/N$  и  $D_i$  подвержены небольшим отклонениям от монотонных значений, то для их сглаживания здесь взяты их осредненные значения за пять лет (2015–2019). В число этих экономик не включены Индия и Россия, поскольку предыдущие исследования<sup>63</sup> показали, что они значительно отклоняются от общих закономерностей.

**Таблица 1.3.** Характеристики рассматриваемых экономик

Название страны	$D_1$ , %	$D_2$ , %	$D_3$ , %	$D_4$ , %	$D_5$ , %	$G/N$ , тыс. долл.
Европейский союз 23	19,1	46,3	5,4	28,4	0,80	42,7
США	9,4	44,3	11,0	34,4	0,88	60,3
Китай	53,9	30,0	7,9	7,9	0,26	14,4
Япония		47,5	20,8	30,6	1,07	40,6
Бразилия	48,9	34,1		16,8	0,18	14,6
Турция	55,5	19,3	5,4	19,6	0,25	27,6
Мексика	57,1	20,2	0,33	22,3	0,063	19,7
Индонезия	61,6	26,0	3,0	9,3	0,043	11,0

Будем определять  $K_i$  из условия минимума коэффициента вариации значений  $M_C$  для выбранных восьми экономик. Будем далее считать, что рост экономик в данной модели, которую будем называть  $ViC$ , происходит под влиянием следующих факторов:

- Рост населения согласно среднему прогнозу ООН<sup>64</sup>;
- Рост ЧК на основе прогноза роста образования работников, согласно формулам (1.1), (1.2);
- Рост числа научных работников как основы технологического прогресса<sup>65</sup>. Коэффициент  $D_5$  включен в число компонент индекса человеческого капитала (1.2).
- Текущая величина ВВП по ППС страны ( $G$ ) как основной источник капиталовложений.

Более детально методика расчета по модели  $ViC$  будет приведена далее, при изложении результатов исследования. Для проверки надежности получаемых с помощью данной модели результатов будет проведено их сравнение с прогнозом величины ВВП по методике  $PwC$  на 2050 год.

<sup>63</sup> Orekhov V.D., Prichina O.S., Blinnikova A.V., Panfilova E.A., Shchennikova E.S. Indicative diagnostics of the educational component of human capital based on mathematical modeling. *Opción*, Año 35, VE, Especial No.20 (2019): 2337-2365.

<sup>64</sup> World Population Prospects 2019. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019).

<sup>65</sup> Prichina, O. S., Orekhov, V. D., Shchennikova E.S. World number of scientists in dynamic simulation for the past and the future. *Economic and Social Development Book of Proceedings. Varazdin Development and Entrepreneurship Agency; Russian State Social University. 2017. P. 69 — 81.*

### 1.3. Закономерность роста уровня образования

На рис. 1.1 в логарифмической шкале приведена динамика по времени относительного числа студентов третичного образования в мире —  $D_e$  (по отношению к численности населения —  $N$ ) в процентах<sup>66, 67</sup>. Здесь время  $X$  отсчитывается от 1900 года ( $X = T - 1900$ ), что позволяет упростить аналитическое выражение тренда. Наилучшую аппроксимацию обеспечивает экспоненциальный тренд, который в десятичной форме (в %) будет иметь вид (1.3):

$$D_T = 0,038610^{0,01633X} \quad (1.3)$$

Относительное число студентов за 20 лет увеличивается в 2,1 раза. Погрешность аппроксимации очень мала:  $\Delta R^2 = 1 - R^2 = 0,6\%$ .

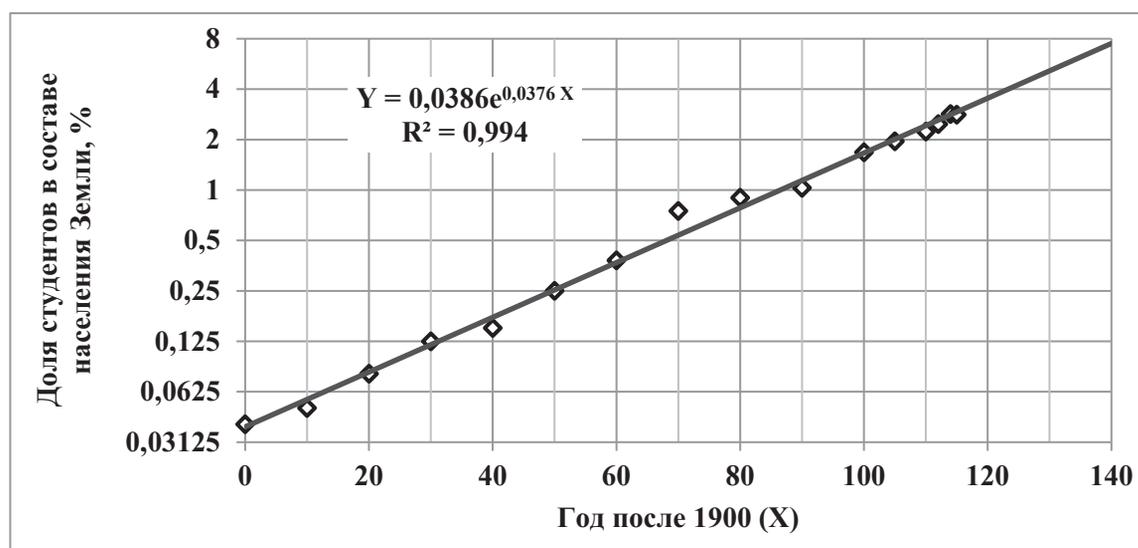


Рис. 1.1. Доля студентов третичного образования в мире, %

Зададимся вопросом, какова максимальная доля жителей страны, которая может получить высшее образование? В качестве индикатора уровня интеллекта широко используется коэффициент интеллекта (IQ). Согласно классификации Wechsler D.<sup>68</sup> примерно у 9% людей интеллект заметно снижен ( $IQ < 80$ ). Они очень редко получают третичное образование. Еще около 16% населения имеет  $IQ = 80-89$  (сниженная норма), и им сложно получить третичное образование уровня 6 и выше, согласно ISCED 2011<sup>69</sup>.

Кроме того, есть люди, не заинтересованные в получении высшего образования, или такие, которым мешают его получить другие проблемы. Например, один из богатейших

<sup>66</sup> Schofer E., Meyer J. W. The Worldwide Expansion of Higher Education in the Twentieth Century, American Sociological Review. 2006.

<sup>67</sup> Six ways to ensure higher education leaves no one behind. UNESCO Policy Paper 30, 2017. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247862>

<sup>68</sup> Wechsler D. The Measurement And Appraisal Of Adult Intelligence. Baltimore (MD): Williams & Wilkins, 1958.

<sup>69</sup> International Standard Classification of Education ISCED 2011. UIS UNESCO. 2013. Montreal, Canada. URL: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/isced-2011-ru.pdf>.

людей Земли Билл Гейтс не имел высшего образования большую часть своей трудовой деятельности.

Согласно образовательной статистике максимальный охват третичным образованием населения в возрасте 25–64 года в 2019 году составлял: Ирландия — 60%, Канада — 59%, Россия — 57%, Израиль — 51%, Южная Корея — 51%<sup>70</sup>. Уровень охвата третичным образованием постоянно растет, и среди молодых людей он, как правило, выше. Например, в 2019 году для лиц в возрасте 25–34 года наибольший охват третичным образованием составил: Ирландия — 70%, Южная Корея — 70%, Канада — 63%, Япония — 62%, Россия — 62%. Характерно, что женщины несколько опережают мужчин по данному показателю, и рекордные цифры составляют: Южная Корея — 76%, Ирландия — 72%, Канада — 71%, Россия — 69%, Япония — 64%. Таким образом, реальную возможность получить высшее образование имеют порядка 75% людей.

В настоящее время считается, что трудоспособный период работников составляет около 40 лет (от 25 до 64 лет). Продолжительность обучения студентов третичного образования в среднем составляет около 4 лет, хотя со временем эта цифра растет, и в развитых странах продолжительность третичного образования, как правило, выше. Таким образом, продолжительность трудовой деятельности примерно в 10 раз больше, чем время получения третичного образования. Из этого следует, что если доля студентов составляет 7,5% от трудового населения в стационарном режиме, в течение порядка 40 лет, то доля работников, имеющих высшее образование, будет стремиться к 75%. При этом нужно учесть, что доля трудоспособного населения составляет 50% от всей численности. Отсюда следует, что для достижения 75% обеспеченности работников высшим образованием достаточно, чтобы в стационарном режиме студенты составляли порядка 3,7% численности населения.

Кроме того, следует учесть, что значительная часть студентов не завершает обучение. Отсев составляет около 33% студентов третичного образования<sup>71</sup>. Таким образом, доля студентов, которые в стационарном режиме обеспечивают 75% высшее образование, составляет порядка 5% от населения. Такая численность студентов, как следует из рис. 1.1, будет достигнута во всем мире примерно к 2027 году. Для подтверждения оценок потребного количества студентов отметим, что во многих развитых странах их число остается относительно стабильным и в период 2008–2015 годов колебалось вблизи 3,0–4,3%: Великобритания — 3,7–4,0%, Германия — 3,5–3,6%, Франция — 3,5–3,7%, Испания — 3,9–4,3%, Италия — 3,1–3,4%, Япония — 3,0–3,1%, Португалия — 3,5–3,8%, Швейцария — 2,9–3,5%.

Если задача заключается в том, чтобы быстрее обеспечить все население третичным образованием, то относительное число студентов в начале этого проекта может превышать 5%, а затем снизится. Росту доли студентов в обществе может способствовать также тенденция к увеличению продолжительности третичного образования в развитых странах на программах магистратуры, докторантуры, второго высшего образования и дополнительного образования.

<sup>70</sup> Education at a Glance 2020: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. URL: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020\\_69096873-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020_69096873-en)

<sup>71</sup> Education at a Glance 2020: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. URL: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020\\_69096873-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020_69096873-en)

Для прогнозирования динамики доли работников, имеющих третичное образование, необходимо отталкиваться от достигнутого уровня образования и учитывать выпуск числа студентов. При этом необходимо иметь в виду, что ежегодно примерно 1/40 часть работников, закончивших получение образования примерно 40 лет назад, выйдет на пенсию. Но поскольку в период начала их трудовой деятельности доля имеющих третичное образование в большинстве стран была значительно меньше, то и убыль будет относительно небольшой. Увеличение же числа имеющих третичное образование численно будет равно числу студентов, деленному на среднее число лет обучения с учетом не закончивших образование, а также тех, кто не окажется в числе работающих, например, по причине болезни или занятия домашним хозяйством.

Китай является одной из крупнейших стабильно развивающихся экономик, поэтому прогнозирование его экономической динамики очень важно. Однако информация о числе студентов и уровне образования населения Китая весьма противоречива и сопоставление данных из различных источников указывает на их ненадежность. Зачастую в справочниках указана информация только за 2010 год<sup>72</sup>. По анализу авторов, к числу наиболее достоверных данных можно отнести указанные в работе<sup>73</sup>, в которой дана ссылка на National Bureau of Statistics of China. Эти данные согласуются с представленными в других работах<sup>74</sup>. Опираясь на полученную зависимость числа выпускников от времени, можно рассчитать долю населения Китая, имеющего третичное образование. Соответствующие данные приведены на рис. 1.2.

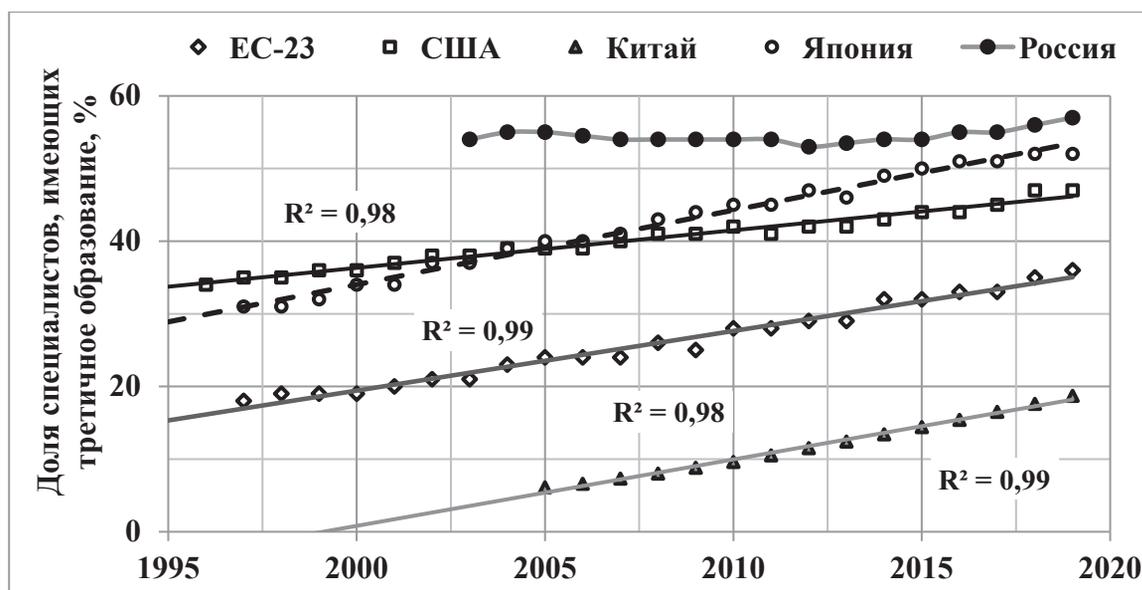


Рис. 1.2. Доля специалистов, имеющих третичное образование ( $D_T$ ), %

<sup>72</sup> Education at a Glance 2020: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. URL: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020\\_69096873-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020_69096873-en)

<sup>73</sup> Донецкая С.С., Цзи Цяньнань. Реформирование системы высшего образования в Китае: современные итоги // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 12. С. 79–92. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-12-79-92>

<sup>74</sup> Six ways to ensure higher education leaves no one behind. UNESCO Policy Paper 30, 2017. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247862>

Там же представлена информация о доле специалистов в возрасте 26–64 года, имеющих третичное образование ( $D_T$ ), в ряде крупнейших экономик в соответствии с данными ежегодных выпусков Education at a Glance OECD с 1996 по 2020 год<sup>75, 76</sup>.

Видно, что в этот период зависимости  $D_T$  от времени ( $T$ ) близки к линейным с низкой погрешностью регрессии  $\Delta R^2 = 1 - R^2 = 1-2\%$ . Линейный характер роста доли специалистов с третичным образованием упрощает процесс прогнозирования экономической динамики. Однако линейная зависимость  $D_T(T)$  характерна только при  $D_T(T) < 50\%$ . При приближении к уровню 75% данная зависимость будет плавно выходить на постоянный уровень, и по графику, относящемуся к Японии, такую тенденцию можно заметить при приближении к 2020 году. Также следует отметить, что для России, в которой в 2003 году достигнут уровень  $D_T = 54\%$ , с тех пор сохраняется почти стабильный уровень  $D_T \leq 57\%$ .

Может показаться, что линейный или более медленный рост  $D_T$  противоречит экспоненциальному росту числа студентов, продемонстрированному на рис. 1.1. Однако на рис. 1.2 мы рассматриваем только крупнейшие экономики, а на рис. 1.1 представлена суммарная картина, которая свидетельствует о быстром включении в образовательный процесс развивающихся стран.

Для использования в дальнейшем в процессе прогнозирования важно понимать, каков темп роста уровня образования для разных стран. Данные о годовых темпах роста уровня образования ( $\Delta D_T$ ) приведены в таблице 1.4 по значениям  $D_T$  за 2014–2019 годы.

**Таблица 1.4.** Годовой прирост уровня третичного образования  $\Delta D_T$  в %

Страна	Китай	США	EU-22	Индия	Япония	Россия	Бразилия	Турция	Индонезия	Германия	Великобритания	Ирландия	Южная Корея	Мексика
$D_T$ , %	1,06	0,8	0,8	1,0	0,6	0,6	0,8	1,0	0,8	0,6	1,0	1,4	1,4	0

Для большинства рассматриваемых экономик темп роста доли работников с третичным образованием равен  $0,8 \pm 0,2$ , то есть весьма высокий. Для активно развивающихся стран (Китай, Южная Корея, Ирландия) он выше 1,0, а для отдельных (Мексика) рост не определен.

#### 1.4. Динамика числа работников НИОКР

Пятый член в формуле (2), а именно  $D_5$ , относится не собственно к образованию, а к доле специалистов в области НИОКР (или R&D). Это именно те работники, которые

<sup>75</sup> Education at a Glance 2020: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. URL: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020\\_69096873-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020_69096873-en)

<sup>76</sup> Education at a glance OECD Indicators. Centre for educational research and innovation, Paris, France, 1998.

в моделях экономического роста отвечают за технологическое развитие. Специалисты же с третичным образованием оказывают лишь поддержку использования знаний и технологий. Здесь существенно то, что вклад в ВВП этой части человеческого капитала по формату аналогичен вкладу специалистов с другими типами образования. Кроме того, мы уходим от необходимости анализировать распространение таких неосязаемых и сложно измеримых категорий, как знания и инновации, и переходим к анализу числа работников НИОКР. При этом неявные знания существуют только в сознании специалистов и их можно принять за единицу измерения неявных знаний.

Согласно традиционной модели, число специалистов в области НИОКР ( $N_s$ ) удваивается каждые 10–15 лет. В аналитическом виде эта зависимость может быть представлена формулой (1.4).

$$N_s = 10^{T/50-33} \quad (1.4)$$

Однако, согласно этой зависимости, в 1666 году, когда была учреждена Академия наук Франции, в мире было всего два ученых. Существование античной науки вообще не согласуется с данной формулой. В работе<sup>77</sup> на основе анализа объема знаний человечества показано, что количество ученых в прошлом удовлетворительно описывается квадратичной гиперболой (1.5), где  $A = 16 \cdot 10^9$ .

$$N_s = A / (2050 - T)^2 \quad (1.5)$$

В соответствии с данной зависимостью в период Возрождения было около 60 000 специалистов в области НИОКР, в эпоху античности — 3000, а во времена древнего Египта — более 600, что лучше соответствует сложности создаваемых в то время сооружений, чем согласно формуле (1.4). Однако с приближением к точке сингулярности ( $T_L \approx 2025$  года) формула (1.5) становится некорректной.

Для того чтобы исключить влияние сингулярности, обратим внимание на то, что динамика мирового ВВП за последнее тысячелетие примерно соответствовала квадрату численности человечества<sup>78</sup> и приближенно выражается формулой (1.6), где  $\gamma \approx 1,04 \cdot 10^{-6}$  долл./чел.<sup>2</sup>•год.

$$G = \gamma N^2 \quad (1.6)$$

С другой стороны, согласно уравнению Foerster<sup>79</sup>, численность человечества приближенно выражается гиперболой (1.7), где  $C \approx 180$  млрд, а  $T_L \approx 2025$  год.

$$N = C / (T_L - T) \quad (1.7)$$

Отсюда следует, что мировой ВВП вдали от точки сингулярности по порядку величины выражается квадратичной гиперболой от времени. Соответственно, число ученых

<sup>77</sup> Prichina, O. S., Orekhov, V. D., Shchennikova E.S. World number of scientists in dynamic simulation for the past and the future. Economic and Social Development Book of Proceedings. Varazdin Development and Entrepreneurship Agency; Russian State Social University. 2017. P. 69 — 81.

<sup>78</sup> Maddison, A. Historical Statistics of the World Economy: 1–2008 AD. GGDC, 2010. URL: <https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison/releases/maddison-database-2010>. Accessed: 11.04.2021.

<sup>79</sup> Foerster, H. von, Mora, P. and Amiot, L. Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026. Science 132:1291–5. 1960.

в мире примерно пропорционально мировому ВВП. Эта взаимосвязь достаточно логична, поскольку численность работников НИОКР зависит от возможностей финансирования их деятельности. С другой стороны, увеличение числа работников НИОКР ведет к росту ВВП. Таким образом, эти две переменные зависят друг от друга. Положительно, что данная закономерность не связана с точкой сингулярности.

Сделаем оценки отношения  $N_s/G$  в прошлом. При  $T < 1700$  года можно считать, что  $(T_L - T) \approx (2050 - T)$ . Отсюда следует, что  $(T_L - T)^2 = A/N_s = C^2/N^2 = C^2\gamma/G$ . Следовательно, выражение для  $N_s/G$  имеет вид:

$$N_s/G = A/\gamma C^2 \quad (1.8)$$

Подставляя значения констант, получим:

$$A/\gamma C^2 \approx 1610^9 / (1,0410^{-6}) 1,8210^{22} = 47510^{-9}, \quad (1.9)$$

или 475 на млрд долл. ВВП по ППС 1995 года. В международных долларах 2017 года  $N_s/G = 318$  специалистов в области НИОКР на млрд долл. Таким образом, отношение  $N_s/G$  является по порядку величины постоянным во времени в период квазигиперболического роста человечества.

Отношение числа работников НИОКР к ВВП по ППС ( $N_s/G$ ) в зависимости от ВВП/Д для различных стран в период с 1996 по 2018 год в междунар. долл. 2017 года приведено на рис. 1.3<sup>80, 81, 82</sup>. Там же даны значения этих величин для мира в целом, с 2000 по 2015 год с шагом в 5 лет.

Согласно этим данным, при росте среднего мирового ВВП/Д с 11 до 15,5 тыс. долл. число работников НИОКР на млрд долл. уменьшилось с 97 до 91. Снижение  $N_s/G$  произошло в основном за счет достаточно быстрого роста ВВП, который опережал рост числа работников НИОКР.

В период 1996–2018 годов в США величина  $N_s/G$  колебалась в диапазоне 68–74<sup>83</sup>, что примерно на четверть меньше среднего мирового уровня. В Европейском союзе  $N_s/G$  за 22 года выросло примерно в полтора раза — с 61 до 91 и достигло среднего мирового уровня. В Японии  $N_s/G$  снизилось примерно с 150 до 130, и произошло сближение со средним мировым уровнем.

В большинстве стран БРИК происходило уменьшение  $N_s/G$  в связи с быстрым ростом ВВП/Д. Особенно быстро уменьшалось  $N_s/G$  в России — с 295 до 104 и Китае — с 168 до 86. В целом их уровень  $N_s/G$  приблизился к среднему мировому уровню. В Бразилии произошел быстрый рост  $N_s/G$  от 25 до 56 и сближение со средним мировым уровнем. Из стран БРИК только в Индии отношение  $N_s/G$  снизилось с 69 до 39, но за счет трехкратного роста ВВП/Д, то есть число R&D-специалистов выросло примерно вдвое и в дальнейшем следует

<sup>80</sup> World Population Prospects 2019. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019).

<sup>81</sup> Inflation, GDP deflator (annual %) - United States World Bank URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.KD.ZG?locations=US&view=chart>

<sup>82</sup> Researchers in R&D (per million people) The World Bank. 2018 URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.SCIE.RD.P6?end=2018&start=1996>

<sup>83</sup> Там же.

ожидать роста  $N_s/G$ . В Турции происходил быстрый рост отношения  $N_s/G$  с 21 до 49, и также прослеживается тенденция сближения с мировым уровнем. В Мексике и Индонезии закономерного изменения  $N_s/G$  не наблюдалось.

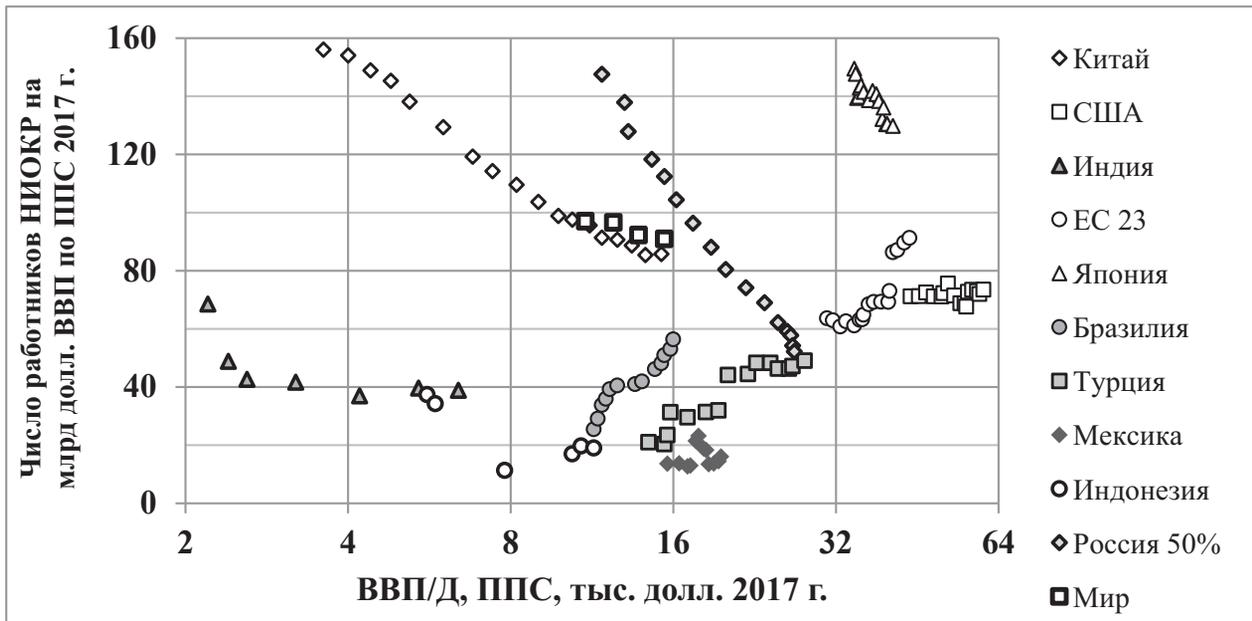


Рис. 1.3. Число работников НИОКР на млрд долл. ВВП

На основе сложившихся тенденций динамики  $N_s/G$  в ближайшей перспективе можно прогнозировать вначале некоторое уменьшение среднего мирового  $N_s/G$  до уровня примерно 80 работников НИОКР на миллиард. Но затем, по мере снижения темпов роста ВВП, средняя мировая величина  $N_s/G$  будет расти. Это будет происходить потому, что увеличение  $N_s/G$  будет важным инструментом ускорения роста ВВП. Примерно к такой же величине будет стремиться численность специалистов в области НИОКР в большинстве крупнейших экономик. В Мексике и Индонезии аналогичная динамика реализуется более медленными темпами.

Проведенный анализ динамики числа научных сотрудников показывает, что отношение  $N_s/G$  является важным показателем научной активности стран. Уместно задаться вопросом, является ли этот показатель, как характеристика скорости технологического прогресса, эндогенным? Каждая страна сама определяет, на каком уровне его поддерживать, хотя и ориентируется на его уровень в других странах и на свой уровень ВВП на душу населения. Его величина ориентируется не на страну лидера, а на среднее мировое значение, то есть среди крупнейших экономик в целом происходит конвергенция данного показателя.

В дальнейшем для прогнозирования коэффициента  $D_5$  удобно будет пользоваться соотношением (1.10) с использованием полученных выше данных по изменению величины  $N_s/G$ , а также прогнозируемой величины ВВП/Д ( $G/N$ ). Введение коэффициента 2 в формуле (1.10) связано с тем, что  $G/N$  относится ко всему населению, а  $D_5$  только к работающему.

$$D_5 = 2(N_s/G)(G/N) \quad (1.10)$$

### 1.5. Зависимость ВВП/Д от образования населения

Для определения удельного индекса человеческого капитала  $I_{HC}$  необходимо найти оптимальные значения коэффициентов  $K_i$ . Можно взять в качестве начальных значений для  $K_1$  линейное распределение пропорционально количеству лет обучения. В этом случае коэффициент вариации величины  $M_C$  для восьми стран  $CV_8(M_C) = 48\%$ , что явно неприемлемо.

Далее будем варьировать  $K_i$ , вычислять значения  $I_{HC}$  и  $M_C$  и определять значения коэффициентов вариации —  $CV(M_C)$  для исследуемых экономик. За оптимальные значения  $K_i$  примем те, которые обеспечивают минимум коэффициента вариации  $CV_8(M_C)$  для восьми крупнейших экономик. Полученные расчетные значения оптимальных  $K_i$ , а также коэффициенты вариации  $CV_8(M_C)$ ,  $CV_3(M_C)$  и среднеарифметическое значение  $M_C$  ( $M_8$ ) приведены в таблице 1.5 применительно к образовательным характеристикам стран в 2017 году. В таблице 1.6 даны значения  $I_{HC}$  и  $M_C$ , полученные при оптимизации.

**Таблица 1.5.** Оптимальные  $K_i$ , коэффициенты вариации и  $M_8$

$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$CV_8, \%$	$M_8$	$CV_3, \%$
0,00006	0,00025	0,50	1,0	19	15,8	0,877	11,4

**Таблица 1.6.** Расчетные значения параметров  $I_{HC}$  и  $M_C$

	ЕС-23	США	Китай	Япония	Бразилия	Турция	Мексика	Индонезия	Среднее
$I_{HC}, \%$	46,47	56,96	17,07	61,97	20,23	27,22	23,72	11,75	
$M_C$	0,92	1,06	0,84	0,66	0,72	1,01	0,83	0,93	0,88

Видно, что за счет оптимизации удалось значительно уменьшить значения коэффициентов вариации. Видно также, что  $K_i$  для двух типов вторичного образования  $K_1$  и  $K_2$  более чем на три порядка меньше, чем коэффициенты вклада третичного образования, и их можно заменить одним коэффициентом, что далее будет проверено. Коэффициенты  $K_3$  и  $K_4$  достаточно близки друг к другу. Поскольку прогнозировать соотношение  $K_3$  и  $K_4$  на несколько десятков лет вперед сложно, то можно попытаться объединить эти два типа третичного образования. Проверим, не приведут ли такие упрощения к заметному увеличению коэффициента вариации. Результаты оптимизации коэффициентов  $K_i$  при объединении коэффициентов  $D_{12} = D_1 + D_2$  и  $D_T = D_3 + D_4$  приведены в таблицах 1.7, 1.8.

**Таблица 1.7.** Оптимальные  $K_i$  и другие параметры при  $K_1 = 0$

$K_1$	$K_{12}$	$K_3$	$K_{TR}$	$K_5$	$CV_8, \%$	$M_8$	$CV_3, \%$
0	0,0006	0	1,0	18,0	16,7	0,809	16,9

**Таблица 1.8.** Параметры ИНС и МС, полученные при вычислении  $K_i$  в упрощенной модели

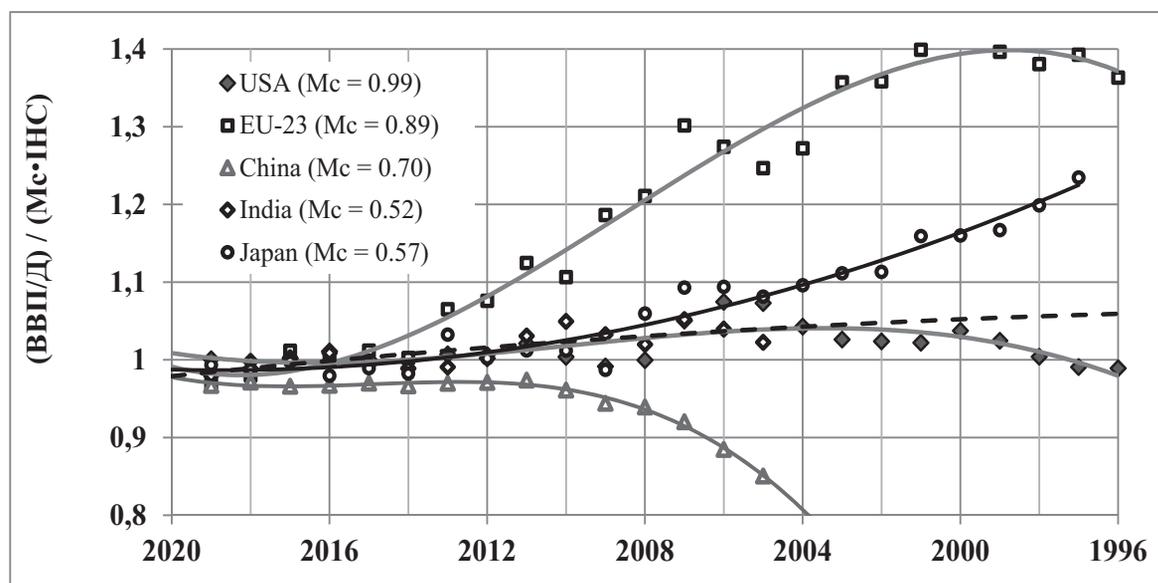
	ЕС-23	США	Китай	Япония	Бразилия	Турция	Мексика	Индонезия	Среднее
$I_{НС}, \%$	48,24	61,27	20,57	70,69	20,09	29,54	23,85	13,16	
$M_C$	0,89	0,99	0,70	0,57	0,73	0,93	0,83	0,83	0,81

Видно, что коэффициент  $K_5$  уменьшился с 19,0 до 18,0. Минимизируемый коэффициент вариации  $CV_8$  вырос относительно мало, с 15,8% до 16,7%, однако для трех крупнейших экономик  $CV_3$  вырос с 11,4 до 16,9. Таким образом, можно использовать объединенные значения третичного и вторичного образования, но для более точной оценки роста ВВП по ППС трех крупнейших экономик лучше использовать коэффициенты, представленные в таблицах 1.5, 1.6. Хотя значения  $I_{НС}$  и  $M_C$  изменились, но их произведения, которые используются в формуле (1.1), остались неизменными.

Коэффициент для вторичного образования настолько мал, что будет влиять только на ВВП стран с очень малыми долями третичного образования. Поэтому приближенная формула для удельного индекса человеческого капитала с учетом (1.10) имеет вид:

$$I_{НС} = D_T + 36(N_S/G)(G/N) \tag{1.11}$$

Поскольку соотношение различных компонент образования меняется достаточно сильно, то важно проверить, в какой мере можно использовать для прогнозирования  $G/N$  формулы (1.1), (1.9) на протяжении длительного времени. С этой целью на рис. 1.4 приведены зависимости отношения ВВП/Д к  $M_C \cdot I_{НС}$  от времени с 1996 по 2019 год. При этом использовались значения  $M_C$ , приведенные в таблице 1.8, применительно к 2017 году.



*Рис. 1.4. Динамика отношения ВВП/Д к  $M_C \cdot I_{НС}$  по времени*

Видно, что на протяжении последних семи лет отношение ВВП/Д к  $M_C \cdot I_{НС}$  изменяется относительно мало. Но в предыдущий период отклонение составляло до 40% применительно к Europeans Union. Можно предположить, что это связано с благоприятной для EU рыночной

ситуацией после распада Советского Союза. Затем эти выгоды стали уменьшаться, а также оказал негативное влияние кризис 2008 года.

Рост исследуемого отношения для Китая, вероятно, связан с успешным процессом его встраивания в мировую экономику. Для ведущей мировой экономики (США), а также для Индии данное отношение близко к постоянному.

Относительная стабильность данного отношения на протяжении 23 лет свидетельствует о том, что формулы (1.1), (1.9) можно использовать для долговременного прогнозирования роста ВВП/Д. При этом коэффициент  $M_C$ , отражающий особенности стран, варьируется от 0,57 до 0,99, а его среднее значение  $M_8 = 0,81$ , как видно из таблицы 1.8.

При прогнозировании целесообразно принять, что коэффициент  $M_C$  со временем будет стремиться к среднему значению. Если сравнивать с моделью прогнозирования PwC, то коэффициент  $M_C$  аналогичен темпу наверстывания технологического развития по отношению к США, который задается равным 1,5–2% в год. Однако коэффициенты  $M_C$  характеризуют эффективность использования удельного человеческого капитала  $I_{HC}$  и характеризуют, как внутренние особенности стран, так и влияние внешнего окружения, в частности близость ключевых рынков. Наибольшее значение он имеет у США и Турции. Из числа стран, данные которых использовались при оптимизации  $K_T$ , наименьшее  $M_C = 0,57$  имеет Япония. Данные Индии и России не использовались при оптимизации, поскольку из предыдущих работ было известно, что у них очень мал коэффициент, аналогичный  $M_C$ <sup>84</sup>. В рамках данной работы показано, что для России  $M_C = 0,4$ , а для Индии  $M_C = 0,52$ .

Таким образом, общая картина динамики человеческого капитала следующая. Наибольшее влияние на рост удельного индекса человеческого капитала  $I_{HC}$ , а следовательно, и на ВВП/Д, в настоящее время оказывает быстрый, примерно линейный рост доли специалистов с третичным образованием —  $D_T$ . Далее этот рост будет замедляться по мере приближения  $D_T$  к уровню 75%. Существенное влияние на рост ВВП/Д оказывает также число работников НИОКР на миллиард долларов ВВП —  $N_S/G$ , но данный показатель в настоящее время меняется относительно медленно и в целом стремится к общемировому значению  $N_S/G \approx 91$  чел./млрд долл. 2017 года (происходит конвергенция). По мере исчерпания роста  $D_T$  будет в большей мере востребован рост показателя —  $N_S/G$ , как ресурса роста человеческого капитала. Этот рост может достигать значений в 2–3 раза больше современного среднего уровня. При этом один специалист в области НИОКР вносит вклад в ВВП примерно в 36 раз больше, чем специалист с третичным образованием.

## 1.6. Прогнозирование динамики ВВП и ВВП/Д

С использованием уравнений (1), (2) и приведенных в таблицах 1.5, 1.7 значений коэффициентов  $K_T$  было выполнено прогнозирование роста ВВП по ППС для крупнейших экономик с использованием электронных таблиц Excel. Вначале заполнялись данные об

<sup>84</sup> Orekhov V.D., Prichina O.S., Blinnikova A.V., Panfilova E.A., Shchennikova E.S. Indicative diagnostics of the educational component of human capital based on mathematical modeling. Opción, Año 35, VE, Especial No.20 (2019): 2337–2365.

образовательном уровне работников на прогнозируемый период до 2100 года. До уровня  $\Delta D_T = 50\%$  уровень образования рос линейно в соответствии со значениями, представленными в таблице 1.4, а затем стремился к уровню 75% в 2100 году. Значения  $M_C$  изменялись линейно от уровня, представленного в таблице 1.8, до конечного значения в 2100 году —  $M_{Cf}$ . Параметр  $N_S/G$  изменялся линейно от начального значения, представленного на рис. 1.3, до  $I_S$ , которое могло быть либо среднемировым, либо более высоким. На втором этапе определялась величина  $G/N$ , при которой потребное значение  $I_{HC}$  (согласно формуле (1.1)) не превышает то, которое обеспечено уровнем образования работников в данный период времени. Полученные варианты динамики ВВП для США приведены на рис. 1.5.

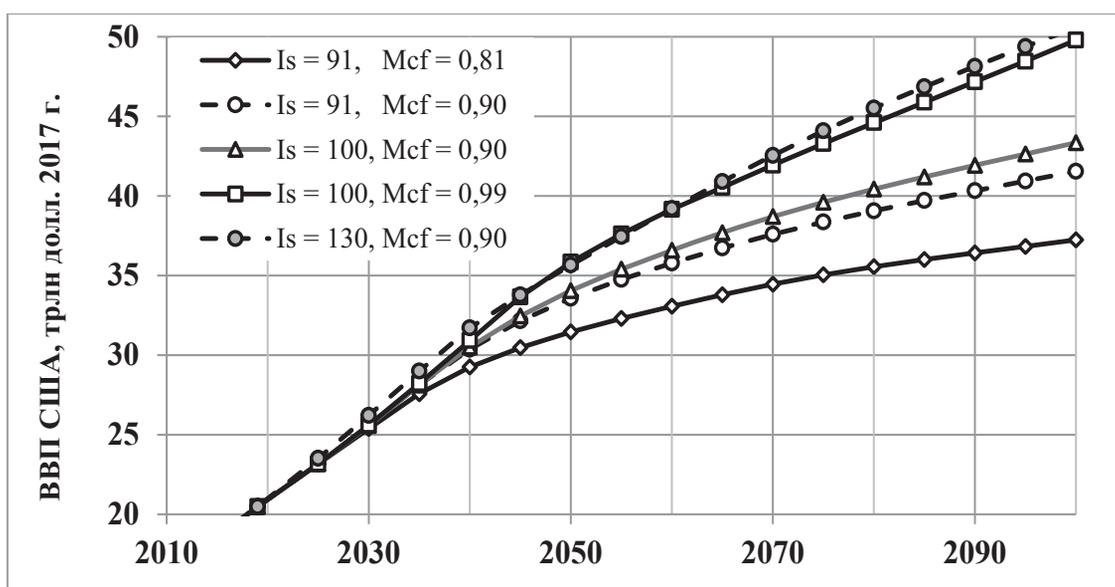


Рис. 1.5. Прогноз динамики ВВП по ППС для США

Рассмотренные варианты роста ВВП по ППС в 2050 году лежат в диапазоне от 31,5 до 35,8 трлн междунар. долл. 2017 года. Согласно прогнозу PwC от 2017 года, для США ВВП = 34,8 трлн долл., что лучше всего согласуется с вариантом прогноза  $I_S = 100$ ,  $M_{Cf} = 0,9$ , для которого в 2050 году ВВП = 34,1 трлн долл. (отличие 2%). Для варианта  $I_S = 91$ ,  $M_{Cf} = 0,9$  прогноз ВВП = 33,6 трлн долл., отличие — 3,5%, что также хорошо для долговременных прогнозов.

Отличия вариантов прогнозов заключаются в том, что по одним из них конечное число  $N_S/G = I_S$  в 2100 году равно среднемировому значению — 91, а по другим — 100 и 130. Также эффективность использования человеческого капитала к 2100 году в разных вариантах прогнозов или остается на современном для США уровне  $M_{Cf} = 0,99$ , или снижается до среднемирового  $M_{Cf} = 0,81$ , или занимает среднее между ними положение  $M_{Cf} = 0,90$ . Именно последний вариант наиболее близок к прогнозу PwC, и он наиболее вероятен в реальности. Согласно исследованию OECD<sup>85</sup>, по мере того как экономическая активность будет смещаться в сторону Азии, страны, расположенные в Америке, будут становиться более отдаленными от основных рынков, и это будет оказывать

<sup>85</sup> Guillemete Y., Turner D. (2018). The long view: scenarios for the world economy to 2060. OECD Economic Policy Paper 2018 No. 22. OECD Publishing, Paris.

давление на рост производительности труда в этих странах. Также будет оказывать влияние и снижение лидирующей роли США в мировой экономике.

При более высоких  $I_s$  и  $M_{cf}$  величина ВВП возрастает, причем к 2100 году в одном из вариантов ВВП = 50,6 трлн долл. Показатель  $M_{cf}$  влияет более сильно, чем  $I_s$ . Однако, как показано выше, величина  $I_s$  может варьироваться в широком диапазоне, вплоть до  $I_s = 150...300$ . И в условиях отсутствия других ресурсов увеличения человеческого капитала этот ресурс будет активизирован.

На рис. 1.6 представлены варианты динамики ВВП по ППС для Китая. Основной вариант прогноза характеризовался среднемировым уровнем  $M_{cf} = 0,81$  и скоростью роста уровня третичного образования, соответствующей современному уровню —  $\Delta D_T = 1,06\%$  в год. Для этого варианта в 2030 году ВВП = 39,9 трлн долл., что близко к прогнозу PwC (38 трлн долл.). Однако в 2050 году ВВП = 68,5 трлн долл., что на 17% больше, чем согласно прогнозам PwC (58,5 трлн долл.).

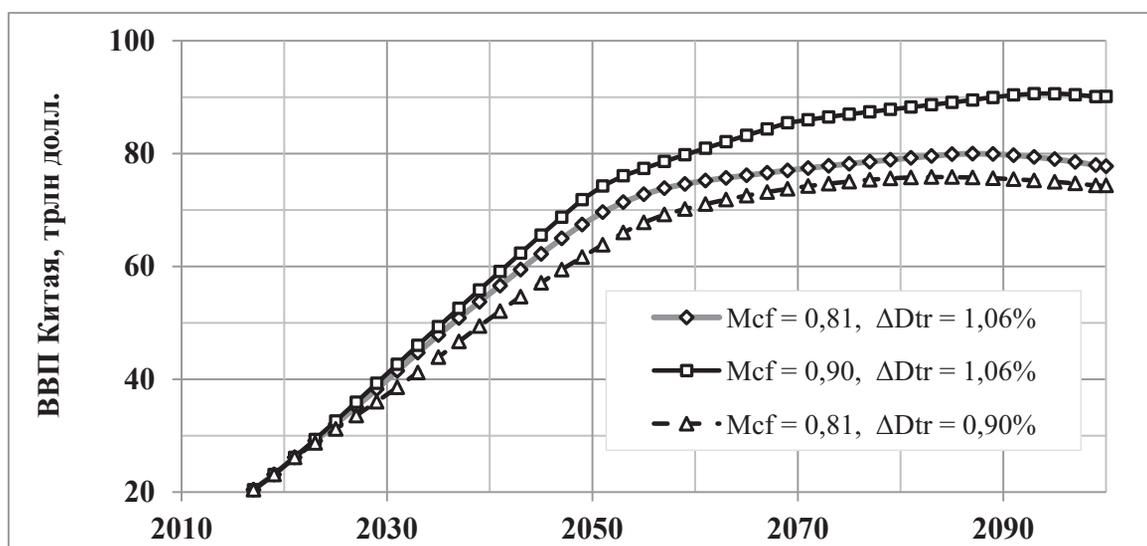


Рис. 1.6. Прогноз динамики ВВП Китая, трлн долл. 2017 г.

Нужно отметить, что до 2050 года темп роста образования остается постоянным, и, соответственно, как видно из рис. 1.6, линейно растет ВВП, а после 2050 года темп роста ВВП быстро снижается. Если скорость прироста уровня образования снизится до значений, близких к среднемировым — 0,9% в год, то, соответственно, более медленно растет ВВП и в 2050 году составит 61,7 трлн долл., что отличается от прогноза PwC не более чем на 5,5%.

В случае возрастания показателя  $M_{cf}$  с 0,81 до 0,90 величина GDP к 2050 году возрастает до 73 трлн долл., что на четверть больше, чем согласно прогнозу PwC. Но такой рост вполне возможен при занятии Китаем более выгодной конкурентной позиции в мире за счет лидерства по объему ВВП и по числу специалистов НИОКР (для США в оптимистичном прогнозе  $M_{cf} = 0,99$ ). Заметно, что к 2100 году намечается тенденция к снижению ВВП Китая. Это связано с тем, что начиная с 2030 года численность населения Китая, согласно среднему прогнозу ООН, снижается и к 2100 году уменьшится на 400 млн человек по сравнению с максимумом.

На рис. 1.7 приведен расчет различных вариантов динамики ВВП России.

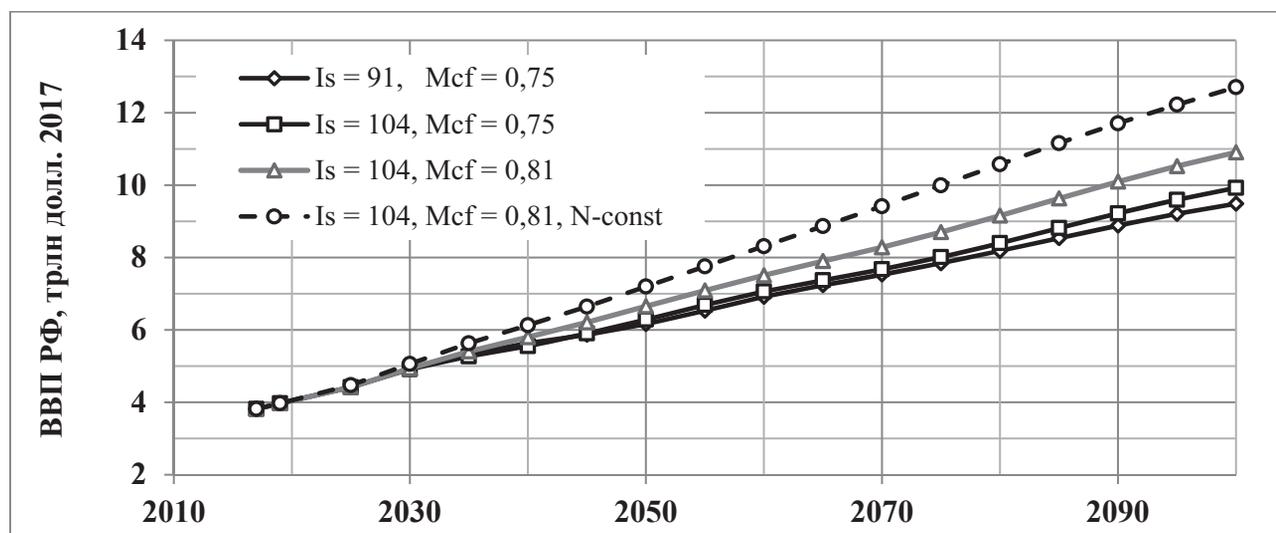


Рис. 1.7. Прогноз динамики ВВП России, трлн долл. 2017 г.

Видно, что увеличение числа научных работников от среднемирового значения  $I_s = 91$  до современного для России значения (104) обеспечивает прирост ВВП на уровне 0,4 трлн долл. Увеличение параметра  $M_{CF}$  от 0,75 до среднего по крупнейшим экономикам значения (0,81) обеспечивает прирост ВВП еще на 1 трлн долл. Наиболее сильно влияет устранение депопуляции, т.е. сохранение численности населения на современном уровне. В этом случае величина ВВП в 2100 году увеличивается еще на 1,8 трлн долл. и достигает 12,7 трлн долл.

Таблица 1.9. Параметры для сравнительного прогноза динамики ВВП

	США	Индия	Китай	ЕС-23	Бразилия	Россия
Начальное $M_C$	0,99	0,52	0,70	0,89	0,73	0,40
Конечное $M_C - M_{CF}$	0,90	0,75	0,81	0,85	0,81	0,75
Начальное $N_S/G$	73	38	86	91	56	104
Конечное $N_S/G - I_s$	91	91	91	91	91	91

На рис. 1.8 дано сравнение динамики ВВП для шести экономик из числа крупнейших, включая страны БРИК, для параметров, приведенных в таблице 1.9. Здесь опорное значение  $M_{CF} = 0,81$ , но для США и ЕС-23, которые имеют высокий начальный  $M_C$ , величина  $M_{CF}$  также выше, а для России и Индии, которые имеют очень низкие начальные  $M_C$ , величина  $M_{CF}$  ниже опорного значения.

Видно, что до 2067 года мировым лидером по ВВП по ППС является Китай, но после этой даты прироста производительности труда хватает только на то, чтобы компенсировать убыль населения. В то же время ВВП Индии быстро растет на протяжении всего столетия. К 2035 году он превзойдет ВВП США и Европейского союза (здесь вместе с УК).

В 2067 году Индия опередит Китай, а к концу столетия будет опережать Китай на 30% (при населении стран в соответствии со средним прогнозом ООН). Стран, которые могут превзойти Индию по величине ВВП в будущем, не наблюдается.

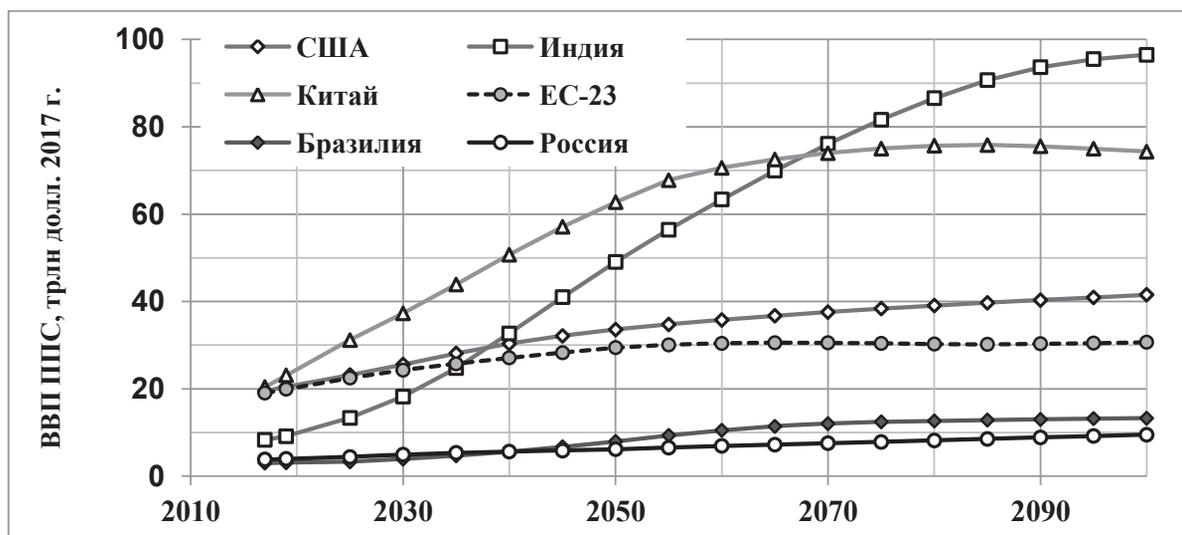


Рис. 1.8. Сравнение динамики ВВП для крупнейших экономик

Таким образом, Китай будет иметь почти 50 лет на то, чтобы реализовать свои возможности экономического и технологического лидерства, что не так много по меркам глобального развития. У США было около 75 лет для закрепления в качестве мирового лидера.

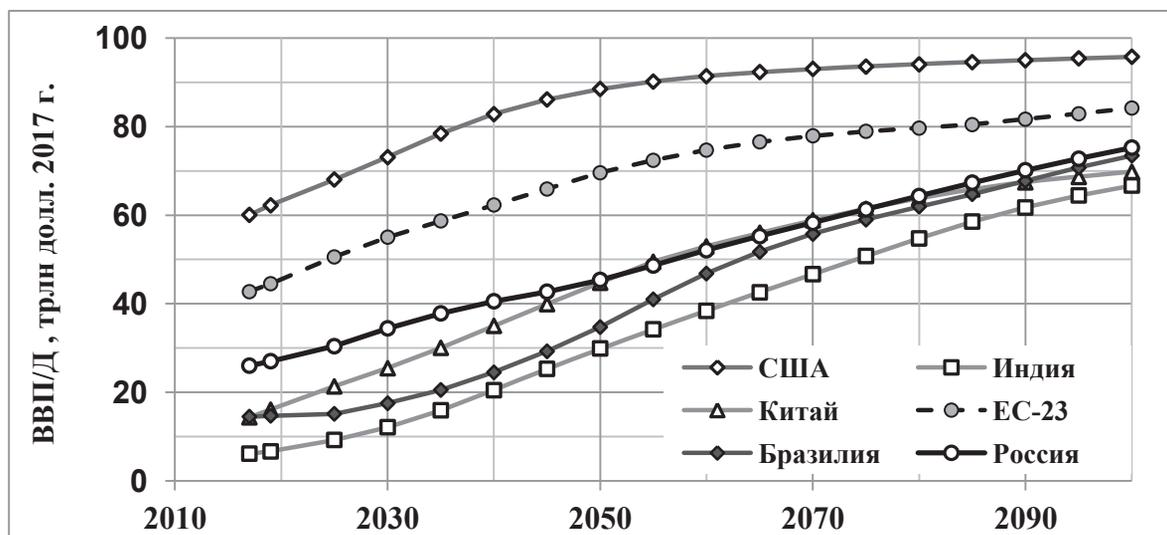


Рис. 1.9. Динамика ВВП/Д для крупнейших экономик (трлн долл. 2017 г.)

Динамика ВВП Китая демонстрирует, что демографический переход оказывает очень существенное влияние на экономический рост, хотя в случае с Китаем роль сыграла и демографическая политика государства, ограничившего рождаемость. На рис. 1.9 приведены зависимости роста ВВП/Д для рассматриваемых стран.

Видно, что рост ВВП на душу населения до 2050 года происходит в основном эквидистантно, а к 2100 году происходит конвергенция уровня ВВП/Д для всех экономик, но в меньшей мере для США, которые остаются лидером по этому показателю. Это означает, что США будут иметь запас ВВП для увеличения числа работников НИОКР с целью роста индекса человеческого капитала  $I_{HC}$  и, соответственно, ВВП.

Динамика роста ВВП по ППС для следующих шести крупных экономик приведена на рис. 1.10, а величина ВВП в 2050 и 2100 годах для исследованных экономик дана в таблице 1.10.

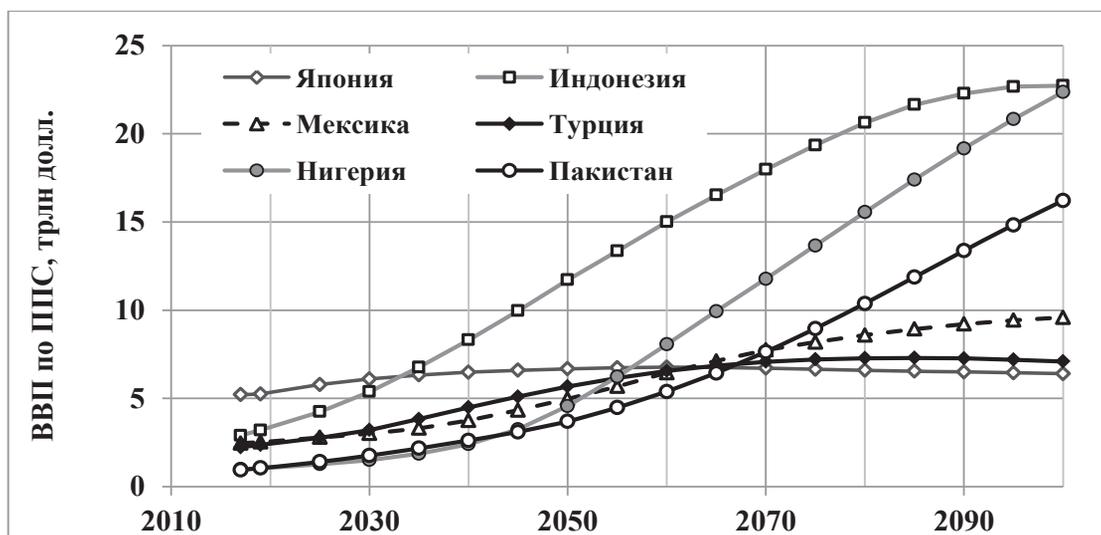


Рис. 1.10. Динамика ВВП для ряда крупных экономик

Три из этих экономик (Япония, Мексика, Турция) практически исчерпывают свой потенциал роста ВВП (GDP) к 2070 году, а Индонезия, Нигерия и Пакистан переходят в стадию быстрого роста и сохраняют потенциал увеличения ВВП и на следующее столетие. Их основным достоянием будет являться высокая численность населения (300–700 млн человек), которая в течение XXI столетия будет продолжать расти (Индонезия до 2070 года).

Таблица 1.10. Прогноз ВВП в 2100 и 2050 годах для крупнейших экономик в трлн долл.

	Индия	Китай	США	ЕС-23	Индонезия	Нигерия	Пакистан	Бразилия	Россия	Мексика	Турция	Япония	Сумма
GDP 2100	96,5	74,3	41,5	30,7	22,7	22,4	16,2	13,3	9,5	9,5	7,1	6,4	350,1
GDP 2050	49,0	62,7	33,6	29,4	11,7	4,6	3,7	8,0	6,2	5,0	5,7	6,7	226,3

Данный прогноз показывает, что к 2100 году страны, которые в настоящее время являются развивающимися, будут доминировать в мировой экономике. Их доля в сумме ВВП исследованных экономик (350 трлн долл.) составит 78%.

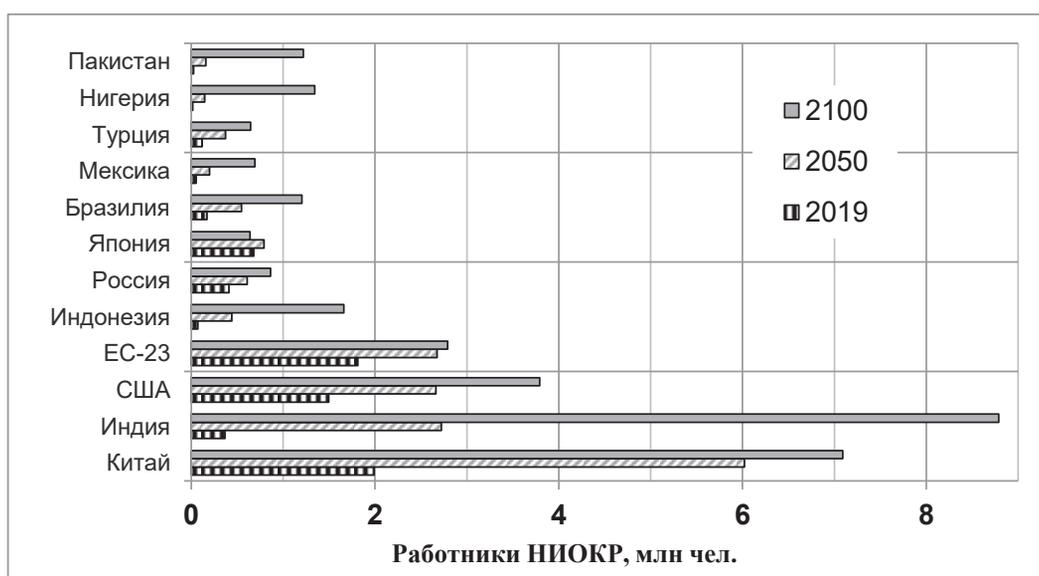
Пять крупнейших экономик, как и в 2050 году, будут продолжать занимать первые места, и среди них меняются местами только Индия и Китай. Значительное изменение общей картины мест состоит также в том, что Нигерия и Пакистан перемещаются с 11–12-го на 6–7-е места, а Япония перемещается с 9-го на 12-е место, в основном за счет сокращения населения. Важным изменением, которое произойдет с экономической динамикой, является быстрое снижение темпов роста ВВП на душу населения. Значения относительной скорости роста ВВП/Д приведены в таблице 1.11.

**Таблица 1.11.** Относительная скорость роста ВВП/Д за год, %

	Китай	Индия	США	ЕС-23	Индонезия	Бразилия	Россия	Япония	Мексика	Турция	Нигерия	Пакистан	Средняя
2050	2,2	2,7	0,38	0,8	2,5	3,4	1,4	0,9	2,5	1,5	4,5	3,0	2,1
2100	0,22	0,55	0,07	0,3	0,27	0,64	0,6	0,32	0,70	0,17	0,65	1,7	0,5

Видно, что с 2050 по 2100 год она снизится примерно в 4 раза. Это происходит в основном в результате того, что достигается предельное значение охвата работников высшим образованием (около 75%). Данное состояние требует изыскания новых ресурсов роста человеческого капитала, в частности, повышается актуальность инклюзивного подхода, а также увеличения числа работников НИОКР. В ряде развивающихся стран, в которых существуют ограничения на возможности обучения и работы для отдельных групп жителей, инклюзивные преобразования произойдут задолго до конца века, с целью поддержания экономической динамики.

Важной характеристикой развития крупнейших экономик является рост численности сотрудников НИОКР. На рис. 1.11 приведена гистограмма численности работников НИОКР в 2019–2100 годах для варианта темпов роста, представленного в таблице 1.9 и на рис. 1.9, 1.10.


*Рис. 1.11. Динамика числа работников НИОКР в XXI веке*

Согласно этим данным, если в настоящее время 55% работников НИОКР работает в развитых странах, то к концу века их доля снизится до 23%, хотя численно вырастет почти вдвое. Всего же численность работников НИОКР вырастет до 17,3 млн чел. к 2050 году и до 30,7 млн чел. к концу века.

Доля России в численности работников НИОКР упадет с 5,7% до 3,5% к 2050 году и до 2,8% к 2100 году. Доля США также упадет почти вдвое: с 20,7% до 12,3% к 2100 году.

При этом доля Китая составит к 2100 году 23%, а Индии — 29%, то есть их доминирование в научной сфере будет очень высоким.

### 1.7. Оценка погрешностей прогноза

Сравнение прогнозных значений ВВП в 2050 году, опубликованных компанией PwC в 2017 году (таблица 1.1), и в данной работе — ViC (2021 год) дано на рис. 1.12.

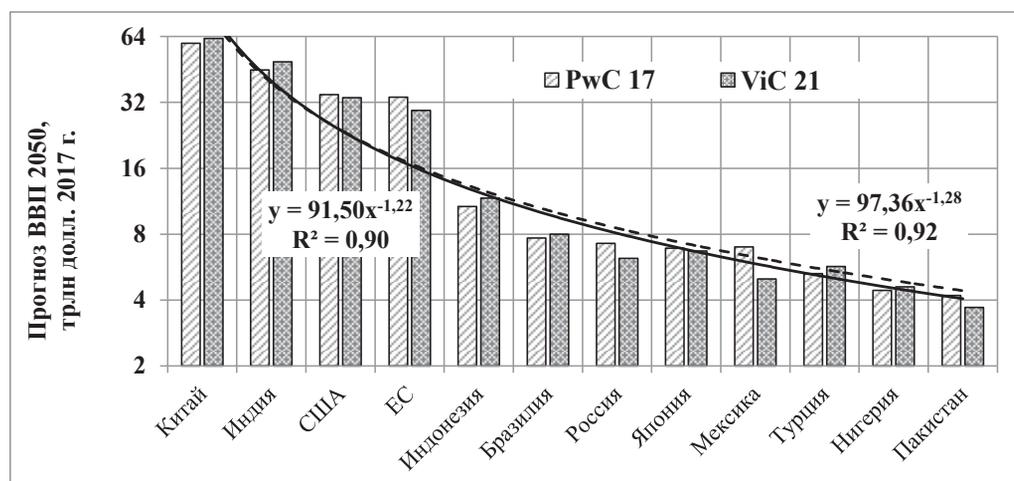


Рис. 1.12. Сравнение прогнозов ВВП в 2050 году по методу PwC и ViC

Места, которые занимают в 2050 году шесть наиболее крупных и две наименьшие экономики, одинаковы в соответствии с обоими методами расчета. Несовпадение занимаемых мест наблюдается только среди четырех экономик, с близкими по величине ВВП, который лежит в диапазоне 5,0–7,3 трлн долл.

Тренды для обоих методов расчета на рис. 1.12 близки друг к другу (пунктиром обозначен тренд PwC). Среднее арифметическое значение разности значений ВВП по двум прогнозам равно 3%, а среднеквадратичное отклонение — 12%. Это позволяет утверждать, что эти два прогноза дают в целом близкие значения ВВП крупнейших экономик в 2050 году. В таблице 1.12 приведено сравнение относительного разброса (в %) значений прогноза PwC от ViC с разбросом между значениями PwC 2011–2017 годов (таблица 1.1).

Таблица 1.12. Разброс значений прогнозов ВВП между PwC и ViC в %

Относительный разброс значений	Китай	Индия	США	ЕС-23	Индонезия	Бразилия	Россия	Япония	Мексика	Турция	Нигерия	Среднее
PwC 17–ViC 21, %	5	9	3	13	9	4	15	3	28	8	4	9
PwC 11–PwC 17, %	13	16	20	18	61	36	19	24	17	13	61	27

Видно, что относительный разброс прогнозов ВВП, выполненных PwC в разные годы, в среднем в три раза больше, чем отличие прогноза PwC 17 от ViC 21. Только отличие по Мексике прогнозов PwC от ViC больше, чем между прогнозами PwC. Это позволяет

утверждать, что выполненный в данной работе прогноз с использованием методики ViC имеет достаточно высокую достоверность в сравнении с прогнозом PwC.

Отметим еще одну погрешность, которая связана с демографическими прогнозами. В работе использовался средний прогноз ООН 2019 года<sup>86</sup>, согласно которому численность населения Китая и России неестественно быстро падает со временем. Сравнение прогнозов ООН от 2015<sup>87</sup> и 2019 годов показывает, что они существенно различаются таблица 1.13.

**Таблица 1.13.** Численность населения стран по прогнозам ООН (млн. чел.)

Прогнозируемый год	2050			2100		
	2015	2019	$\Delta N, \%$	2015	2019	$\Delta N, \%$
Индия	1705	1639	-3,9	1660	1447	-12,8
Китай	1348	1402	4,0	1004	1065	6,1
Нигерия	398,5	401,3	0,7	752,2	732,9	-2,6
США	388,9	379,4	-2,4	450,4	433,9	-3,7
Пакистан	309,6	338,0	9,2	364,3	403,1	10,7
Индонезия	332	330,9	-0,3	313,0	320,8	2,5
Бразилия	238,3	229,0	-3,9	200,3	180,7	-9,8
Мексика	163,8	155,5	-5,1	148,4	141,5	-4,6
Россия	128,6	135,8	5,6	117,4	126,1	7,4
Япония	107,4	105,8	-1,5	83,2	75,0	-9,9
Турция	95,8	97,1	1,4	88,0	86,2	-2,0
Сумма	5216	5214	0,0	5181	5012	-3,3

Относительная разность прогнозов определена по формуле  $\Delta N = (N_{19} - N_{15}) / N_{15}$ . Видно, что прогнозы, сделанные в 2015 и 2019 годах, отличаются на величину до 13%. Соответственно, сравнительная ошибка прогнозов Китая относительно Индии может составить 19%, а России относительно Японии — 17%. Есть основания ожидать, что и в дальнейшем депопуляция России и Китая будет снижаться, что окажет влияние и на прогноз ВВП.

Проведенная разработка модели долгосрочного экономического прогнозирования эндогенного типа позволила сформировать сравнительные прогнозы для крупнейших мировых экономик на 80-летний период. Показано, что Китай будет существенно превосходить современного лидера США и другие страны по величине GDP примерно до 2065 года. Затем лидерство перейдет к Индии. К концу века борьба за лидерство будет переходить в сторону увеличения веса сферы НИОКР по показателю числа работников на миллиард ВВП.

<sup>86</sup> World Population Prospects 2019. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019).

<sup>87</sup> World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division.

## 1.8. Обсуждение результатов прогнозирования

Данный прогноз сформирован исходя из того, что основной рост GDP будет происходить в результате роста человеческого капитала, который происходит в связи с повышением уровня третичного образования и R&D-деятельности, а также под влиянием демографических процессов. Однако в предыдущие циклы смены стран-лидеров<sup>88</sup> важную роль играли и технологические революции. В настоящее время созрели условия для очередной технологической революции<sup>89</sup>, однако ее направление пока не определилось. Одни предсказывают киберфизическую революцию<sup>90</sup>, а другие — биомедицинскую<sup>91</sup>. В зависимости от того, какие радикально новые технологии принесет эта революция, может измениться и процесс экономического роста. Особенно важно, в какой мере создание искусственного интеллекта может повлиять на сферу R&D. Изобретения в сфере биологии и медицины могут повлиять на демографические процессы. Конечно, возможны и более неожиданные события в технологической и других областях.

Полученные результаты сформированы исходя из осредненных моделей поведения стран. Однако на практике разные страны по-разному используют имеющиеся инструменты повышения уровня благосостояния<sup>92</sup>, в частности численность R&D-специалистов. Разработанная модель позволяет оценить эффект от применения альтернативных стратегий экономического развития. Такие разработки могут способствовать выбору странами различных сценариев развития. Целесообразно в дальнейшем применить данную модель в связке со сценарным подходом.

Хотя разработанная модель является, в принципе, эндогенной, однако в ней имеется параметр, включающий в себя и влияние внешнего окружения, —  $M_c$ . В работе финальное значение данного параметра  $M_{cf}$  оценивалось исходя из его начального значения, которое отражает культуру страны, среднемировое значение  $M_c$  и оценки динамики внешнего окружения, прежде всего роста крупных региональных рынков. Однако модель расчета данного параметра требует дальнейшего совершенствования. В принципе, это может быть сделано за счет анализа статистики экономического роста более широкого круга стран.

Первоначальной целью данной работы было применение создаваемой модели для демонстрации выгод инклюзивных методов развития. Это удалось осуществить только

<sup>88</sup>Attali J. (2011) A brief history of the future: A Brave and Controversial Look at the Twenty-First Century. Arcade Publishing. 312 p.

<sup>89</sup>Silberglitt R., Anton P. S., et al. Global Technology Revolution-2020, In-Depth Analyses. (2006). RAND Corporation. URL: [https://www.rand.org/pubs/technical\\_reports/TR303.html](https://www.rand.org/pubs/technical_reports/TR303.html)

<sup>90</sup>Schwab, K. (2016) The Fourth Industrial Revolution, Crown Business, New York.

<sup>91</sup>Prichina, O. S., Orekhov, V. D., Egorova E.N. et. al. Developing and Testing the Forecasting Algorithm for the Technological Revolution Theme through the Analysis of the SCImago JR Scientific Journal Database. Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 12, 04-Special Issue, 2020.

<sup>92</sup>Orekhov V.D., Prichina O.S., Loktionova U.N., Gusareva N.B. Scientific analysis of the Happiness Index in regard to the human capital developmen. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020, Vol. 12, Special Issue. P. 467–478.

в плане того, что для успешного экономического развития важно включать в трудовой и образовательный процесс максимальное число потенциальных работников. Те страны, которые пока ограничивают возможности полноценного обучения и трудовой деятельности женщин и других инклюзивных сегментов граждан, должны будут или изменить свои законы и нормы, или смириться с отставанием в росте благосостояния. Тем не менее важно в дальнейшем осуществить поиск других методов использования данной модели, которые позволят более детально исследовать выгоды инклюзивного развития.

### **Выводы по § 1**

1. Разработана методика ViC прогнозирования ВВП по ППС на период до 80 лет, которая сформирована на основе эндогенного подхода и образовательной модели человеческого капитала и позволяет оценить потенциал экономического лидерства крупнейших экономик.
2. Проведено обоснование прогностических моделей роста числа научных работников и коэффициентов вклада в ВВП специалистов различного образовательного уровня.
3. Выполнены расчеты динамики ВВП по ППС до 2100 года для 12 крупнейших на конец данного периода мировых экономик. Показано, что к концу века, в составе этих экономик с суммарным ВВП = 350 трлн междунар. долл. 2017 года, доминирующую долю в 78% будут иметь страны, которые в настоящее время относятся к развивающимся.
4. Первое место по объему ВВП к 2100 году будет занимать Индия с ВВП = 96,5 трлн междунар. долл. 2017 года, а второе — Китай с ВВП = 74,3 трлн долл. Не выявлено стран, которые потенциально могут превзойти Индию по величине ВВП и после 2100 года, если не возникнут новые факторы, которые резко и массово повысят производительность труда либо повлияют на демографические процессы.
5. Китай будет являться лидером по величине ВВП в течение примерно 47 лет, а затем его ВВП будет расти очень медленно, в результате уменьшения численности населения. Индия около 2067 года опередит по величине ВВП по ППС Китай и быстро уйдет в отрыв, превзойдя к концу века Китай на 30% ВВП.
6. Россия, согласно консервативному прогнозу, будет иметь в 2100 году ВВП на уровне 9,5 трлн долл. При сохранении числа ученых на млрд долл. на современном уровне ВВП составит 9,9 трлн долл. При увеличении параметра, характеризующего благоприятность взаимодействия с внешним окружением, до среднего мирового уровня ВВП увеличится еще на 1 трлн долл. При сохранении численности населения на современном уровне ВВП увеличится еще на 1,8 трлн долл. и достигнет 12,7 трлн долл.
7. Проведено сравнение полученного прогноза ВВП с помощью методики расчета эндогенного типа с результатами прогнозирования компании PwC по экзогенной

методике. Показано хорошее согласование этих двух прогнозов в 2050 году. Среднее арифметическое значение разности значений ВВП по двум прогнозам равно 3%, а среднеквадратичное отклонение — 12%. Относительная разность прогнозов ViC 21 от PwC 17 для исследованных стран в среднем в три раза меньше, чем относительный разброс между четырьмя прогнозами, выполненными по методике PwC в 2011–2017 годах.

8. Хорошее согласование прогнозов по моделям ViC 21 и PwC 17 повышает доверие к полученному результату, согласно которому доминирующее влияние на экономический рост оказывает доля работников, имеющих третичное образование, и доля работников НИОКР. При этом вклад в ВВП специалиста уровня НИОКР превосходит вклад работника с третичным образованием примерно в 36 раз, что делает актуальным разработку различных сценариев активизации научной деятельности.

## § 2. Анализ конкурентоспособности России при переходе к многополярному миру<sup>93</sup>

В современную динамичную эпоху вопрос конкуренции стран является крайне актуальным. Понимание своих конкурентных преимуществ и умение усиливать их позволяет странам с уверенностью смотреть в будущее и планировать свои действия, опираясь на достоверную базу знаний. Это особенно важно с учетом того, что одним из важнейших событий XXI века может стать смена доминирующего в мире государства.

Существует несколько радикально различающихся подходов к определению конкурентоспособности стран. Один из них представлен Мировым рейтингом конкурентоспособности IMD<sup>94</sup>, который формируется Международным институтом развития менеджмента (IMD, Лозанна) на основе четырех групп индексов в области экономики, эффективности правительства и бизнеса, а также инфраструктуры, содержащих 334 критерия оценок. Согласно данному рейтингу в 2021 году первые пять мест из 64 занимают последовательно: Швейцария, Швеция, Дания, Нидерланды и Сингапур. США занимают 10-е место, Германия — 15-е, Китай — 16-е, Япония — 31-е, Индия — 43-е, Россия — 45-е, Турция — 51-е.

Всемирный экономический форум разработал Индекс глобальной конкурентоспособности (Global Competitiveness Index)<sup>95</sup>, который учитывает 113 переменных в 12 группах показателей. Согласно Индексу 2019 года первые пять мест из 141 занимают: Сингапур, США, Гонконг, Нидерланды и Швейцария. Япония занимает 6-е место, Германия — 7-е, Китай — 28-е, Россия — 45-е, Турция — 61-е, Индия — 68-е.

<sup>93</sup> Основные результаты главы опубликованы в работе: Андрющенко Г.И., Орехов В.Д., Блинникова А.В. Анализ конкурентоспособности России при переходе к многополярному миру. Московский экономический журнал. 2022 № 1. doi: 10.55186/2413046X\_2022\_01\_19

<sup>94</sup> The World Competitiveness Yearbook (WCY). IMD World Competitiveness Center. 2021. URL: <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness/>

<sup>95</sup> Рейтинг стран мира по индексу глобальной конкурентоспособности. World Economic Forum. Global Competitiveness Report 2019. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index>

Эти рейтинги характеризуют удельную конкурентоспособность стран, в основном в области экономики, бизнеса и инфраструктуры. Размер экономики при этом в учет не принимается. Не случайно на первых местах, в основном, находятся малые страны, поскольку их количественно значительно больше и управлять малой страной с относительно однородными условиями и населением, как правило, проще.

Однако исторический опыт показывает, что сугубо экономической конкуренция бывает достаточно редко. Во все времена существовали государства, которые стремились доминировать в мире, и не только за счет экономических преимуществ. Они создавали огромные империи: Древний Египет, Римская, Монгольская, Османская империи. Одной из крупнейших была Британская империя, а ее наследником являются США. Ясно, что при всеохватном учете конкурентоспособности стран необходимо учитывать и их размер, и природное богатство, и мощь вооруженных сил, и демографическую динамику.

Как было показано в работах<sup>96, 97, 98, 99</sup>, такие страны, как Китай и Индия, за счет большой численности населения уже к 2050 году значительно обгонят по величине ВВП по паритету покупательной способности (ППС) Европейский союз и США. В какой мере это изменит условия конкуренции в мире и как это отразится на конкурентоспособности России? Ведь в настоящее время действия США и ЕС по ограничению экономического развития России ставят ее в довольно невыгодное положение. В результате, имея огромные природные ресурсы и высокообразованный человеческий капитал, Россия значительно отстает от развитых стран по величине ВВП на душу населения (далее ВВП/Д).

Целью настоящей работы является оценка изменений конкурентоспособности России в XXI веке и перспектив ее усиления.

## 2.1. Влияние на конкуренцию доминирующих государств

Одним из важнейших факторов конкурентной силы государств является размер их ВВП. На рис. 2.1 приведена динамика ВВП по ППС крупнейших экономик мира, начиная с периода промышленных революций<sup>100, 101</sup>.

<sup>96</sup>Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050? PwC. Economics & Policy services. URL: <http://www.pwc.com/world2050>.

<sup>97</sup>Megachange: The World in 2050. Edited by Franklin D., Andrews J. The Economist Newspaper Ltd., 2012.

<sup>98</sup>Attali J. (2011) A brief history of the future: A Brave and Controversial Look at the Twenty-First Century. Arcade Publishing. 312 p.

<sup>99</sup>Орехов В.Д., Каранашев А.Х., Щенникова Е.С. Прогнозирование темпов роста России, в сопоставлении с динамикой крупнейших экономик до конца XXI века // Московский экономический журнал. 2021. № 8. URL: <https://qje.su/otraslevaya-i-regionalnayaekonomika/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-8-2021-39>

<sup>100</sup>Maddison, A. Historical Statistics of the World Economy: 1–2008 AD. GGDC, 2010.

<sup>101</sup>Орехов В.Д., Каранашев А.Х., Щенникова Е.С. Прогнозирование темпов роста России, в сопоставлении с динамикой крупнейших экономик до конца XXI века // Московский экономический журнал. 2021. № 8.

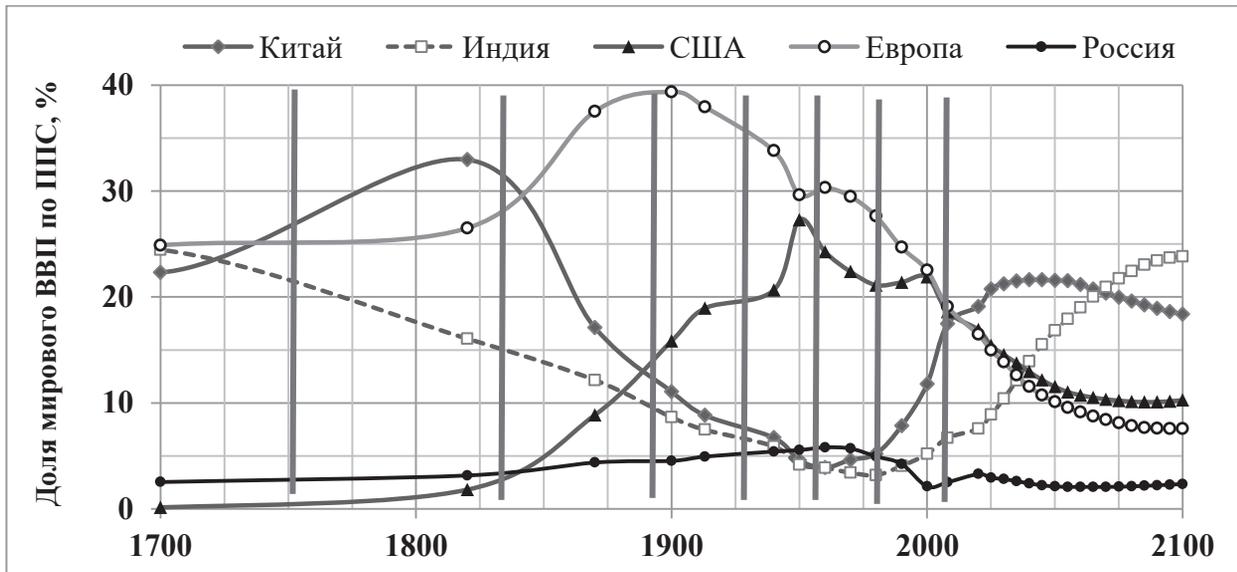


Рис. 2.1. Динамика ВВП по ППС крупнейших экономик мира с 1700 года

Видно, что в начале этого периода Китай и Индия производят около 47% мирового ВВП. Такую же долю ВВП они производили и с начала 1000 года нашей эры. При этом Европа в 1000 году имела суммарный ВВП только 14% мирового, а США тогда еще не существовали.

Но с 1300 года в Европе происходит ремесленная революция (проторенессанс, а затем ренессанс), развиваются науки, и к 1500 году доля мирового ВВП Европы вырастает до 20%, а к 1700-му — 25% мирового. Развитие парусного кораблестроения и огнестрельного оружия позволило европейцам начать колонизировать Африку<sup>102</sup>, а к 1763 году захватить Индию<sup>103</sup>. Наибольшую активность при этом проявили Великобритания и Франция. Ограбление Индии привело к быстрому падению ее ВВП, а ВВП Европы (без Российской империи) вырос к 1900 году до 40% мирового. В XIX веке быстро развивалась экономика США, ВВП которых за столетие вырос примерно в 25 раз.

В XX веке две мировые войны привели к быстрому падению ВВП стран Европы. Доминирующим государством после Второй мировой войны стали США, которые за счет удаленности от европейского театра военных действий не потерпели заметного ущерба и смогли нажиться на военных поставках.

Классик геополитической экономики Радика Десаи считает, что с начала XX века бизнес-элиты США «неустанно работают над тем, чтобы обеспечить США тот же уровень доминирования в мире, которым пользовалась Великобритания в девятнадцатом веке... В силу развития многополярного мира и подъема националистических сил США не удалось создать империю, подобную Британской.

Поэтому правящие классы США и политическая элита решили довольствоваться целью низшего порядка — завоевать, так сказать, «доминирующее положение в облегченной

<sup>102</sup> Колонизация Африки. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Колонизация Африки](https://ru.wikipedia.org/wiki/Колонизация_Африки). — 2022.

<sup>103</sup> Как Британия захватила Индию: история колонизации. World Web War. URL: <https://worldwebwar.ru/history/kak-britaniya-zahvatila-indiyu-istoriya-kolonizatsii.html>

версии»: их целью стало сделать доллар мировой валютой, как когда-то такой валютой был фунт стерлингов, а Нью-Йорк — мировым финансовым центром, каким ранее являлся Лондон»<sup>104</sup>.

После 1980 года начался быстрый рост экономики Китая, а затем и Индии. К 2020 году их ВВП по ППС в сумме составляет около 24,8% мирового, и рост их доли продолжается. При этом прогнозируется снижение доли ВВП США и Европы<sup>105</sup>.

Рост доли развивающихся стран в мировом ВВП должен позитивно сказаться на конкурентоспособности России. С одной стороны, это связано с исторически менее агрессивным международным поведением новых экономических лидеров — Китая и Индии. С другой стороны, эти страны территориально более близки к России, что может способствовать улучшению условий международной торговли с ними. Кроме того, наличие большего числа центров экономического и научно-технического развития позволяет снижать санкционное давление и находить более выгодных партнеров.

На рис. 2.1 также представлена динамика ВВП по ППС России. В составе Российской империи и СССР доля ВВП России составляла примерно 58%. Соответственно, их суммарная доля в мировом ВВП доходила до 10%.

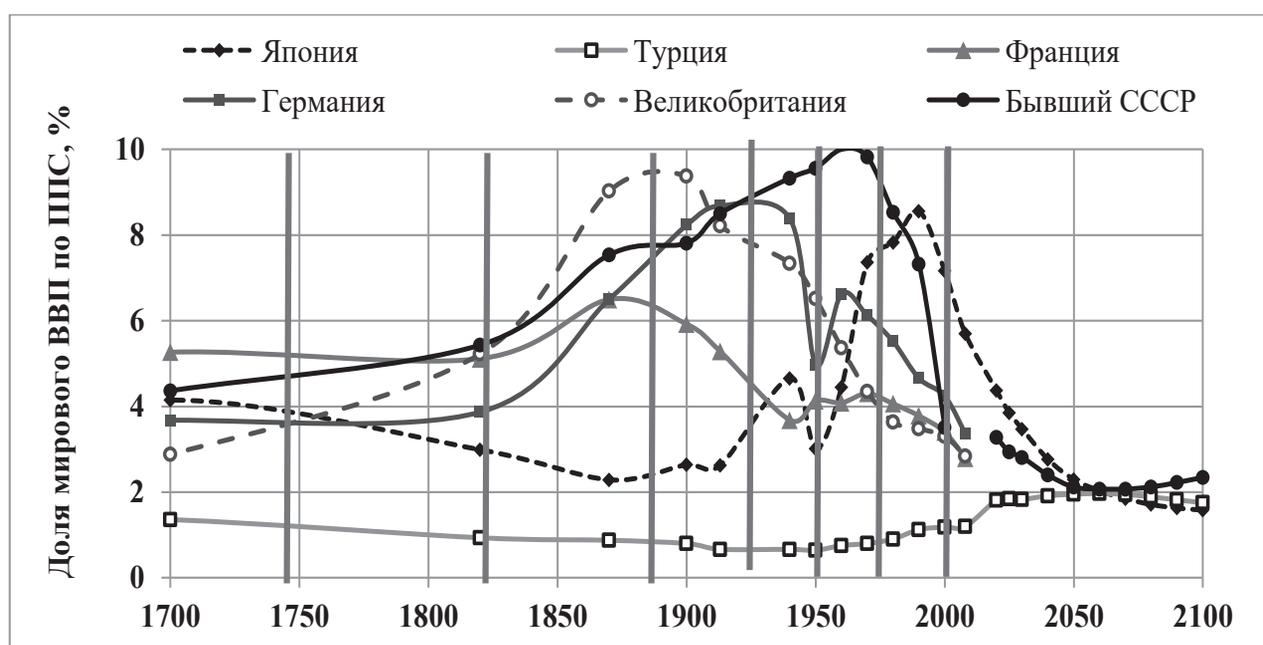


Рис. 2.2. Динамика ВВП по ППС крупнейших стран, близких к России

Тем не менее, в условиях такого доминирующего окружения, России, в отличие от Китая и Индии, удалось сохранить свою независимость, несмотря на неоднократные попытки таких стран, как Франция, Германия, Япония, Турция и Великобритания, нанести ей военное поражение.

<sup>104</sup>Радика Десаи. Геополитическая экономия: после американской гегемонии, глобализации и империи: Монография / Радика Десаи; науч. ред. российского издания С.Д. Бодрунов. — М.: ИНИР им. С.Ю. Витте: Центркаталог, 2020. — 328 с.

<sup>105</sup>Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050? PwC. Economics & Policy services.

Это произошло потому, что близкие к России агрессивные конкуренты по экономической мощи редко превосходили Российскую империю или СССР. На рис. 2.2 представлена динамика ВВП по ППС этих стран в процентах от мирового ВВП<sup>106,107</sup>.

Здесь до 2008 года дан ВВП стран, которые ранее входили в состав СССР, а после этой даты — ВВП России. Отметим, что в 1000 году крупнейшей экономикой из этой группы стран была Турция с долей ВВП 4,2%, но затем ее доля быстро снижалась. После 1500 года Франция стала технологическим лидером. Ее ВВП был на 20–30% больше, чем у Российской империи, но имел тенденцию к снижению. После войны, начавшейся в 1812 году, ВВП Российской империи стал больше, чем Франции.

Затем лидерство перешло к Британской империи, которая воспользовалась результатами промышленных революций — внедрением фабричного производства и паровых двигателей. Для России это экономическое и технологическое преимущество Великобритании и Франции обернулось Крымской войной (1853–1856 годы).

В начале XX века Германия превзошла по величине ВВП Россию и Великобританию. И опять это, вероятно, стало одним из факторов, который привел Германию к участию в Первой мировой войне (непосредственно показатель ВВП тогда еще не использовался).

Можно сделать вывод, что соотношение величины ВВП по ППС разных стран существенно сказывается на их военной конкуренции. Чисто экономическая конкуренция за последние три века существовала лишь эпизодически и была подвержена влиянию технологических революций.

После 1960 года международная конкуренция уже происходила не столько с ближайшими соседями России, сколько с учетом доминирования США, а затем роста экономик Китая и Индии. Из ближних соседей России только Япония смогла конкурировать с СССР по величине ВВП.

В течение ближайших 20 лет доля ВВП стран Европы и США в мировом балансе снизится примерно вдвое и, соответственно, возрастет доля ВВП Китая и Индии. Восстановление международного веса Китая и Индии значительно уменьшает уязвимость России к экономическому давлению и улучшает условия международной конкуренции. При этом важно, что доминирующее окружение станет полицентричным и появление новых стран-гегемонов на международной арене в ближайшее время не ожидается.

Тем не менее превосходство Японии над Россией по величине ВВП является опасным фактором, особенно с учетом ее настойчивых претензий на Курильские острова. Не исключено, что это может привести к военному конфликту. В начале XX века Япония была значительно слабее России экономически, но победила в войне 1905 года за счет того, что восточная часть России промышленно слабо развита и транспортировка военной силы весьма затруднена. Поскольку конфликт, вероятнее всего, будет иметь неядерную форму,

---

<sup>106</sup>Maddison, A. Historical Statistics of the World Economy: 1–2008 AD. GGDC, 2010.

<sup>107</sup>Орехов В.Д., Каранашев А.Х., Щенникова Е.С. Прогнозирование темпов роста России, в сопоставлении с динамикой крупнейших экономик до конца XXI века // Московский экономический журнал. 2021. № 8.

то Россия вполне может потерпеть поражение<sup>108</sup>. Использование же ядерного оружия весьма проблематично в связи с экономическим и военным доминированием США.

Экономический и военный рост Турции также может к 2050 году привести к осложнению военно-политической ситуации в этом регионе, особенно с учетом претензий Турции на Крым и другие территории бывшей Османской империи, которые затем входили в состав СССР.

## 2.2. Показатели мирового доминирования

Рассмотрим, какова система факторов, определяющих конкурентоспособность стран? В работе Радика Десаи по геополитической экономии<sup>109</sup> предложены следующие показатели мировой гегемонии:

1. Доля страны в мировом ВВП;
2. Доля в мировом экспорте (товаров, услуг, капитала, рабочей силы);
3. Доминирование на рынках высокотехнологичных товаров;
4. Темпы экономического и социального развития;
5. Процент опережения динамики и уровня производства ВВП на душу населения показателей группы G20;
6. Доля затрат на оборону;
7. Представительство в ведущих институтах глобального управления.
8. Н.П. Залывский<sup>110</sup> выделяет четыре основных вида конкуренции за геополитическое лидерство:

1. Геополитическая: доминирование в институтах глобального управления; удержание значительного количества стран в своей модели мира.

2. Геоэкономическая: удержание высокой доли мирового ВВП; высокая доля производства высокотехнологичных товаров на мировом рынке; создание условий для выхода страны на мировые рынки.

3. Военно-политическая: наличие потенциала вооруженных сил для обеспечения национальной безопасности; ослабление военных союзов конкурирующих стран; сбыт военной продукции другим странам; обеспечение в целевых регионах военно-стратегической стабильности.

4. Социокультурная: интеграция национальных культур; расширение зоны распространения языка; подготовка кадров для других народов и т.д.

Таким образом, существуют два предельных типа конкуренции — на основе экономического роста (динамика ВВП) и под влиянием доминирования наиболее сильного госу-

---

<sup>108</sup> Свою ракетную «оглоблю» Москва разворачивает на Дальний Восток. URL: <https://zen.yandex.ru/media/svpressa/svoiu-raketnuiu-oglobliu-moskva-razvorachivaet-na-dalnii-vostok-dogovoritsia-s-iaaponcami-na-tihom-okeane--daje-ne-mechtaem-61c8fe9e8e7f405954c22f01?&>

<sup>109</sup> Радика Десаи. Геополитическая экономия: после американской гегемонии, глобализации и империи: Монография / Радика Десаи; науч. ред. российского издания С.Д. Бодрунов. — М.: ИНИР им. С.Ю. Витте: Центркаталог, 2020. — 328 с.

<sup>110</sup> Залывский Н.П. Конкуренция за глобальное лидерство: Россия. США. Китай: монография / Н.П. Залывский; Сев. (арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. — Архангельск: САФЦУ, 2018. — 225 с.

дарства, в том числе в военной области. В связи с появлением ядерного оружия и наличием его у России данный фактор начал играть стабилизирующую роль в отношении стремления доминировать соседей по планете. Рассмотрим, в какой мере можно рассчитывать на то, что в современных условиях военный паритет сможет быть весомым фактором сдерживания неэкономической конкуренции.

Согласно данным Stockholm International Peace Research Institute SIPRI<sup>111</sup>, затраты России на военные нужды за 2020 год составляют 61,7 млрд долл., или 3,1% мировых расходов в долларах США, согласно обменным курсам. Лидером является США с долей 39% (778 млрд долл.), а Китай расходует на эти цели 152 млрд долл. (13% мировых расходов). Доля ВВП, которая тратится на военные расходы, в России наиболее высокая и составляет 4,3%, по сравнению с 3,7% у США.

Однако по паритету покупательной способности оборонные расходы России составляют 159 млрд долл.<sup>112</sup>, а Китая — 450 млрд долл. Совместные с партнерами по НАТО военные затраты США составляют 1092 млрд долл. а вместе с другими военными партнерами (Япония, Австралия и др.) — около 1200 млрд долл. Таким образом, военные затраты США и партнеров примерно вдвое больше, чем России и Китая. Но в связи с тем, что военные цели России и Китая ограничиваются в основном региональными приоритетами, то это свидетельствует об умеренном превосходстве США по военным затратам.

В экспорте вооружений Россия занимает второе место в мире с долей 20%, а первое у США — 37%. Далее следуют: Франция — 8,2%, Германия — 5,5%, Китай — 5,2%, Великобритания — 3,3%<sup>113</sup>. Почти половина поставок идет на Ближний и Средний Восток, где лидируют США. Россия за пять лет снизила свою долю в экспорте вооружений на 22% за счет сокращения поставок в Индию, которая остается основным покупателем российского оружия (23%). С точки зрения глобальной конкурентоспособности, Индия является очень важным военно-торговым партнером России.

По наличию ядерного оружия Россия и США в рамках договора СНВ–III достигли ядерного паритета и имеют примерно по 6000 зарядов в 2021 году. Далее следуют: Китай — 320, Франция — 290, Великобритания — 215, Пакистан — 160, Индия — 150, а также Израиль и Северная Корея (менее чем по 100). В составе стратегических ядерных сил РФ и США в 2018 году находилось примерно 1444 боезарядов на 527 стратегических развернутых носителях<sup>114,115</sup>. Кроме того, существует значительное число нестратегических боеголовок и подлежащих демонтажу. Договор СНВ продлен до 2026 года.

---

<sup>111</sup> Diego Lopes Da Silva, Nan Tian, Alexandra Marksteiner. Trends in world military expenditure, 2020.

<sup>112</sup> Эксперты предложили альтернативный расчет военных расходов России. РБК: URL: <https://www.rbc.ru/politics/16/10/2019/5da5a12e9a7947ae274d521a>

<sup>113</sup> Ходаренок М. Ближний Восток вооружается: куда Россия и США продают оружие. URL: <https://www.gazeta.ru/army/2021/03/15/13512284.shtml>

<sup>114</sup> Стратегические ядерные силы Российской Федерации. Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стратегические\\_ядерные\\_силы\\_Российской\\_Федерации](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стратегические_ядерные_силы_Российской_Федерации).

<sup>115</sup> Российская Федерация. 2018. Заявление МИД России 5 февраля 2018 г. URL: [https://archive.mid.ru/foreign\\_policy/news/-/asset\\_publisher/cKNonkJE02Bw/content/id/3054864](https://archive.mid.ru/foreign_policy/news/-/asset_publisher/cKNonkJE02Bw/content/id/3054864)

«Военная космическая деятельность традиционно включает в себя обеспечение доступа в космос, разведку, связь, навигацию и контроль передвижений на суше, на море, в воздухе и в космосе, включая системы предупреждения о ракетном нападении. Сегодня наиболее развитыми военными космическими программами обладают Соединенные Штаты, Россия, Китай: 147, 84 и 58 из 352 военных аппаратов, находящихся на орбите, соответственно»<sup>116</sup>. В этой области Россия, хотя и отстает от США, но относительно мало<sup>117</sup>. Наибольшее отставание существует в области космической электроники, поскольку Россия не производит значительную часть электронных компонент.

Достаточно уверенно Россия чувствует себя и в области противоракетной обороны<sup>118</sup>. Однако США направляют огромные финансовые ресурсы на разработку принципиально новой глобальной системы противоракетной обороны, с тем, чтобы нарушить ядерный паритет с Россией<sup>119</sup>.

### 2.3. Конкурентные преимущества стран

Если влияние доминирующих государств не доходит до военного диктата, то какие еще формы оно может принимать? По мнению Радика Десаи<sup>120</sup>, это воздействие проистекает из основного противоречия капитализма, которое заключается в том, что в результате неравномерного развития доминирующие государства могут производить избыточное количество товаров и капиталов и нуждаются в рабочей силе и ресурсах<sup>121</sup>.

Эти государства навязывают другим странам принципы открытой торговли под прикрытием понятия глобализации и заставляют их покупать избыточные товары и капиталы, поставляя ресурсы и рабочую силу. За счет эффекта масштаба зарубежные товары дешевле изготовленных в своей стране. В результате мир делится на успешные страны, которые производят товары с высокой прибылью, и бедные, которым остается торговать дешевыми сырьевыми ресурсами<sup>122</sup>. Именно эта картина и отражается в рейтингах мировой конкурентоспособности<sup>123</sup>.

И те места, которые занимает в таких рейтингах Россия, связаны именно с сырьевой направленностью международной торговли РФ. Характерно, что Китай смог переломить

<sup>116</sup> Лузин П. Военный космос: перспективы и вызовы. — 2017. URL: <https://dfnc.ru/kosmos/voennyj-kosmos-perspektivy-i-vyzovy/>

<sup>117</sup> Разведка без боя: чем в космосе занимаются военные России и мира. — РБК. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60ebf3359a7947d20403eb00>

<sup>118</sup> Системы противоракетной обороны в мире. РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20161011/1478968477.html>

<sup>119</sup> Есин В.И. Американская и российская системы противоракетной обороны и стратегическая стабильность. Вестн. Моск. ун-та. Сер. 25: Международные отношения и мировая политика. 2017. № 4.

<sup>120</sup> Радика Десаи. Геополитическая экономия: после американской гегемонии, глобализации и империи: Монография / Радика Десаи; науч. ред. российского издания С.Д. Бодрунов. — М.: ИНИР им. С.Ю. Витте: Центркаталог, 2020. С. XIX.

<sup>121</sup> Patnaik, Utsa and Prabhat Patnaik. 2016. A Theory of Imperialism. New York: Columbia University Press.

<sup>122</sup> Chang, Ha-Joon. 2002. Kicking Away the Ladder: Development Strategy in Historical Perspective. London: Anthem.

<sup>123</sup> The World Competitiveness Yearbook (WCY). IMD World Competitiveness Center. 2021.

эту тенденцию и находится на значительно более высоких местах в этих рейтингах. Россия же, обладая огромным ресурсом высокообразованного человеческого капитала, не может обеспечить его труд по производству конкурентоспособных на мировом рынке товаров и торгует в основном сырьем.

Что должна делать Россия, чтобы изменить эту ситуацию? Для этого необходимо, прежде всего, понять, что такое конкурентоспособность стран? Некоторые считают, что она определяется наличием природных ресурсов. Однако наибольшего успеха в последнее время добиваются страны, бедные природными ресурсами (Япония, Германия, Швейцария). Как указывает М. Портер, в последнее время в Корее, Великобритании и Германии больше всего процветают регионы с бедными природными ресурсами<sup>124</sup>.

Нередко утверждают, что на конкурентоспособность влияет политика правительства. Но и это утверждение не выдерживает проверки практическими примерами. Роль правительств в международной конкуренции важна, но она далеко не главная, и отрасли, контролируемые государством, чаще всего не имеют успеха на международном рынке<sup>125</sup>.

Наиболее авторитетный специалист в области стратегического управления М. Портер предлагает вообще отказаться от понятия конкурентоспособности стран и обращать внимание на то, насколько продуктивно применяются национальные ресурсы. Он также считает, что шаги по достижению международного успеха нужно делать, прежде всего, на отраслевом уровне. Международная торговля устраняет необходимость производить все товары и услуги самостоятельно и дает возможность сосредоточиться на наиболее продуктивных рынках.

Для того чтобы обеспечить конкурентное преимущество в определенных отраслях, необходимо учитывать следующие детерминанты<sup>126</sup>:

1. Факторные условия, такие как наличие рабочей силы нужного профиля или инфраструктура, необходимая в выбранной отрасли.
2. Условия спроса на выбранную продукцию на внутреннем рынке.
3. Наличие в стране родственных и поддерживающих отраслей.
4. Особенности стратегии фирм, включая характер конкуренции.

Успеха достигают те отрасли страны, в которых «ромб» детерминант конкурентного преимущества (рис. 2.3) носит благоприятный характер. Конкурентоспособные отрасли страны распределены неравномерно и связаны в кластеры, зависящие друг от друга. Например, в Италии 40% экспорта дают отрасли, связанные с модой, благоустройством жилья и пищей.

Факторы производства можно разделить на следующие группы<sup>127</sup>:

1. Человеческие ресурсы — количество, квалификация, стоимость, трудовая этика.
2. Физические ресурсы — земля, вода, ископаемые, леса, энергоресурсы, климат, географическое положение.

---

<sup>124</sup> Портер М. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран. — 1990.

<sup>125</sup> Там же, стр. 38.

<sup>126</sup> Там же.

<sup>127</sup> Портер М. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран. — 1990.

3. Ресурсы знаний — научная и рыночная информация, которая сосредоточена в университетах, НИИ, деловой и научной литературе.
4. Финансовые ресурсы — объем, форма и стоимость капитала, задолженность, акции и т.д.
5. Инфраструктура — связь, транспорт, перевод платежей, жилой фонд, с учетом стоимости и уровня износа.

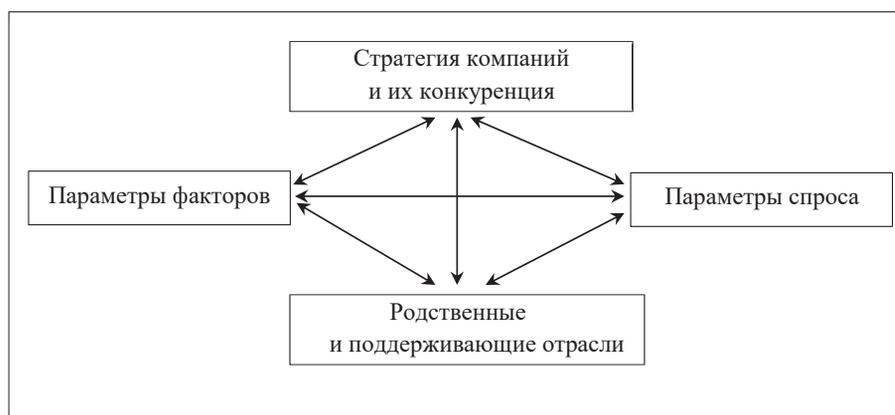


Рис. 2.3. Детерминанты конкурентных преимуществ отраслей

Факторы делятся на основные (природные ресурсы, климат, рабочая сила низкой и средней квалификации, дебетный капитал) и развитые (современная инфраструктура, высокообразованные кадры, исследовательские отделы НИИ и др.). Основные факторы для страны почти ничего не стоят и дают малый вклад в создание конкурентных преимуществ, в основном в добывающих отраслях, сельском хозяйстве и отраслях, использующих простые технологии. Наибольшее значение для создания конкурентных преимуществ имеют развитые факторы. Для их развития требуются значительные и долговременные вложения капитала и усилий. По мере развития знаний критерии развитости факторов постоянно ужесточаются.

## 2.4. Детерминанты конкурентных преимуществ России

Рассмотрим детерминантные факторы, присущие России и дающие возможность создания конкурентоспособных отраслей. Из числа основных позитивных факторов уникальным является огромная территория — 17,1 млн км<sup>2</sup>. Эта территория богата ископаемыми ресурсами, лесами (51% территории), сельскохозяйственными землями (13%), поверхностными водами (12,4%).

Важными негативными факторами являются климат и география. В России самая низкая в мире среднегодовая температура — минус 5,5 °С; 65% ее территории расположены в зоне вечной мерзлоты.

Россия занимает первое место в мире по стоимости природных ресурсов, которые оцениваются в 76 трлн долл. США на 2019 год<sup>128</sup>. Стоимость разведанных недр оценивается

<sup>128</sup>10 стран с самыми богатыми природными ресурсами. Яндекс. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5d4da74fe3062c00ad168114/10-stran-s-samymi-bogatymi-prirodnymi-resursami-5d50282414f98000ad66b5be>

в 27 трлн долл. США, а неразведанных — до 600 трлн долл.<sup>129</sup> Доля России в мировых запасах ископаемых составляет: газ — 32%, никель — 33%, калийные соли — 31%, железо — 25%, кобальт — 21%, цинк — 15%, нефть — 12%, уголь — 11%, свинец — 10%<sup>130</sup>. Негативным фактором является то, что значительная доля ископаемых РФ низкого качества и труднодоступны, поэтому многие из них не добываются.

Особенно это относится к лесным запасам. Их стоимость оценивается в 28 трлн долл., но вклад лесной промышленности в ВВП России в 2016 году составил лишь 0,5%,<sup>131</sup> а доля России в мировой заготовке леса составляет только 6%. К тому же в холодном климате леса растут медленно.

Огромная территория затрудняет экономическую деятельность. Транспортная сеть недостаточно развита для столь большой территории. Она включает в себя 125 тыс. км железных дорог, 1 млн км автодорог, 230 тыс. км трубопроводов и 100 тыс. км речных судоходных путей. Основные перевозки грузов осуществляются железнодорожным (42%) и трубопроводным (50%) транспортом. Наиболее экономичные водные виды транспорта обеспечивают только 3,2% грузооборота.

Основным фактором низкой производительности труда в России является высокий износ оборудования. Основные фонды России на 2019 год составляют 5 366 млрд долл., из них в сфере производства 1 260 млрд долл. Коэффициент обновления основных фондов — 4,6% в год, а степень износа — 47%<sup>132</sup> на 2019 год, причем в сфере добычи полезных ископаемых — 56%, а в обрабатывающем производстве — 51%.

Для характеристики инфраструктуры отметим, что степень износа в области информации и связи составляет 62%, транспорта и хранения — 56%, образования — 48%, здравоохранения — 53%, профессиональной и научно-технической деятельности — 43%.

Численность населения России составляет 146 млн человек, или 1,9% мирового населения. Численность рабочей силы — 75 млн чел. Уровень безработицы в январе 2021 года составлял 5,8% рабочей силы<sup>133</sup>, что больше, чем до эпидемии Covid-19 (4,8% в 2018 году)<sup>134</sup>. Средняя зарплата в России в 2020 году составляла 51,3 тыс. руб.<sup>135</sup>, что равно примерно 690 долл. США по рыночному курсу или 1900 долл. по ППС. Значительной дополнительной частью неквалифицированной рабочей силы являются мигранты из ближнего зарубежья (около 10 млн чел.).

<sup>129</sup> Сколько стоят все природные богатства России. — Рамблер/финансы. URL: <https://finance.rambler.ru/economics/43446841/>

<sup>130</sup> Полезные ископаемые России. Википедия. — 2022. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Полезные\\_ископаемые\\_России](https://ru.wikipedia.org/wiki/Полезные_ископаемые_России)

<sup>131</sup> Промышленность России по отраслям. Таблицы, графики. URL: <https://kubdeneg.ru/promyshlennost-rossii-po-otraslyam>

<sup>132</sup> Россия в цифрах. 2020: Крат. стат. сб./Росстат. — М., 2020. — 550 с.

<sup>133</sup> Занятость и безработица в Российской Федерации в январе 2021 года. Федеральная служба государственной статистики. [https://www.gks.ru/bgd/free/B04\\_03/IssWWW.exe/Stg/d02/38.htm](https://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d02/38.htm)

<sup>134</sup> Россия и страны — члены Европейского союза. 2019: Стат. сб./ Росстат. — М., 2019. — С. 53.

<sup>135</sup> Средняя зарплата в России в 2021 году от Росстата. — GoGov. URL: <https://gogov.ru/articles/average-salary>

Человеческий капитал в России может быть охарактеризован как высококвалифицированный. Профессиональное (третичное) образование имеют около 57%<sup>136</sup> трудоспособного населения в возрасте 25–64 года, в том числе около 30% получили высшее образование, а остальные — среднее профессиональное. Годовой прирост доли работников с третичным образованием составляет примерно 0,6%.

Доля работников в сфере НИОКР в России составляет 0,28% населения<sup>137</sup>. После распада СССР она постоянно сокращалась, что было связано с диспропорцией между численностью работников НИОКР и ВВП страны. Сейчас число работников НИОКР в России снизилось до 104 человек на млрд долл. ВВП по ППС 2017 года, что примерно на 15% выше среднемирового уровня.

Численность работников в сфере НИОКР, как показали исследования<sup>138</sup>, стремится к уровню 90 специалистов на млрд долл. 2017 г. ВВП по ППС. Исходя из этого уровня на рис. 1.11 дана динамика числа работников НИОКР до 2100 года.

Если сейчас Россия по данному показателю находится примерно на 5-м месте в мире, то к 2050 году она передвинется на 6-е место, а к 2100 году — на 9-е. При этом число работников НИОКР в Индии к 2050 году увеличится в 6 раз, а в Китае втрое по сравнению с примерно полуторакратным ростом в России. Соответственно, поддерживать конкурентоспособность отраслей будет все труднее.

Однако возможность кооперации с новыми научными странами будет более доступной, чем с США. Таким образом, в многополярном мире у России будет более широкий ассортимент партнеров, что позволит улучшить возможности использования человеческого капитала.

Оценки индексов человеческого капитала для России, выполненные по методике Всемирного экономического форума (ГНС — Global Human Capital)<sup>139</sup> и Всемирного банка (НСИ — Human Capital Index)<sup>140</sup>, показывают, что их уровень достаточно высок и составляет 0,72–0,73. Для США этот уровень на 0,04 выше, а для Китая на 0,05 ниже. Важным недостатком человеческого капитала России является то, что устаревшие основные фонды не дают возможности знакомства с высокопроизводительным оборудованием.

Для того чтобы соотнести уровень человеческого капитала с производимым им ВВП на душу населения (ВВП/Д), введем на основе индексов ГНС и НСИ суммарный индекс человеческого капитала<sup>141</sup>:

<sup>136</sup> Education at a Glance 2020: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. URL: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020\\_69096873-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020_69096873-en)

<sup>137</sup> Researchers in R&D (per million people) The World Bank. 2018. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.SCIE.RD.P6?end=2018&start=1996>

<sup>138</sup> Орехов В.Д., Каранашев А.Х., Щенникова Е.С. Прогнозирование темпов роста России, в сопоставлении с динамикой крупнейших экономик до конца XXI века // Московский экономический журнал. 2021. № 8.

<sup>139</sup> Schwab, K.: The global human capital report. World Economic Forum. Cologny/Geneva Switzerland. 2019. URL: [WEF\\_The Global Competitiveness Report2019.pdf](http://www.weforum.org/reports/the-global-human-capital-report-2019)

<sup>140</sup> World Bank Group: The changing nature of work. World development report 2019. Washington, DC 20433.

<sup>141</sup> Орехов В.Д., Каранашев А.Х. «Разработка комплекса из трех моделей человеческого капитала для оценки экономической динамики». // Московский экономический журнал. — 2021, № 8. URL: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-8-2021-3/>

$$\text{ИЧК} = 0,4\text{GHC} + 0,6\text{HCl} \quad (2.1)$$

На рис. 2.4 приведена зависимость ВВП/Д от ИЧК для 24 наиболее крупных мировых экономик (G24). На графике крупными точками обозначены наиболее крупные экономики: ромб — Индия, треугольник — Китай, квадрат — Россия, круг — США, + — Германия, х — Япония.

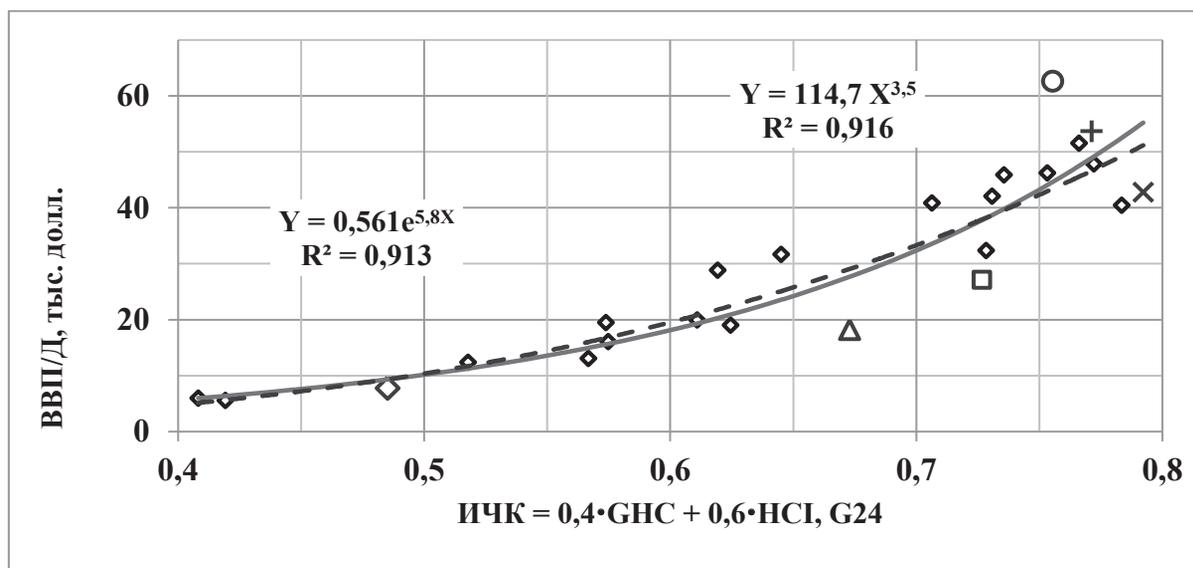


Рис. 2.4. Зависимость ВВП/Д от ИЧК

Видно, что величина ВВП/Д сильно зависит от ИЧК. Однако ряд точек сильно отклоняется от тренда. Наибольшее отклонение характерно для США, что связано с их доминирующим положением. Россия и Китай, наоборот, имеют ВВП/Д значительно меньше, чем согласно тренду, что связано с давлением на них гегемона. Положительное отклонение от тренда характерно для стран, расположенных вблизи центра Европы (Германия), а негативное — для удаленных от основных мировых рынков потребления (Япония).

По мере смещения основных рынков потребителей в сторону новых экономических лидеров (Китай и Индия) следует ожидать, что зависимость ВВП/Д от ИЧК для России приблизится к тренду, то есть станет более благоприятной.

Подводя итоги анализа, выполненного в данном разделе, отметим, что основными положительными детерминантами конкурентных преимуществ России являются относительно высокая квалификация человеческого капитала и достаточно богатые природные ресурсы.

Основными недостатками являются холодный климат, изношенные основные фонды, сложность транспортировки сырья и продукции по огромной территории и на экспорт и давление доминирующей страны.

## 2.5. Формирование конкурентоспособной отрасли по М. Портеру

Рассмотрим пример того, как могут быть сформированы конкурентоспособные отрасли в условиях России, с использованием модели М. Портера. Для примера выберем атомную

отрасль РФ. Корпорация «Росатом»<sup>142</sup> была создана относительно недавно, в 2007 году. Росатом является вертикально интегрированной государственной компанией. В 2019 году в нее входило около 400 предприятий и организаций. Всеми атомными электростанциями страны управляет дочернее предприятие концерна — Росэнергоатом.

Факторные детерминанты, использованные Росатомом, прежде всего включали в себя высококвалифицированный персонал, который к 2007 году еще был сохранен в стране и продолжал работать на АЭС, в исследовательских институтах и на промышленных предприятиях. Поскольку атомная промышленность является высокоразвитой, то этот персонал включал в себя не только рабочую силу низкой и средней квалификации, но и ту, которая относится к развитой.

На этом Росатом не остановился и создал постоянно действующую систему развития и обучения работников отрасли, основу которой представляет Корпоративная академия Росатома. Ее основные направления деятельности: развитие управленческих компетенций, развитие бизнес-компетенций, а также привлечение и развитие молодых специалистов и инновационных фирм. Еще одно специализированное учебное заведение — Техническая академия Росатома — является научно-методическим центром по обеспечению безопасного использования атомной энергии, безопасности, операционных и поддерживающих процессов. В ее стенах обучается ежегодно 18 тысяч специалистов. Всего в атомной отрасли работает свыше 300 тысяч человек, в том числе около 80 тысяч в возрасте до 35 лет.

В 2021 году в России на 11 АЭС работало 37 энергоблоков. Они выработали 218 млрд кВт.ч и превзошли максимальный показатель СССР (216 млрд кВт.ч), который был достигнут с учетом АЭС Украины, Литвы и Армении. Эти электростанции являются вторым из важнейших факторов конкурентоспособности отрасли.

Росатом вобрал в себя целую сеть существовавших в российской атомной отрасли инфраструктурных, строительных и инженерных компаний, научных и исследовательских институтов, технопарков и конструкторских бюро, разрабатывающих новые технологии.

Важный фактор, который будет играть позитивную роль в будущем, — это отнесение АЭС к экологически чистым источникам энергии. Годовая выработка энергии АЭС в России эквивалентна выбросам 111 млн тонн CO<sub>2</sub>.

Одним из факторов успешного развития отрасли является наличие значительных запасов урана в недрах РФ (2-е место в мире) и предприятий по добыче (5-е место) и переработке урана.

Кроме того, в состав Росатома вошли предприятия ядерного оружейного комплекса, которые обеспечивают обороноспособность страны.

**Параметры спроса.** Важным стартовым компонентом спроса являлся спрос на электроэнергию, вырабатываемую АЭС. В силу наличия в России единой энергетической системы проблем со сбытом электроэнергии практически нет. Мощность АЭС составляет 18% суммарной мощности страны.

Несмотря на снижение мирового спроса на ядерную энергетику, особенно в Европе, продолжается активное строительство АЭС в Азии и на других континентах.

<sup>142</sup>Орехов В.Д., Каранашев А.Х. «Разработка комплекса из трех моделей человеческого капитала для оценки экономической динамики». // Московский экономический журнал. — 2021, № 8.

Сейчас Россия занимает около 60% глобальных продаж реакторов и 67% мирового рынка строительства АЭС<sup>143</sup>. Портфель зарубежных заказов в 2017 году составил 134 млрд долл.

На мировом рынке ядерного топлива дочерняя компания Росатома — ТВЭЛ — занимает около 15%. Значительную часть доходов после строительства АЭС Росатом будет получать от поставок топлива, которые будут продолжаться десятки лет, а также от переработки отработанного топлива.

**Родственные и поддерживающие отрасли.** Как уже отмечалось выше, Росатом вобрал в себя не только непосредственно предприятия по строительству и эксплуатации АЭС, но и многие смежные отрасли. Среди них отрасль по добыче урана и изготовлению ядерных сборок, ядерный оружейный комплекс, отрасль по хранению ядерных отходов и их переработке. В состав Росатома вошел также атомный ледокольный флот. Одно из перспективных направлений — ядерная медицина. Такой широкий круг родственных и смежных отраслей делает работу отрасли более перспективной.

**Стратегия компаний и их конкуренция.** В отличие от западной модели бизнеса, стратегия Росатома разработана в соответствии со стратегией развития России. Основные задачи отрасли утверждает правительство, и если они экономически невыгодны, но нужны стране, то они выполняются. Это связано с тем, что корпорация занимает важное место в национальной обороне, а также с опытом негативных итогов приватизации ряда отраслей. Это усложняет успешное развитие отрасли, но по итогам 15 лет работы такие результаты вполне позитивные.

Для дальнейшего развития корпорации на перспективу до 2030 года разработана стратегия деятельности<sup>144</sup>, согласно которой ее целевое позиционирование — глобальное лидерство в атомной отрасли. При этом учитывается снижение темпов строительства АЭС в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1», а также экономическим кризисом. В новых условиях стратегия предполагает нацеливание рынков строительства АЭС на АТР, Африку, Латинскую Америку и Ближний Восток. Ключевая цель Росатома — конкурентоспособность продукции корпорации на мировом рынке за счет активной инновационной деятельности. При этом принимается во внимание фактическое закрытие доступа к ряду зарубежных рынков и привлечению из-за рубежа современных технологий. К 2030 году корпорация введет в строй не менее 28 энергоблоков АЭС за рубежом, и более 50% выручки будет получено на зарубежных рынках. Вес инновационной продукции в 2020 году составит 12,8%.

Проведенный анализ показывает, что, несмотря на давление доминирующего государства, в России, с использованием модели М. Портера, могут быть созданы конкурентоспособные на мировом уровне отрасли.

---

<sup>143</sup> Хубиев Р. Под тенью санкций: как Россия захватывает рынок мировой атомной энергетики. URL: <https://regnum.ru/news/economy/2620739.html>

<sup>144</sup> Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части). — М., Росатом. — 2016. URL: <https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf>

## Выводы по § 2

1. Анализ динамики ВВП по ППС крупнейших мировых экономик показал, что доминирование стран, которые относятся к развитым, длилось около двух веков. Как и 200 лет назад, доминирующими по величине ВВП становятся экономики Китая и Индии.
2. Соотношение величины ВВП по ППС крупнейших экономик Европы существенно сказывалось на их военной конкуренции.
3. Чисто экономическая конкуренция между странами за последние три века существовала лишь эпизодически и была подвержена влиянию доминирующих стран и технологических революций.
4. Доминирующие в мире страны, в условиях относительного военного паритета, навязывают другим странам, включая Россию, принципы открытой торговли и принуждают к невыгодной торговле природными ресурсами в обмен на свои избыточные товары и капиталы.
5. Мировые рейтинги конкурентоспособности IMD и WEF отражают не только уровень удельной конкурентоспособности, но и существующее неравенство стран под давлением доминирующих государств.
6. Основными положительными детерминантами конкурентных преимуществ России являются высокая квалификация человеческого капитала и относительно богатые природные ресурсы. Эти доминанты значительно нивелируются холодным климатом, изношенными основными фондами, сложностью транспортировки продукции и сырья на большие расстояния и давлением доминирующих стран.
7. По мере роста доли Китая, Индии и других развивающихся стран в мировом ВВП и формирования многополярного мира конкурентоспособность России будет иметь тенденцию к усилению.
8. Для более успешной международной конкуренции России важно создавать конкурентоспособные на мировом уровне отрасли с использованием модели М. Портера, как это выполнено в атомной отрасли, а также снижать сырьевую направленность экономики.

## Литература к главе I

1. Акаев А. А. Модели инновационного эндогенного экономического роста AN-типа и их обоснование. M.I.R. (Modernization. Innovation. Reseaches), 2015, vol. 6, no. 2, pp. 70–79. DOI: 10.18184/2079-4665.2015.6.2.70.79
2. Альбекова С.А., Самофалов В.И. Теоретизация национальной конкурентоспособности: мейнстрим и перспективные альтернативы. Экономические науки. — 2023, № 10 (227). — С. 222–228. Doi: 10.14451/1.227.222
3. Андрющенко Г.И., Орехов В.Д., Блинникова А.В. Анализ конкурентоспособности России при переходе к многополярному миру. Московский экономический журнал. 2022 № 1. doi: 10.55186/2413046X\_2022\_01\_19

4. Вишневецкий А.Г. Демографическая революция меняет репродуктивную стратегию вида Homo Sapiens. Демографическое обозрение. Том 1, № 1, 2014. С. 11.
5. Донецкая С.С., Цзи Цяньнань. Реформирование системы высшего образования в Китае: современные итоги // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 12. С. 79–92. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-12-79-92>
6. Есин В.И. Американская и российская системы противоракетной обороны и стратегическая стабильность. Вестн. Моск. ун-та. Сер. 25: Международные отношения и мировая политика. 2017. № 4.
7. Зальвский Н.П. Конкуренция за глобальное лидерство: Россия. США. Китай: монография / Н.П. Зальвский; Сев. (арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. — Архангельск: САФЦУ, 2018. — 225 с.
8. Занятость и безработица в Российской Федерации в январе 2021 года. Федеральная служба государственной статистики. [https://www.gks.ru/bgd/free/B04\\_03/IssWWW.exe/Stg/d02/38.htm](https://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d02/38.htm)
9. Как Британия захватила Индию: история колонизации. World Web War. URL: <https://worldwebwar.ru/history/kak-britaniya-zahvatila-indiyu-istoriya-kolonizatsii.html>
10. Капица С. П. Сколько людей жило, живет и будет жить на земле. М., 1999.
11. Колонизация Африки. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Колонизация Африки](https://ru.wikipedia.org/wiki/Колонизация_Африки). — 2022.
12. Лузин П. Военный космос: перспективы и вызовы. — 2017. URL: <https://dfnc.ru/kosmos/voennyj-kosmos-perspektivy-i-vyzovy/>
13. Орехов В.Д., Каранашев А.Х. «Разработка комплекса из трех моделей человеческого капитала для оценки экономической динамики». // Московский экономический журнал. — 2021, № 8.
14. Орехов В.Д., Каранашев А.Х., Щенникова Е.С. Прогнозирование темпов роста России в сопоставлении с динамикой крупнейших экономик до конца XXI века // Московский экономический журнал. 2021. № 9.
15. Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части). — М., Росатом. — 2016. URL: <https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf>
16. Полезные ископаемые России. Википедия. — 2022. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Полезные\\_ископаемые\\_России](https://ru.wikipedia.org/wiki/Полезные_ископаемые_России)
17. Портер М. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран. — 1990.
18. Промышленность России по отраслям. Таблицы, графики. URL: <https://kubdeneg.ru/promyshlennost-rossii-po-otraslyam>
19. Радика Десаи. Геополитическая экономия: после американской гегемонии, глобализации и империи: Монография / Радика Десаи; науч. ред. русского издания С.Д. Бодрунов. — М.: ИНИР им. С.Ю. Витте: Центркаталог, 2020. — 328 с.
20. Разведка без боя: чем в космосе занимаются военные России и мира. — РБК. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60ebf3359a7947d20403eb00>

21. Рейтинг стран мира по индексу глобальной конкурентоспособности. World Economic Forum. Global Competitiveness Report 2019. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index>
22. Российская Федерация. 2018. Заявление МИД России 5 февраля 2018 г. URL: [https://archive.mid.ru/foreign\\_policy/news/-/asset\\_publisher/cKNonkJE02Bw/content/id/3054864](https://archive.mid.ru/foreign_policy/news/-/asset_publisher/cKNonkJE02Bw/content/id/3054864)
23. Россия в цифрах. 2020: Крат. стат. сб./Росстат. — М., 2020. — 550 с.
24. Россия и страны — члены Европейского союза. 2019: Стат. сб./ Росстат. — М., 2019. — С. 53.
25. Свою ракетную «оглоблю» Москва разворачивает на Дальний Восток. URL: <https://zen.yandex.ru/media/svpressa/svoiu-raketnuiu-oglobliu-moskva-razvorachivaet-na-dal-nii-vostok-dogovoritsia-s-iaponcami-na-tihom-okeane--daje-ne-mechtaem-61c8fe9e8e7f-405954c22f01?&>
26. Системы противоракетной обороны в мире. РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20161011/1478968477.html>
27. Сколько стоят все природные богатства России. — Рамблер/финансы. URL: <https://finance.rambler.ru/economics/43446841/>
28. Средняя зарплата в России в 2021 году от Росстата. — GoGov. URL: <https://gogov.ru/articles/average-salary>
29. Стратегические ядерные силы Российской Федерации. Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стратегические\\_ядерные\\_силы\\_Российской\\_Федерации](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стратегические_ядерные_силы_Российской_Федерации).
30. Ходаренок М. Ближний Восток вооружается: куда Россия и США продают оружие. URL: <https://www.gazeta.ru/army/2021/03/15/13512284.shtml>
31. Хубиев Р. Под тенью санкций: как Россия захватывает рынок мировой атомной энергетики. URL: <https://regnum.ru/news/economy/2620739.html>
32. Эксперты предложили альтернативный расчет военных расходов России. РБК: URL: <https://www.rbc.ru/politics/16/10/2019/5da5a12e9a7947ae274d521a>
33. 10 стран с самыми богатыми природными ресурсами. Яндекс. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5d4da74fe3062c00ad168114/10-stran-s-samymi-bogatymi-prirodnymi-resursami-5d50282414f98000ad66b5be>
34. Attali J. (2011) A brief history of the future: A Brave and Controversial Look at the Twenty-First Century. Arcade Publishing. 312 p.
35. Barro, R. J. and J. W. Lee (2015), Education Matters — Global Schooling Gains from the 19th to the 21st Century, New York: Oxford University Press.
36. Barro, R. J. and X. Sala-i-Martin (2004), Economic Growth. The MIT Press, London, England.
37. Barro, R.J., Lee, J.W. (2001) International Data on Education and Attainment: Updates and Implications, Oxford Economic Papers, 2001, Vol. 53, No. 3; World Development Indicators. Washington: World Bank, 2005.
38. Chang, Ha-Joon. 2002. Kicking Away the Ladder: Development Strategy in Historical Perspective. London: Anthem.
39. Davenport, T.H. and Prusak, L. Working Knowledge. Boston: Harvard Business School Press, 1997.

40. Diego Lopes Da Silva, Nan Tian, Alexandra Marksteiner. Trends in world military expenditure, 2020.
41. Education at a Glance 2020: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. URL: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020\\_69096873-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020_69096873-en)
42. Education at a glance OECD Indicators. Centre for educational research and innovation, Paris, France, 1998.
43. Foerster, H. von, Mora, P. and Amiot, L. Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026. *Science* 132:1291–5. 1960.
44. Guillemete Y., Turner D. (2018) The long view: scenarios for the world economy to 2060. OECD Economic Policy Paper 2018 No. 22. OECD Publishing, Paris.
45. Guillemette Y., Kopoin A., Turner D., De Mauro A. (2017) A revised approach to productivity convergence in long-term scenarios. OECD Economics Department Working Papers No. 1385. OECD Publishing, Paris.
46. Harrod, R.F. An Essay in Dynamic Theory// *Economic Journal* 49 (March 1939), pp.14-33.
47. Hawksworth J. (2015) The World in 2050 Will the shift in global economic power continue? PricewaterhouseCoopers LLP
48. Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050? PwC. Economics & Policy services. URL: <http://www.pwc.com/world2050>. Accessed: 11.04.2021.
49. Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The Long View How will the global economic order change by 2050? PwC. Economics & Policy services.
50. Hawksworth J., Chan D. (2013) World in 2050. The BRICs and beyond: prospects, challenges and opportunities. PwC Economics.
51. Hawksworth J., Tiwari A. (2011) The World in 2050. The accelerating shift of global economic power: challenges and opportunities. PricewaterhouseCoopers LLP [www.pwc.co.uk/economics](http://www.pwc.co.uk/economics)
52. Inflation, GDP deflator (annual %) — United States World Bank URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.KD.ZG?locations=US&view=chart> Accessed: 11.04.2021.
53. International Standard Classification of Education ISCED 2011. UIS UNESCO. 2013. Montreal, Canada
54. Kapitsa S P “The phenomenological theory of world population growth” *Phys. Usp.* 39 57–71 (1996); DOI: 10.1070/PU1996v039n01ABEH000127
55. Lewis A. W. The Roots of the Development Theory, in: *Handbook of Development Economics*. Vol. I. 3rd Ed. Amsterdam. 1993. P. 27–37.
56. Maddison, A. *Historical Statistics of the World Economy: 1–2008 AD*. GGDC, 2010.
57. Mankiw G., Romer D., Weil D. Contribution to the Empirics of Economic Growth // *The Quarterly Journal of Economics*. — 1992. —vol. 107, № 2, — P. 407–437.
58. *Megachange: The World in 2050*. Edited by Franklin D., Andrews J. The Economist Newspaper Ltd., 2012.
59. Mincer J. (1994) The Production of Human Capital and The Lifecycle of Earnings: Variations on a Theme. — Working Paper of the NBER, No 4838.
60. Myrdal G. *Asian Drama: An Inquiry into the Poverty of Nations*. Vol. I — III N.Y., 1968.

61. Nonaka, I., Takeuchi, H. *The Knowledge-creating company: How japenese create the dynamice of innovation*, Oxford University Press, 1995.
62. Olga S. Prichina, Viktor D. Orekhov, Yulia V. Evdokimova et al. *Evolution of Key Factors and Growth Potential of Human Capital*. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET)*. Volume 10, Issue 02, February 2019, p.1784–1793.
63. Orekhov V.D., Prichina O.S., Blinnikova A.V., Panfilova E.A., Shchennikova E.S. *Indicative diagnostics of the educational component of human capital based on mathematical modeling*. *Opción*, Año 35, VE, Especial No.20 (2019): 2337-2365.
64. Orekhov V.D., Prichina O.S., Loktionova U.N., Gusareva N.B. *Scientific analysis of the Happiness Index in regard to the human capital developmen*. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2020, Vol. 12, Special Issue. P. 467–478.
65. Patnaik, Utsa and Prabhat Patnaik. 2016. *A Theory of Imperialism*. New York: Columbia University Press.
66. Prichina, O. S., Orekhov, V. D., Egorova E.N. et. al. *Developing and Testing the Forecasting Algorithm for the Technological Revolution Theme through the Analysis of the SCImago JR Scientific Journal Database*. *Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems*, Vol. 12, 04-Special Issue, 2020.
67. Prichina, O. S., Orekhov, V. D., Shchennikova E.S. *World number of scientists in dynamic simulation for the past and the future*. *Economic and Social Development Book of Proceedings*. Varazdin Development and Entrepreneurship Agency; Russian State Social University. 2017. P. 69–81.
68. *Researchers in R&D (per million people)* The World Bank. 2018. URL: <https://data.world-bank.org/indicator/SP.POP.SCIE.RD.P6?end=2018&start=1996>
69. Saaty, Thomas L. *Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors — The Analytic Hierarchy/Network Process*. *RACSAM (Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics)* 102 (2), 2008-06. — P. 251–318.
70. Schofer E., Meyer J. W. *The Worldwide Expansion of Higher Education in the Twentieth Century*, *American Sociological Review*. 2006.
71. Schultz, T. W. (1971) *Investment in Human Capital: The Role of Education and of Research*, New York: Free Press.
72. Schwab K. *The Global Human Capital Report*. World Economic Forum, Cologny/Geneva Switzerlan, 2019.
73. Schwab, K. (2016) *The Fourth Industrial Revolution*, Crown Business, New York.
74. Schwab, K.: *The global human capital report*. World Economic Forum. Cologny/Geneva Switzerlan. 2019. URL: [WEF\\_The Global Competitiveness Report2019.pdf](https://www.weforum.org/reports/the-global-human-capital-report-2019)
75. Silbergliitt R., Anton P. S., et al. *Global Technology Revolution-2020, In-Depth Analyses*. (2006). RAND Corporation. URL: [https://www.rand.org/pubs/technical\\_reports/TR303.html](https://www.rand.org/pubs/technical_reports/TR303.html)
76. *Six ways to ensure higher education leaves no one behind*. UNESCO Policy Paper 30, 2017. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247862>

77. Solow, R. M. A contribution to theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economic* 70, February, 65–94.
78. The changing nature of work. *World development report 2019*. Washington, DC 20433. World Bank Group.
79. *The World Competitiveness Yearbook (WCY)*. IMD World Competitiveness Center. 2021.
80. Wechsler D. *The Measurement And Appraisal Of Adult Intelligence*. Baltimore (MD): Williams & Wilkins, 1958.
81. Wilson D., Parashothaman R. *Dreaming with BRICs: The Path to 2050*. — N.Y., Goldman Sachs Global Paper N 99, 2003, p. 19–20.
82. World Bank Group: *The changing nature of work*. *World development report 2019*. Washington, DC 20433.
83. *World Population Prospects 2019*. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019).
84. *World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables*. United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division