
Глава 3. Разработка моделей прогнозирования развития социально-экономических систем на базе интегральных индексов

3.1. Разработка индикативной системы оценки ВВП на душу населения с использованием интегральных индексов и учетом фактора человеческого капитала

Экономисты признают тот факт, что спектр проблем, касающихся скорости экономического роста, относится к разряду важнейших в макроэкономике. Тем не менее разрешить эти проблемы в достаточной мере на теоретическом уровне пока не удастся. Поэтому актуальными становятся эмпирические подходы к прогнозированию экономического развития, характерным признаком которых является наличие широкого спектра макро- и микроэкономических параметров конкурентоспособности стран. Экспертами на базе данных статистики Всемирного экономического форума, Всемирного банка и опроса руководителей корпоративных структур разработан широкий спектр разнообразных глобальных рейтингов — таких как Global Competitiveness Index, Index of Economic Freedom, Doing Business и другие^{268, 269}.

Однако связь между этими индексами и динамикой экономического развития по вкладу макроэкономических и микроэкономических индикаторов далеко не очевидна. К тому же возникают вопросы относительно корректности формирования ряда этих индексов. Так, в работе А.И. Агеева²⁷⁰ отмечено:

²⁶⁸ Экономическое развитие ЕАЭС и государств-членов в 2015 году: Международные рейтинги. М.: Евразийская экономическая комиссия. 2005. URL: www.eurasiancommission.org

²⁶⁹ Причина О.С., Орехов В.Д., Каранашев А.Х. Разработка модели прогнозирования экономической динамики стран на базе глобальных индексов// Вестник Северо-Осетинского государственного университета. 2020; 1: 158–166. DOI: 10.29025/1994-7720-2020-1-158-166. URL: <http://bulletinnosu.ru/upload/2020-1/158-166.pdf>

²⁷⁰ Агеев А.И., Бестужев-Лада И.В., Менш Г., Мэтьюз Р. и др. Глобальный рейтинг интегральной мощи 50 ведущих стран мира. М.: МЛСУ, МАИБ, ИНЭС, 2007. URL: http://www.maib.ru/netcat_files/Image/50_contries_global_rating.pdf

«Ретроспективный анализ популярных и влиятельных рейтингов показывает значительную неточность оценок и их зависимость от сиюминутных колебаний симпатий составителей рейтингов»... «Помимо этих откровенно манипулятивных оценок, безусловно, формируются и более взвешенные подходы. К ним, например, относится глобальный рейтинг конкурентоспособности, формируемый Всемирным экономическим форумом (ВЭФ). Однако проблема обоснованности и/или добросовестности методологии по-прежнему остается актуальной».

Сложность задачи экономического прогнозирования развития (перспектив) социально-экономических систем связана с тем, что связи прогноза с анализируемым явлением носят вероятностный характер. Для исследования поисковой модели влияния этих факторов на динамику развития может быть использован метод межстранового сопоставления, однако это требует измерения в единой системе и учета влияния сотен статистических параметров информации.

В разделе 1.4 для упрощения решения этой задачи была проанализирована зависимость влияния на ВВП/Д образования работников четырнадцати крупнейших мировых экономик с учетом влияния доли различных уровней образования (потенциальной причины).

Исследование показало, что в целом разработанная модель обеспечивает для большинства этих экономик удовлетворительную погрешность прогнозирования, но для ряда стран конверсия образовательного капитала в ВВП существенно отклоняется от средних значений. В частности, для России это отклонение очень велико — минус 49% (таблица 1.8, рис. 1.15). Это принципиально важный результат, который ставит дилемму:

- либо для правильной индикативной диагностики необходимо учитывать более широкий комплекс факторов;
- или Россия обладает особенностями, препятствующими эффективной конверсии образовательного человеческого капитала в GDP.

С целью разрешения данной дилеммы было проведено представленное здесь исследование, в котором в качестве Предикторов использовались 10 наиболее

представительных глобальных индексов и индикаторов^{271, 272}. Такой подход был использован в связи с тем, что мировая экономика развивается как единая система, имеющая единый капитал явных знаний и технологий²⁷³, поэтому принципиально важно при разработке прогностических моделей опираться на информацию об этой системе, учитывающей как параметры отдельных стран, так и интегральное видение всей мировой экономики.

В настоящее время разработано более десятка таких индексов, в частности, Index of Economic Freedom²⁷⁴, Worldwide Governance Indicators²⁷⁵, The Legatum Prosperity Index²⁷⁶ и другие. Характерно, что индикаторы представленных выше индексов преимущественно нацелены на диагностику уровня различного рода свобод²⁷⁷ и не охватывают значительную часть важных направлений социально-экономической системы. Более комплексно диагностирует производственно-экономическую деятельность Global Competitiveness Index²⁷⁸ (Schwab, 2019), на основе которого акцентируется внимание на различных аспектах конкурентоспособности бизнеса, рыночной деятельности, а также на факторах человеческого капитала.

²⁷¹ Адериго Ю.А., Крюков А.Ф. Особенности индикативных методов оценки экономических циклов // Сибирская финансовая школа, #4. 2010. С. 39–43.

²⁷² Дровяников В.И., Чумак Е.А. Разработка методики индикативной оценки состояния социально-экономической системы. Вестник Международного института рынка, Самарский университет государственного управления, г. Самара, 2017, № 2, С. 14–18.

²⁷³ Капица С.П. Парадоксы роста: Законы глобального развития человечества. М.: Альпина нон-фикшн, 2012.

²⁷⁴ Miller T., Kim A. B., Roberts J. M., Tyrrel P. (2019) Index of Economic Freedom. Washington: Heritage Foundation. <http://www.heritage.org/index>

²⁷⁵ Kaufmann D., Kraay A., Mastruzzi M. (2010). The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues World Bank Policy Research Working Paper # 5430.

²⁷⁶ The Legatum Prosperity Index, 2019, Legatum Institute, 11 Charles Street, London W1J 5DW, United Kingdom URL: https://www.prosperity.com/download_file/view_inline/3690.

²⁷⁷ Гурвич Е.Т. Экономическая свобода и государство: друзья или враги. МЦСЭИ «Леонтьевский центр», 2012. С. 39–50.

²⁷⁸ Schwab K. The Global Competitiveness Index 4.0 2019 Rankings. World Economic Forum 2019. <https://www.weforum.org/reports/how-to-end-a-decade-of-lost-productivity-growth>

В последнее время доля человеческого капитала в составе национального богатства большинства развитых и крупных развивающихся стран резко выросла и достигает 80%. Поэтому разработан ряд индексов, агрегирующих информацию о человеческом капитале стран мира, в частности: Global Human Capital²⁷⁹ и Human Capital Index²⁸⁰, в которых используются принципиально различные модели человеческого капитала.

Еще одно важное направление разработки глобальных индексов направлено на формирование альтернативного ВВП на душу населения²⁸¹ индикатора результативности экономической политики. В качестве такого показателя был разработан World Happiness Index²⁸² и другие^{283, 284, 285, 286, 287, 288}. В условиях перехода от постиндустриального к интеллектуальному обществу повышение уровня счастья людей может способствовать росту человеческого капитала, а соответствующий индекс может коррелировать с показателями человеческого капитала. Поэтому

²⁷⁹ Schwab K. The Global Human Capital Report. World Economic Forum, Cologny/Geneva Switzerland, 2019. URL: educationgenderwork@weforum.org

²⁸⁰ The changing nature of work. World development report 2019. Washington, DC 20433. World Bank Group.

²⁸¹ Peter van de Ven. (2014). The Implementation of the 2008 SNA and the Main Challenges_rus.pdf 3rd General conference of the International Association for the study of income and wealth, Rotterdam.

²⁸² Helliwell, J., Layard, R., & Sachs, J. (2019). World Happiness Report 2019, New York: Sustainable Development Solutions Network. <http://worldhappiness.report/>

²⁸³ Easterlin, R.A. Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence / R.A. Easterlin — 1974.

²⁸⁴ Veenhoven, Ruut. “Social conditions for human happiness: A review of research.” International Journal of Psychology 50, no. 5 (2015): 379–391.

²⁸⁵ Аргайл М. Психология счастья. 2-е изд. СПб.: Питер, 2003.

²⁸⁶ Лэйард Р. Счастье. Уроки новой науки. М.: Издательство Института Гайдара, 2012.

²⁸⁷ Шматова Ю.Е., Морев М.В. Исследование уровня счастья: литературный обзор российских и зарубежных исследований. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз 3 (39) 2015. 141–162 с.

²⁸⁸ Экономическое развитие ЕАЭС и государств-членов в 2019 году: Международные рейтинги. М.: Евразийская экономическая комиссия. — 2019. URL: www.eurasiancommission.org

важно понять, как в комплексе показателей индикативной диагностики взаимодействуют индикаторы человеческого капитала и Happiness Index.

Целью данного исследования является разработка модели индикативной диагностики величины ВВП на душу населения в зависимости от индексов, характеризующих как человеческий капитал, так и широкий спектр альтернативных факторов.

Основная методическая идея заключалась в том, чтобы сформировать на основе этих индексов путем линейной комбинации Предиктор, который наилучшим образом коррелирует с величиной ВВП/Д. Оптимизация весовых коэффициентов, составляющих комплексный Предиктор, осуществляется с помощью регрессионного анализа, причем в качестве критерия оптимизации используется максимизация коэффициента детерминации (R^2), характеризующего зависимость ВВП/Д от комплексного Предиктора. Считается, что весовые коэффициенты индексов такого оптимизированного Предиктора отражают их влияние на величину ВВП/Д. Тем самым можно определить вклад человеческого капитала в рост ВВП/Д. Разработанная таким образом математическая модель зависимости ВВП/Д от оптимизированного комплексного Предиктора позволяет определить, в какой мере Россия и ряд других стран отклоняются от осредненной модели.

Решение этой задачи является также важным шагом на пути к пониманию комплекса факторов (предикторов), влияющих на экономическую динамику, поскольку в квазистационарном приближении продвижение стран по пути роста глобальных индексов, предположительно, эквивалентно увеличению ВВП/Д с точностью до нестационарных и циклических эффектов.

3.1.1. Методика исследования

В качестве методологической основы в исследовании использовался регрессионный и корреляционный анализ. В качестве основного показателя (признака) результативности экономической деятельности в работе используется параметр ВВП на душу населения (ВВП/Д). Используется показатель ВВП по паритету покупательной способности (ППС), выраженный в международных долларах 2018 года по данным World Bank.

В работе исследуется зависимость показателей результативности работы экономики от Предикторов (аргументов, факторов), в качестве которых использовались глобальные индексы (рейтинги), агрегированно характеризующие особенности экономического, правового и социального устройства стран. Хотя они условно рассматриваются как факторные признаки, ясно, что в столь сложной системе все параметры являются взаимозависимыми. В качестве таких факторов использовались, в основном, наиболее известные индексы, список которых представлен в табл. 3.1, причем три из них относятся к числу характеризующих человеческий капитал (GHC, HCI, MYS).

Таблица 3.1.

Исследуемые в качестве факторов индексы

i	Сокращение	Полное название	Индикаторы
1	IEF	Index of Economic Freedom	Свобода: бизнеса, торговли, денег, инвестиций, финансов, трудовых отношений, налогов — от коррупции, от правительства; защита прав собственности ²⁸⁹
2	WGI	Worldwide Governance Indicators	Подотчетность властей и свобода слова, качество и верховенство законов, эффективность власти, стабильность и отсутствие насилия, контроль коррупции ²⁹⁰
3	EDB	Ease of Doing Business Ranking, World Bank	Легкость условий: начала бизнеса, регистрации недвижимости, строительства, доступа к электроснабжению, защиты инвестиций и оформления кредитов, международной торговли и налогообложения, реализации контрактов и прекращения бизнеса ²⁹¹
4	GCI	Global Competitiveness Index, WEF	Макроэкономика, рынки товаров, услуг, финансов и труда; инфраструктура, институты, здоровье людей, инновационный потенциал, образование, конкурентоспособность бизнеса и технологическое развитие ²⁹²

²⁸⁹ Miller T., Kim A. B., Roberts J. M., Tyrrel P. (2019) Index of Economic Freedom. Washington: Heritage Foundation.

²⁹⁰ Kaufmann D., Kraay A., Mastruzzi M. (2010). The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues World Bank Policy Research Working Paper # 5430.

²⁹¹ Doing Business 2020. Washington, The World Bank. URL: www.worldbank.org

²⁹² Schwab K. The Global Competitiveness Index 4.0 2019 Rankings. World Economic Forum 2019.

i	Сокращение	Полное название	Индикаторы
5	MYS	Mean Years of Schooling, UNDP	Средняя продолжительность обучения трудоспособного населения ²⁹³
6	GHC	Global Human Capital, WEF	Производительность (уровень образования работников), внедрение (накопление навыков), развитие (образования и квалификации), ноу-хау (навыки, используемые на работе) ²⁹⁴
7	HCI	Human Capital Index, World Bank Group	Вероятность ребенка дожить до 5 лет, ожидаемое количество лет обучения в школе до 18 лет с учетом качества образования, выживаемость взрослых до 60 лет и доля детей без задержек развития ²⁹⁵
8	RDE	R&D Expenditure	Расходы на научные исследования и разработки. R&D охватывает фундаментальные исследования, прикладные исследования и экспериментальные разработки ²⁹⁶
9	WHI	World Happiness Index	Прогноз продолжительности здоровой жизни, социальная поддержка, свобода жизненного выбора, поддержка со стороны других людей, низкая коррупция, ощущение людьми положительных или отрицательных эмоций ²⁹⁷
10	LPI	The Legatum Prosperity Index, Legatum Institute	Экономика, управление, предпринимательство, образование, здравоохранение, личные свободы, социальный капитал, безопасность, экология ²⁹⁸

В эту группу кроме широко известных глобальных индексов добавлен индикатор Mean Years of Schooling — MYS, характеризующий число лет обучения. Этот индикатор является субиндексом глобального рейтинга: Human Development Index, формируемого Программой развития Организации Объединенных Наций

²⁹³ Human Development Indices and Indicators: 2018 Statistical Update. United Nations Development Programme. 2018.

²⁹⁴ Schwab K. The Global Human Capital Report. World Economic Forum, Cologny/Geneva Switzerland, 2019.

²⁹⁵ The changing nature of work. World development report 2019. Washington, DC 20433. World Bank Group.

²⁹⁶ R&D Expenditure, % of GDP. Мировой атлас данных. Knoema Enterprise. 2017. URL: <https://knoema.ru/>

²⁹⁷ Helliwell, J., Layard, R., & Sachs, J. (2019). World Happiness Report 2019, New York: Sustainable Development Solutions Network. <http://worldhappiness.report/>

²⁹⁸ The Legatum Prosperity Index, 2019, Legatum Institute, 11 Charles Street, London W1J 5DW, United Kingdom

(UNDP). Для удобства сравнения данного показателя с другими индексами величина MYS представлена в относительных единицах за счет отнесения к условной продолжительности третичного образования, которая принята равной 16 годам. Полностью Human Development Index не используется, поскольку в его состав входит ВВП/Д и он играет в большей мере роль результирующего показателя социально-экономического развития стран, а не аргумента²⁹⁹.

Кроме того, в качестве индикатора используется показатель R&D Expenditure (в долях от ВВП), который характеризует наличие человеческого капитала, связанного с R&D-деятельностью. Все индексы представлены в работе в долях единицы. Для нормирования величины RDE она отнесена к 5%.

Ввиду существенного различия стран мира по численности населения и величине ВВП вопрос их сравнения и выявления статистических зависимостей является неоднозначным и требует либо введения весовых коэффициентов, либо ограничения разнообразия корреляционного поля. Существенно, что малые страны легко подвержены внешним или природным влияниям, поэтому разброс точек, соответствующих им, может быть более случайным. Поэтому в работе использовалась серия выборок стран, в состав которых включались, в первую очередь, более крупные страны по величине ВВП по ППС. Выборки в соответствии с числом крупнейших экономик обозначались буквой G и числом стран выборки: G6, G12, G24, G48, G72.

В выборки не были включены нефтедобывающие страны, для которых зависимость ВВП/Д от различных индексов существенно отклоняется от общих закономерностей: Катар, Кувейт, Саудовская Аравия. Также в выборки не вошли экономики, по которым в ряде индексов нет данных: Азербайджан, Белоруссия, Ирак, Ливан, Ливия, Оман, Пуэрто-Рико, Судан, Тайвань, Туркмения, Узбекистан. Вместо этих стран в выборку включались государства, следующие по величине ВВП по ППС.

Для визуального анализа страны G6 обозначались на графиках следующими значками (Китай — \triangle , США — \circ , Индия — \diamond , Япония — \times , Германия — $+$, Россия — \square).

²⁹⁹ Шматова Ю.Е., Морев М.В. Исследование уровня счастья: литературный обзор российских и зарубежных исследований. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 3 (39) 2015. 141–162 с.

Ввиду того что ВВП различных стран различаются очень сильно, нахождение единой регрессионной зависимости для них не является целесообразным. Поэтому определяются регрессионные зависимости и достоверность аппроксимации (коэффициенты детерминации — R^2) для всех указанных выше выборок G6 — G72. Поиск оптимального комплексного индекса осуществляется по показателю максимального среднего арифметического (mid) значения коэффициента детерминации — R_m^2 по указанным пяти выборкам. Также определялся показатель погрешности регрессионной модели — $\Delta R_m^2 = 1 - R_m^2$. Целевое значение $\Delta R_m^2 = 0,1$.

Кроме основных индексов (Предикторов), приведенных в таблице 3.1, исследовались комплексные Предикторы, которые представляли собой линейную комбинацию основных индексов согласно формуле (3.1), где k_i — положительные коэффициенты, сумма которых равна единице:

$$CP = k_1 \cdot IEF + k_2 \cdot EDB + k_3 \cdot WGI + k_4 \cdot GCI + k_5 \cdot MYS + k_6 \cdot GCI + k_7 \cdot HCI + k_8 \cdot RDE + k_9 \cdot WHI + k_{10} \cdot LPI. \quad (3.1)$$

В процессе оптимизации комплексного Предиктора CP для различных k_i определялась регрессионная модель ВВП/Д от CP и вычислялись значения R^2 для пяти выборок. Далее находились оптимальные значения k_i , при которых достигается максимум величины R_m^2 .

3.1.2. Корреляция между ВВП/Д и глобальными индексами

Для оценки уровня парной корреляции между ВВП/Д и каждым из индексов, приведенных в табл. 3.1, для них, с использованием выборок G6 — G72, были определены значения коэффициентов детерминации, которые представлены на рис. 3.1³⁰⁰. Эти значения R^2 даны относительно экспоненциального тренда, поскольку для некоторых сочетаний индексов и выборок степенной тренд отсутствует, что затрудняет сравнение. Для большинства индикаторов значения R_m^2 для степенного тренда незначительно больше, чем для экспоненциального.

³⁰⁰ Orekhov V.D., Prichina O.S., Gizyatova A.S., et al. Development of the indicative system for assessing GDP per capita using cumulative indices, including human capital. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems Volume 12, 05-Special Issue, 2020. P. 1139–1152.

Из рис. 3.1 видно, что наибольшее среднее значение $R_m^2 = 0,832$ обеспечивает Human Capital Index (World Bank Group), причем для выборки G24 при экспоненциальном тренде $R^2 = 0,906$, а при степенном — $R^2 = 0,911$.

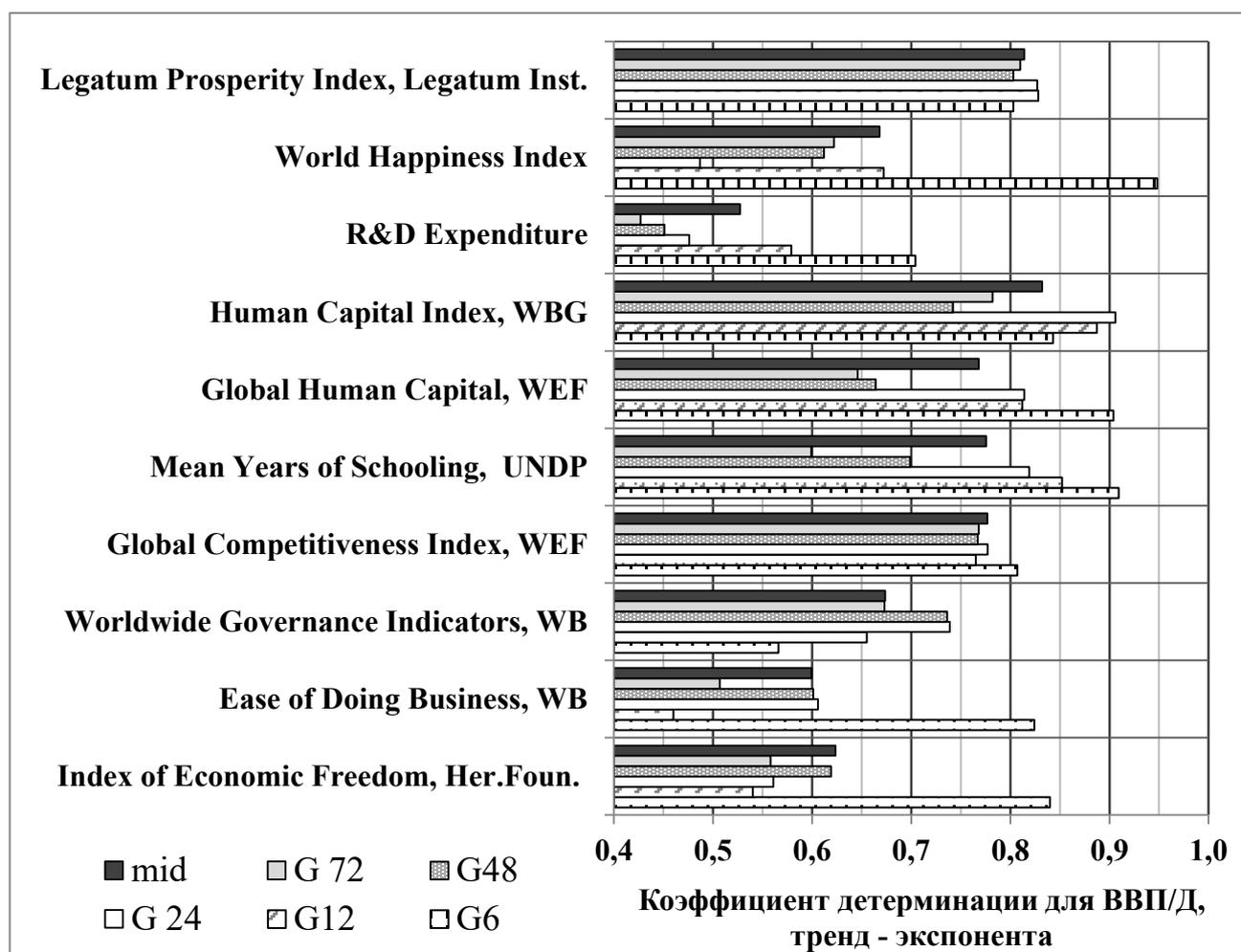


Рис. 3.1. Значения R^2 для зависимости ВВП/Д от глобальных индексов

Как видно из рис. 3.1, все индексы, характеризующие человеческий капитал (HCI, GHC, MYS), относятся к числу имеющих высокое среднее значение R_m^2 при экспоненциальном и степенном трендах. Для других трендов величина R_m^2 ниже. С уменьшением размера выборки коэффициент детерминации в основном имеет тенденцию к увеличению, но для выборки G6 данная закономерность может нарушаться.

Регрессионные зависимости ВВП/Д от Human Capital Index для выборки G24 при экспоненциальном и степенном (пунктир) трендах приведены на рис. 3.2. Графики степенного и экспоненциального трендов достаточно близки, причем для степенного тренда R_m^2 несколько больше ($\sim 0,005$).

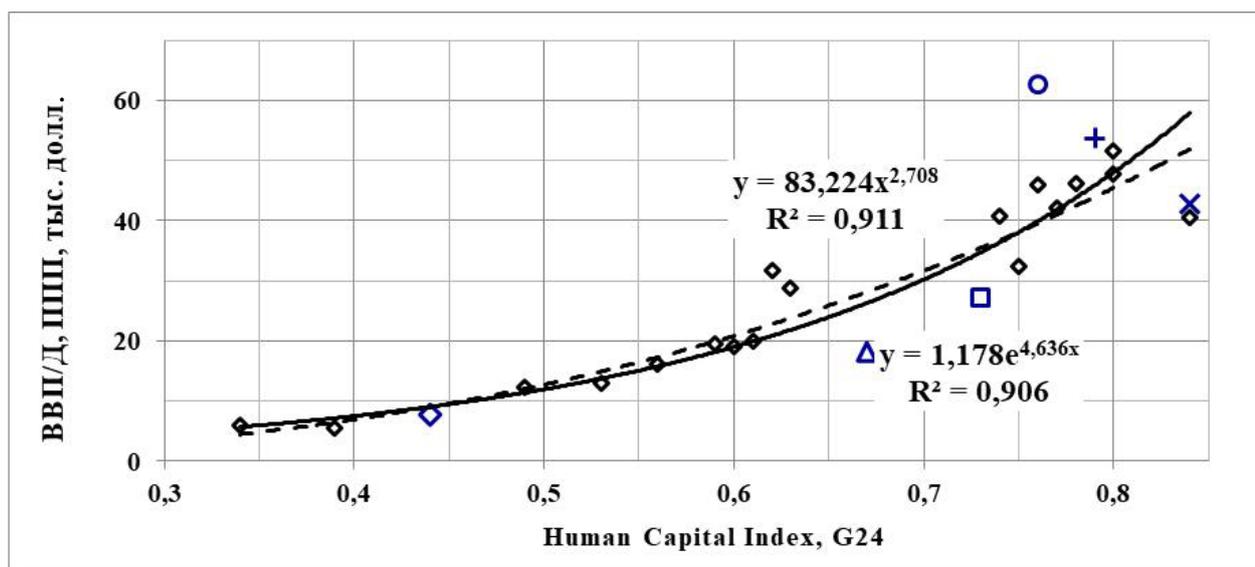


Рис. 3.2. Регрессионные зависимости ВВП/Д от Human Capital Index

Визуальный анализ рис. 3.2 показывает, что хотя для точек выборки G24 корреляционная связь сильная ($R^2 \approx 0,91$), однако точки выборки G6 рассеяны значительно сильнее — для них величина $R^2 = 0,84$. Так, для России величина индекса человеческого капитала $НСИ = 73\%$, что незначительно меньше, чем для США ($НСИ = 76\%$). Однако величина ВВП/Д для России ниже тренда, а для США — значительно выше. В результате величина ВВП/Д у этих стран различается более чем вдвое, что негативно характеризует предсказательные возможности данной регрессионной модели.

Для индекса MYS, G24 коэффициент детерминации ниже, чем для $НСИ$ ($R^2 = 0,82-0,86$), и разброс точек, соответственно, больше, но для выборки G6 величина $R^2 \approx 0,91$, и точки этой выборки, в основном, ближе к линии тренда. Однако точка, соответствующая России, также достаточно далеко отстоит от линии тренда для MYS. Это, вероятно, связано с тем, что высокий образовательный уровень российских специалистов неэффективно конвертируется в ВВП/Д.

Достаточно высоким значением R_m^2 характеризуется Legatum Prosperity Index — 0,814, а для выборки G24 — $R^2 = 0,823$. Наименьшими значениями среднего коэффициента детерминации характеризуются: R&D Expenditure ($R_m^2 = 0,53$), Ease of Doing Business (0,60) и Index of Economic Freedom (0,62).

Низкое значение $R^2 \sim 0,53$ характерно для R&D Expenditure за счет очень низких значений для выборок G24–G72, для которых $R^2 \sim 0,45$. Однако для выборки G6 значение $R^2 \sim 0,71$. Эта тенденция может отражать, как и в разделе 1.4 (рис. 1.11), тот факт, что эффективная научная деятельность более характерна для крупнейших экономик.

Для индексов WGI, EDB, IEF, которые не связаны с человеческим капиталом, и даже для частично связанных с ЧК индексов ERD и WHI средний коэффициент детерминации далек от целевого значения $R^2 \sim 0,9$ и лежит преимущественно в диапазоне 0,6–0,67.

Рекордно высокая корреляция с ВВП/Д ($R^2 \sim 0,95$) характерна для индекса World Happiness Index для выборки G6 (рис. 3.1). Этот важный факт означает, что для крупнейших экономик, суммарный ВВП которых составляет 52% мирового ВВП, рост индекса счастья с очень высокой вероятностью ведет к росту ВВП/Д.

3.1.3. Зависимость ВВП/Д от парных комплексных Предикторов

Поставив конечной целью формирование комплексного Предиктора, включающего в себя значительное количество глобальных индексов, важно понимать, как работает такая композиция, как взаимодействуют компоненты такого Предиктора. Иначе мы можем получить ситуацию черного ящика, о принципах работы которого ничего не ясно. Более того, высокий коэффициент детерминации еще не означает, что действительно существует закономерная связь между соответствующими параметрами. Нельзя исключить того, что существует неявный параметр, корреляция с которым создает впечатление связи между исследуемыми величинами. Поэтому мы исследуем, действительно ли частные Предикторы, которые войдут в комплексный Предиктор, закономерно связаны с ВВП/Д. Изучив влияние на ВВП/Д отдельных Предикторов, мы сделали только один шаг в этом направлении.

На втором этапе исследуем композиции типа (3.1), состоящие из двух глобальных индексов. При этом мы оптимизируем соотношение вклада двух компонент в парные Предикторы. В качестве опорного используем Human Capital Index (HCI), за счет которого индивидуально обеспечивается наиболее высокое значение R_m^2 . Поскольку в данном случае коэффициенты детерминации близки к единице, в качестве показателя согласования корреляционного поля с трендом будем использовать погрешность регрессии $\Delta R_m^2 = 1 - R_m^2$ для среднего арифметического по выборкам из G6–G72. Путем вариации коэффициентов определим те их значения, при которых обеспечивается минимум ΔR_m^2 для данной пары глобальных индексов. Соответствующие значения ΔR_m^2 и k_i приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

Погрешность регрессии для оптимальных парных Предикторов

HCI	IEF	EDB	WGI	GCI	MYS	GHC	HCI	ERD	WHI	LPI	ΔR^2 , %, тренд — степенной					
	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	G6	G12	G24	G48	G72	mid
IEF	0,4						0,6				6,1	9,1	7,5	20,5	18,1	12,3
EDB		0,2					0,8				14,7	11,5	9,0	25,2	21,7	16,4
WGI			0,2				0,8				8,0	5,5	7,0	19,4	17,7	11,5
GCI				0,5			0,5				10,4	9,7	10,2	20	15,8	13,2
MYS					0,3		0,7				9,1	7,4	6,6	22,9	23,2	13,8
GHC						0,5	0,5				13,4	10,1	8,7	26,4	22,2	16,2
HCI							1,0				16,6	11,4	8,9	28,3	22	17,4
ERD							0,8	0,2			15,1	11,2	9,4	25,9	21,3	16,6
WHI							0,55		0,45		4,4	5,4	11,9	19,1	17,1	11,6
LPI							0,5			0,5	6,9	5,3	7,8	19,0	15,5	10,9

Видно, что наименьшее ΔR_m^2 обеспечивает Предиктор, в котором вторым является The Legatum Prosperity Index (LPI). Оптимум достигается при $k_{10} = 0,5$. При этом ΔR_m^2 уменьшается не менее, чем в полтора раза по сравнению с индивидуальным Предиктором Human Capital Index.

Примерно двукратно снижается ΔR^2 и для выборок G6, G12, достигая уровня 5–7%. Хорошее взаимное дополнение этих индексов свидетельствует о том, что они отражают важные дополняющие друг друга характеристики социально-экономической ситуации в соответствующих странах.

Значительное снижение ΔR_m^2 , а также ΔR^2 для выборок G6–G24 обеспечиваются также в составе парных Предикторов Worldwide Governance Indicators и World Happiness Index. Индивидуально они имели низкие характеристики по ΔR_m^2 .

World Happiness Index отличается также тем, что для выборки G6 при $k_9 = 0,45$ он обеспечивает очень низкую погрешность регрессии $\Delta R^2 = 4,4\%$. В одиночку он имел для G6 и степенного тренда погрешность $\Delta R^2 = 3,6\%$, но $\Delta R_m^2 = 33,3\%$. В паре с HCI в долях 50/50 WGI имеет для выборки G6 и степенного тренда низкие значения $\Delta R^2 = 3,6\%$, $\Delta R_m^2 = 11,9\%$.

Минимальное снижение ΔR_m^2 в составе парного комплексного Предиктора обеспечивают индексы EDB, GHC, ERD. Причем если EDB и ERD вообще слабо коррелируют ВВП/Д, то Global Human Capital характеризуется достаточно высоким ΔR_m^2 , но он значительно похож на Human Capital Index и, вероятно, не добавляет в комплексный Предиктор новой прогностической информации.

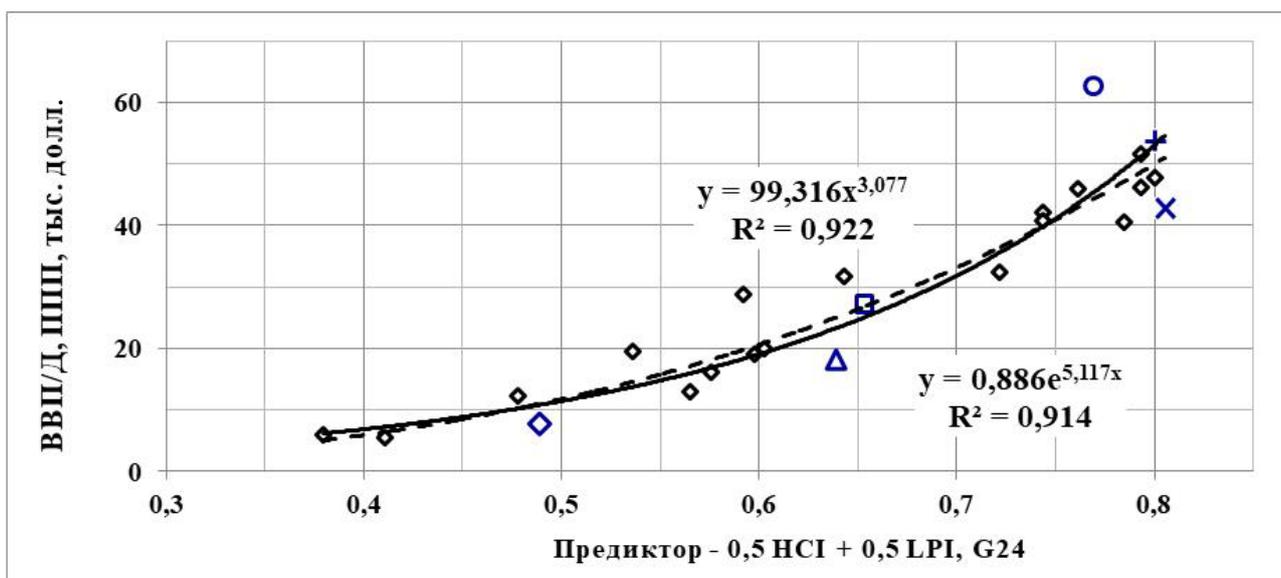


Рис. 3.3. Зависимость ВВП/Д от лучшего парного Предиктора

Зависимость ВВП/Д от лучшего парного комплексного Предиктора для выборки G24 приведена на рис. 3.3 при экспоненциальном и степенном (пунктир) трендах. Видно, что согласование точек с трендом выше, чем для Human Capital Index (рис. 3.2). Из выборки G6 только США значительно отклоняются от тренда.

3.1.4. Зависимость ВВП/Д от многоиндексных комплексных Предикторов

Далее были проведены исследования по формированию оптимальных комплексных Предикторов, наилучшим образом коррелирующих с ВВП/Д. Выбор осуществлялся путем оптимизации функции многих переменных (индексов) — R^2_m методом координатного спуска с циклическим изменением переменных. Оптимизация прекращалась, если изменения функции ΔR^2_m не превышали 0,02%. Погрешность регрессии оптимального комплексного Предиктора (CP) и его коэффициенты k_i приведены в таблице 3.3. Там же даны для сравнения характеристики лучших по погрешности регрессии с ВВП/Д глобального индекса (НСИ) и парного комплексного Предиктора ($k_7 = 0,5$, $k_{10} = 0,5$).

Таблица 3.3.

Погрешность регрессии лучших комплексных Предикторов ВВП/Д

	ΔR^2 , тренд — степенной						IEF	EDB	WGI	GCI	MYS	GHC	HCI	ERD	WHI	LPI
	G6	G12	G24	G48	G72	mid	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}
НСИ	16,6	11,4	8,9	28,3	22	17,44							1			
НСИ+LPI	6,9	5,3	7,8	19	15,5	10,90							0,5			0,5
CP ₁	2,1	2,8	7,8	14,8	12,8	8,06				0,06	0,16		0,28		0,24	0,19

Видно, что оптимальный комплексный Предиктор CP₁ имеет на треть меньшее значение R^2_m по сравнению с парным комплексным Предиктором и более чем в 2 раза в сравнении с НСИ. Важно также, что для выборок G6, G12 (65% мирового ВВП по ППС) погрешность регрессии достигает минимальных значений: 2,1–2,8%.

Важным результатом исследований по оптимизации комплексных индексов является то, что те из них, которые характеризуют человеческий капитал (HCI, MYS), составляют ядро оптимальных комплексных индексов и их вклад в них равен примерно 0,44.

Второй по величине вклад ($k_9 = 0,24$) в комплексный Предиктор вносит World Happiness Index. На третьем месте по вкладу ($k_{10} = 0,19$) в Предиктор CP_1 находится Legatum Prosperity Index. Индексы IEF, GHS и ERD не востребованы в составе комплексного Предиктора (GHS и ERD не были востребованы и в составе парных комплексных Предикторов). Полученные результаты косвенно свидетельствуют о том, каков вес различных глобальных индексов в росте ВВП/Д. С другой стороны, эта же совокупность индексов влияет и друг на друга.

Аналогичная совокупность факторов, влияющих на рост ВВП/Д, как в составе изучаемых индексов (таблица 3.1), была исследована выше с использованием когнитивного моделирования³⁰¹. Альфа-срез взаимного влияния концептов, определяющих рост ВВП/Д, представлен на рис. 2.2.

В рассмотренной в данном разделе системе факторов, и в представленной на рис. 2.2, есть как общие, так и отличительные аспекты. В частности, в них ключевое место занимает человеческий капитал, представленный Human Capital Index и Global Human Capital, а также уровень образования персонала (MYS). Макроэкономика, инфраструктура, финансовые институты, инновационный потенциал и технологическое развитие представлены Global Competitiveness Index, расходы на науку — R&D Expenditure.

Однако среди использованных индикаторов (таблица 3.1) отсутствуют в явном виде: «Природные ресурсы», «Изношенность основных фондов», «Стратегические программы», «Межстрановые барьеры» и «Затраты на обороноспособность». С другой стороны, в них больше представлены «непроизводительные» факторы, связанные с различными свободами, эффективностью властей, кон-

³⁰¹ Prichina O., Piel H., Solodukha P., Orekhov V. Investigation of managed external — and intrieconomic processes in conditions of global and uncertainty. В сборнике: Economic and Social Development Book of Proceedings. Editors: Aleksander Maloletko, Natasa Rupcic, Zoltan Baracska. 2018. С. 860–872.

тролем коррупции, здравоохранением и «счастьем людей». Тем не менее важно, что рис. 2.2 демонстрирует, по сути, ту же самую систему взаимосвязей различных концептов, но с другой точки зрения. Причем данная работа позволяет оценить уровень взаимовлияния ряда концептов через агрегированные индексы.

3.1.5. Регрессионная зависимость ВВП/Д от многоиндексного Предиктора

На рис. 3.4 представлена зависимость ВВП/Д от комплексного Предиктора CP_1 для выборки G24.

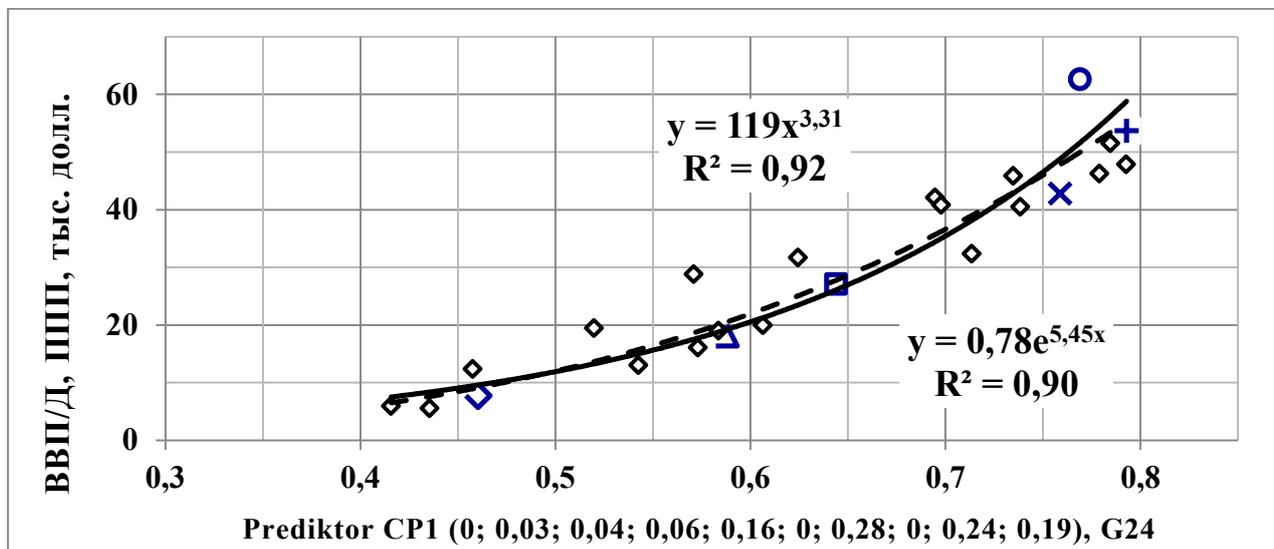


Рис. 3.4. Зависимость ВВП/Д от оптимального Предиктора CP_1

Видно, что рассеивание точек примерно такое же, как и для лучшего парного Предиктора (рис. 3.3). Преимущества Предиктора CP_1 в большей мере проявляются на выборках G6, G12 (таблица 3.3). В частности, точка, соответствующая России (квадрат), лежит очень близко к линии тренда. При полиномиальном тренде уравнение регрессии для оптимального Предиктора $CP_1(0; 0,03; 0,04; 0,06; 0,16; 0; 0,28; 0; 0,24; 0,19)$ выражается уравнением (3.2):

$$\text{ВВП/Д} = A \cdot \text{CP}_1^B. \quad (3.2)$$

Для различных выборок коэффициенты A и B имеют различные значения. Соответственно, линии регрессии несколько различаются. Больше всего отклоняется от других зависимость для выборки G24, причем для малых значений CP_1 она выше средних значений, а при $CP_1 > 0,7$ — ниже. Соответственно, предпочтитель-

нее пользоваться средними значениями коэффициентов $A = 139$ и $B = 3,75$. В этом случае уравнение регрессии имеет вид (3.3), где ВВП/Д выражено в тысячах долларов.

$$\text{ВВП/Д} = 139 \cdot \text{СР}_1^{3,75}. \quad (3.3)$$

Используя регрессионное уравнение (3.3), можно оценить, насколько отклоняются различные страны от средней прогностической зависимости. С этой целью в таблице 3.4 приведены значения СР_1 , прогноз ВВП/Д, в соответствии с формулой (3.3), а также относительное отклонение — Δ реального ВВП/Д от прогнозного значения в %.

Таблица 3.4.

Прогноз ВВП/Д и отклонение — Δ реального ВВП/Д от прогноза, %

№	Страна	СР ₁	ВВП/Д, К\$	Δ , %	№	Страна	СР ₁	ВВП/Д, К\$	Δ , %
1	Китай	0,59	18,9	-4	37	Румыния	0,63	24,5	-1
2	США	0,77	51,9	21	38	Швеция	0,79	58,6	-9
3	Индия	0,46	7,6	2	39	Казахстан	0,65	28,1	-1
4	Япония	0,76	49,4	-13	40	Австрия	0,78	55,8	1
5	Германия	0,79	58,2	-8	41	Чили	0,67	31,5	-20
6	Россия	0,64	26,7	2	42	Перу	0,58	18,6	-23
7	Индонезия	0,54	14,0	-7	43	Чехия	0,75	46,2	-13
8	Бразилия	0,57	17,2	-7	44	Ирландия	0,78	54,1	55
9	Франция	0,73	43,7	5	45	Украина	0,57	16,7	-45
10	Великобритания	0,78	54,5	-15	46	Израиль	0,75	46,2	-12
11	Италия	0,69	35,5	19	47	Норвегия	0,79	58,3	9
12	Мексика	0,61	21,3	-6	48	Португалия	0,68	33,4	2
13	Турция	0,57	17,0	70	49	Дания	0,80	59,1	-5
14	Южная Корея	0,74	44,6	-9	50	Греция	0,63	25,2	19
15	Испания	0,70	36,1	13	51	Марокко	0,50	10,1	-15
16	Канада	0,79	58,2	-18	52	Венгрия	0,67	30,5	2

№	Страна	СР ₁	ВВП/Д, К\$	Δ, %	№	Страна	СР ₁	ВВП/Д, К\$	Δ, %
17	Иран	0,52	11,9	63	53	Шри-Ланка	0,55	15,2	-11
18	Таиланд	0,58	18,5	3	54	Финляндия	0,81	61,7	-21
19	Австралия	0,78	56,0	-8	55	Эфиопия	0,38	3,5	-43
20	Египет	0,46	7,4	67	56	Новая Зеландия	0,78	55,2	-24
21	Польша	0,71	39,2	-17	57	Эквадор	0,57	17,0	-31
22	Пакистан	0,44	6,1	-10	58	Доминик. респуб	0,52	12,2	-13
23	Нигерия	0,42	5,2	16	59	Словакия	0,70	35,6	-4
24	Малайзия	0,62	23,8	33	60	Кения	0,49	9,3	-63
25	Нидерланды	0,79	58,1	-2	61	Танзания	0,41	4,8	-33
26	Филиппины	0,56	15,5	-42	62	Болгария	0,63	25,1	-13
27	Аргентина	0,60	20,3	1	63	Гватемала	0,51	11,4	-26
28	ЮАР	0,52	11,8	16	64	Тунис	0,50	10,2	23
29	Колумбия	0,58	18,1	-17	65	Гана	0,49	9,3	-49
30	ОАЭ	0,69	34,8	115	66	Сербия	0,65	28,3	-39
31	Вьетнам	0,57	17,3	-57	67	Хорватия	0,65	28,4	-3
32	Бангладеш	0,44	6,5	-32	68	Панама	0,60	25,5	23
33	Алжир	0,51	10,9	44	69	Литва	0,70	37,2	-5
34	Швейцария	0,80	60,0	15	70	Камерун	0,42	5,6	-33
35	Бельгия	0,75	46,8	9	71	Уганда	0,41	5,0	-60
36	Сингапур	0,77	53,4	90	72	Непал	0,46	7,6	-60

Видно, что для некоторых стран отклонение от прогноза достаточно велико, что связано с особенностями этих стран. Так, для США положительное отклонение составляет 20%, что, вероятно, связано с конкурентными преимуществами этой лидирующей экономики. Рекордное отклонение ОАЭ +115% связано с природными ресурсами этой страны. Можно заметить, что ряд Средиземноморских стран имеет положительное отклонение: Турция +70%, Иран +63%, Египет +67%,

Италия +19%. Именно эти крупные отклонения ведут к тому, что регрессия для выборки D24 значительно отличается от средней.

Ряд удаленных от цивилизационного центра развитых стран при таком методе анализа обнаруживают отрицательное отклонение: Япония –13%, Великобритания –15%, Канада –18%, Южная Корея – 9%, Австралия – 8% и т. д.

Аналогичные результаты по отклонениям от средней закономерности были получены выше в разделе 1.4 с использованием только показателей образовательного и научного человеческого капитала для 14 крупнейших экономик³⁰². Однако, ввиду более узкой индикативной направленности проведенного выше исследования, количественные выводы были заметно другими, как показано на рис. 1.15, где конверсия образовательного капитала характеризует, насколько ВВП/Д стран превышают прогноз на базе детального учета количества лет обучения.

Вместе с тем значительное положительное отклонение демонстрируют такие страны, как: Сингапур +90%, Малайзия +33%, Ирландия +55%. Среди развивающихся стран, перенесших вооруженные конфликты, наблюдается значительное отрицательное отклонение.

Для России, отклонение которой от среднего значения конверсии (рис. 1.15) послужило основанием для проведения данной работы, согласно результатам, представленным в табл. 3.4, отклонение ВВП/Д от прогноза составляет 2%. Таким образом, прогноз с использованием только образовательной компоненты человеческого капитала для России оказался недостаточно точным. Однако отклонения от средних значений, обнаруженные для Турции и Италии, подтвердились и в данном исследовании, но в других количественных значениях.

Нужно также отметить, что наличие отрицательного отклонения от прогноза свидетельствует о том, что у этих стран есть потенциал для достаточно быстрого роста. Использование различных индикативных подходов позволяет выявить направления, на которых нужно сосредоточиться странам, чтобы использовать имеющийся потенциал.

³⁰² Orekhov Viktor D., Prichina Olga S., et al. Indicative diagnostics of the educational component of human capital based on mathematical modeling. *Оpción*, Año 35, VE, Especial No.20 (2019): 2337–2365.

Анализ стандартного отклонения значений Δ , приведенных в табл. 3.4, для разных выборок стран показывает, что для стран, следующих за выборкой G12, наблюдается быстрый рост этого показателя с 11% до 26%, что связано с особенностями экономик Турции, Ирана и Египта, как показано выше (рис. 1.15, таблица 3.4). Именно это приводит к снижению коэффициента детерминации и отклонению уравнения регрессии для G24 от общих закономерностей.

Использованные в работе глобальные индексы не учитывают такие факторы, как наличие богатых природных ресурсов, географическое положение и история вооруженных конфликтов, поэтому их применение не обеспечивает устранение ряда погрешностей прогнозирования. Однако для крупнейших мировых экономик (G6–G12) разработанный метод прогнозирования достаточно точен.

3.2. Разработка модели прогнозирования уровня «счастья» с использованием глобальных индексов

В индустриальном обществе в качестве показателя благосостояния населения широко использовался ВВП на душу населения. Ситуация стала принципиально меняться в XXI веке, когда около 80% национального богатства развитых стран стал составлять человеческий капитал, базирующийся на интеллектуальных способностях работников. Как было показано выше, концепция человеческого капитала представляет собой оценку способностей работников выполнять полезный для общества труд на основе своей высокой квалификации и создавать общественное богатство. Поэтому очень важно преумножать человеческий капитал и тем самым развивать потенциал социально-экономического развития общества.

Для развития человеческого капитала важным является наличие условий для всемерного повышения квалификации работников, а также поддержания их здоровья и способности к производительному труду. Среди требуемых условий можно отметить: высокое благосостояние, возможность продолжительного обучения, поддержание здоровья, эмоциональный комфорт, возможность применять полученные навыки в трудовой деятельности и наличие мотивации к труду и получению образования. Комплекс близких к описанному состоянию социально-

экономических условий принято в настоящее время обобщенно характеризовать термином «счастье»^{303, 304, 305}.

В то же время ВВП на душу населения не нацелен непосредственно на повышение благосостояния людей и поэтому недостаточно эффективен в качестве показателя улучшения условий для жизни населения, в том числе для роста человеческого капитала. Разработчики последней версии Системы национальных счетов (СНС) 2008, утверждают, что «показатель ВВП никогда не предполагался для измерения благополучия»³⁰⁶.

В 2011 году на 65-й сессии ООН была принята резолюция: «Счастье: целостный подход к развитию», согласно которой международные индексы счастья являются ключевыми параметрами успешности развития государств.

Поскольку меняется ключевая цель, миссия развития общества, то должны измениться и показатели развития. Однако в настоящее время переход к новому общественному целеполаганию находится в начале своего пути и показатели счастья в разных странах существенно различаются и зависят от систем ценностей, характерных для этих стран. Как правило, концепция счастья применительно к обществу рассматривается как цель государственного управления и критерий оценки его эффективности. Представляется, что повышение уровня счастья способствует и улучшению условий для развития человеческого капитала. Именно с этой точки зрения показатели счастья будут рассматриваться в данной работе.

Для использования возможностей межстранового сравнения в качестве цифровой характеристики счастья воспользуемся «индексом счастья» (World Happi-

³⁰³ Easterlin, R.A. Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence / R.A. Easterlin. 1974.

³⁰⁴ Veenhoven, R. Questions on happiness: Classical topics, modern answers, blind spots. In F. Strack, M. Argyle, & N. Schwarz (Eds.), *Subjective well-being: An interdisciplinary perspective* (P. 7-26). — Oxford, England: Pergamon Press, 1991. P. 14.

³⁰⁵ Шматова Ю.Е., Морев М.В. Исследование уровня счастья: литературный обзор российских и зарубежных исследований. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз* 3 (39) 2015. 141–162 с.

³⁰⁶ Peter van de Ven. (2014). *The Implementation of the 2008 SNA and the Main Challenges_rus.pdf* Third General conference of the international Association for the study of income and wealth, Rotterdam.

ness Index — WHI) (Helliwell at al., 2019), разработанным в рамках международной программы United Nations.

В этом индексе учитываются следующие составляющие: прогноз продолжительности здоровой жизни, ВВП на душу населения, свобода жизненного выбора, социальная помощь и поддержка другими людьми, низкая коррупция, а также ощущение людьми положительных или отрицательных эмоций.

Далее мы будем рассматривать WHI, как результат (функцию) деятельности экономики по аналогии с ВВП. С другой стороны, важно понять, от каких аргументов (Предикторов) зависит этот результат. Поскольку в реальности такой результат зависит от большого количества параметров, то удобно выбрать в качестве Предикторов наиболее известные глобальные индексы.

Аналогичные исследования были проведены авторами ранее³⁰⁷ с использованием шести глобальных индексов-Предикторов. В этой работе число Предикторов увеличено до десяти, причем в число новых добавлены два индекса человеческого капитала, разработанные Всемирным экономическим форумом и группой Всемирного банка, индекс успеха Легатум, а также доля финансирования науки в ВВП.

3.2.1. Методика исследования

Цель исследования заключается в разработке модели прогнозирования уровня «счастья» с использованием агрегированных глобальных индексов.

В целом методика проведения исследования в данном разделе была такой же, как и в предыдущем, за небольшими изменениями.

В частности, в качестве показателя результативности (функция) деятельности общества использовался World Happiness Index³⁰⁸. В качестве Предикторов (факторы, аргументы), характеризующих социально-экономическое устройство стран, использовались индексы из числа наиболее известных, которые были рассмотрены в предыдущем разделе и представлены в таблице 3.1. В число Предикторов

³⁰⁷ Orekhov V.D., Prichina O.S., et al. Scientific analysis of the Happiness Index in regard to the human capital development Advanced Research in Dynamical and Control Systems, Volume 12, Special Issue. P. 467–478.

³⁰⁸ Helliwell, J., Layard, R., & Sachs, J. (2019). World Happiness Report 2019, New York: Sustainable Development Solutions Network.

был также включен ВВП/Д по ППС (в сотнях тысяч международных долларов), поскольку, как было показано в предыдущем разделе, существует достаточно сильная корреляция между ВВП/Д и WHI.

Использовались четыре выборки стран: G6, G12, G24, G48. Разработка моделей была нацелена на поиск комплексного Предиктора с высокой степенью корреляции с WHI. Оптимальным считался Предиктор, для которого было максимальным среднее арифметическое значение R^2 для 4 выборок (R^2_m).

Комплексные Предикторы представляют собой линейную композицию Предикторов, представленных в таблице 3.1, согласно формуле (3.4), которая отличается от (3.1) тем, что в качестве девятого индекса используется не WHI, а ВВП/Д.

$$CP = k_1 \cdot IEF + k_2 \cdot EDB + k_3 \cdot WGI + k_4 \cdot GCI + k_5 \cdot MYS + k_6 \cdot GCI + k_7 \cdot HCI + k_8 \cdot RDE + k_9 \cdot \text{ВВП/Д} + k_{10} \cdot LPI. \quad (3.4)$$

3.2.2. Анализ регрессии WHI с глобальными индексами

Результаты анализа величины коэффициентов детерминации — R^2 для парной регрессии индекса счастья (WHI) от Предикторов, приведенных в таблице 3.1, даны в таблице 3.5. Здесь, в отличие от предыдущего раздела, где наилучшими были экспоненциальный и степенной тренды, лучшую корреляцию обеспечивали тренды высокой, примерно пятой степени.

Таблица 3.5.

Значения для парной регрессии WHI от Предикторов

	IEF	EDB	WGI	GCI	MYS	GHC	HCI	RDE	ВВП/Д	LPI
G6	0,970	0,969	0,802	0,848	0,958	0,980	0,907	0,623	0,986	0,865
G12	0,850	0,488	0,559	0,377	0,727	0,622	0,689	0,275	0,842	0,732
G 24	0,629	0,370	0,623	0,540	0,593	0,545	0,556	0,440	0,605	0,737
G48	0,612	0,393	0,648	0,587	0,496	0,582	0,545	0,352	0,696	0,742
mid	0,765	0,555	0,658	0,588	0,694	0,682	0,674	0,423	0,782	0,769

Наибольшими значениями R^2_m характеризуются Предикторы: ВВП на душу населения (0,786), Legatum Prosperity Index (0,769), Index of Economic Freedom (0,765), причем величина различия порядка 2%.

Одним из важнейших Предикторов индекса счастья является ВВП на душу населения (сокращенно ВВП/Д). Среди экономистов почти полвека идут споры относительно парадокса Ричарда Истерлина³⁰⁹, согласно которому рост доходов на душу населения приводит к росту счастья лишь до определенного уровня, но не более. Далее по мере роста доходов начинают возрастать и потребности людей. Альтернативное мнение заключается в том, что уровень счастья зависит от логарифма доходов на душу населения согласно линейному тренду^{310, 311}.

Регрессионная зависимость индекса счастья от ВВП/Д ППС приведена на рис. 3.5 для выборки G12 с полиномиальным (шестой степени — P6) и линейным трендами (экспоненциальный тренд минимально отличается от линейного в этом диапазоне значений). Здесь ВВП/Д выражен в сотнях тысяч международных долларов 2018 года по данным World Bank.

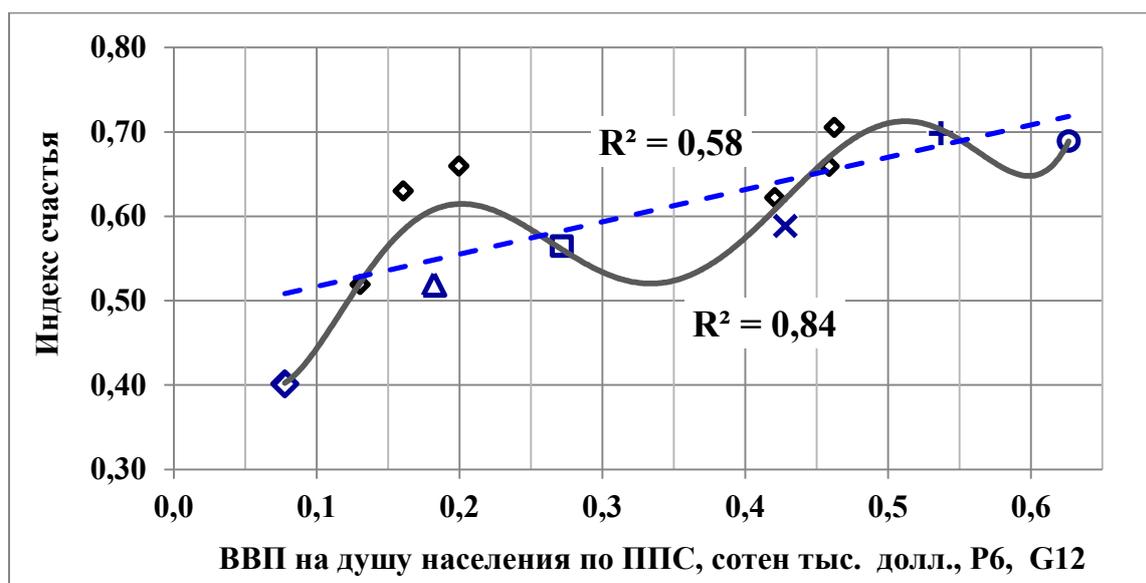


Рис. 3.5. Зависимость индекса счастья от ВВП/Д по ППС, G12

³⁰⁹ Easterlin, R.A. Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence / R.A. Easterlin — 1974.

³¹⁰ Diener, Ed. Rising income and the subjective well-being of nations / Ed. Diener // Journal of Personality and Social Psychology. — Vol. 104 (2). — Feb. 2013. — P. 267–276.

³¹¹ Шматова Ю.Е., Морев М.В. Исследование уровня счастья: литературный обзор российских и зарубежных исследований. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз 3 (39) 2015. 141–162 с.

График тренда имеет два максимума. Это означает, что при увеличении ВВП/Д свыше 25 000 долларов дальнейший рост ВВП/Д для стран G12 будет сопровождаться уменьшением ощущения счастья населением. Россия как раз находится в ниспадающей зоне «счастья» по ВВП/Д.

На рис. 3.5 выделены точки шести крупнейших экономик, представляющих 52% мирового ВВП по ППС (Китай — \triangle , США — \circ , Индия — \diamond , Япония — \times , Германия — $+$, Россия — \square). Видно, что для выборки G12 согласование этих точек с трендом достаточно хорошее, кроме Китая. Точка, соответствующая России, близка к линии тренда. Форма тренда существенно меняется при увеличении объема выборки. Так, для G24 линия тренда близка к линейной зависимости.

Наименьший средний коэффициент детерминации R^2_m для выборки обеспечивают индексы: R&D Expenditure, Ease of Doing Business и Global Competitiveness Index. Они же имеют низкий R^2 для G12 и G24. Однако ни один Предиктор не обеспечивает удовлетворительной парной корреляции с World Happiness Index.

Тренды для некоторых Предикторов существенно не монотонны и имеют по два ярко выраженных минимума. Возможно, это отражает известный парадокс, который заключается в том, что «огромные исторические подвижки в среднем уровне дохода не вызвали повышения степени удовлетворенности и счастья. Вероятно, данный факт обусловлен ростом притязаний: если раньше люди мечтали о собственном велосипеде, то сейчас им уже нужно два автомобиля»³¹². По мнению R. Layard³¹³, основные нужды людей удовлетворяются при уровне ВВП/Д около 20 000 долл. После этого для состояния счастья становится важным не абсолютный, а относительный уровень доходов. Однако данный феномен наблюдается, как показано выше, только в крупнейших по ВВП странах, а при рассмотрении больших выборок он слабо выражен.

³¹² Аргайл М. Психология счастья. 2-е изд. СПб.: Питер, 2003. С. 177.

³¹³ Лэйард Р. Счастье. Уроки новой науки. М.: Издательство Института Гайдара, 2012.

3.2.3. Зависимость индекса счастья от парных Предикторов

Поскольку каждый из исследованных индексов характеризует свою особую зону социально-экономического развития, то логично попытаться формировать за счет их сочетания Предиктор с более высоким коэффициентом детерминации для индекса счастья, чем его компоненты. Для удобства анализа будем далее представлять результаты поиска оптимальных Предикторов в виде погрешности регрессии $\Delta R^2 = 1 - R^2$ в процентах.

Вначале исследуем возможности Предикторов, сформированных из двух индексов, что позволит понять их сочетаемость. Соответственно, значение парного Предиктора будет выражаться формулой (3.5), причем коэффициент k (оптимальная доля первого Предиктора) для каждой пары будет выбираться из условия максимума R^2_m .

$$CP_2 = k \cdot I_1 + (1 - k) I_2 \quad (3.5)$$

В качестве первого из пары Предикторов выберем один из тех, который характеризуется наибольшим R^2_m в таблице 3.5, в частности, ВВП/Д. Результат оптимизации представлен в таблице 3.6.

Таблица 3.6.

Погрешность регрессии для парных Предикторов WHI

Второй Предиктор		IEF	EDB	WGI	GCI	MYS	GHC	HCI	RDE	LPI
Оптимальная доля ВВП/Д — k		0,8	0,8	0,6	0,6	0,75	0,5	0,75	1,0	0,2
ΔR^2 , %, тренд — полином 5-й степени	G6	1,7	1,5	0,5	3,0	1,6	2,0	3,6	1,4	0,8
	G12	22	21	8	21	18	22	20	16	21
	G24	34	35	17	29	35	26	32	40	19
	G48	23	31	27	31	31	30	31	30	18
	mid (R^2_m)	20	22	13	21	21	20	22	22	15

Видно, что наименьшее значение ΔR^2_m обеспечивает парный Предиктор: ВВП/Д — Worldwide Governance Indicators ($\Delta R^2_m = 13,1\%$). Индивидуально эти Предикторы имели R^2_m — 21,8% и 34,2%. На втором месте Предиктор: ВВП/Д — Legatum Prosperity Index ($\Delta R^2_m = 14,7\%$). Индивидуальные значения их ΔR^2_m со-

ставляли 21,8% и 23,1%. Достаточно неожиданно то, что на первое место вышел Предиктор ВВП/Д — WGI, в котором второй Предиктор индивидуально имел высокую погрешность регрессии 34%. Также интересно, что в оптимальном Предикторе ВВП/Д — LPI подавляющую долю (0,8) имеет LPI. Таким образом, оптимизация соотношения пары Предикторов позволяет снизить погрешность регрессии примерно в полтора раза.

График регрессионной зависимости для оптимального парного Предиктора ВВП/Д–WGI дан на рис. 3.6. Видно, что тренд полимодальный, причем Россия находится в комфортной зоне подъема. Согласование точек, соответствующих крупнейшим экономикам, хорошее.

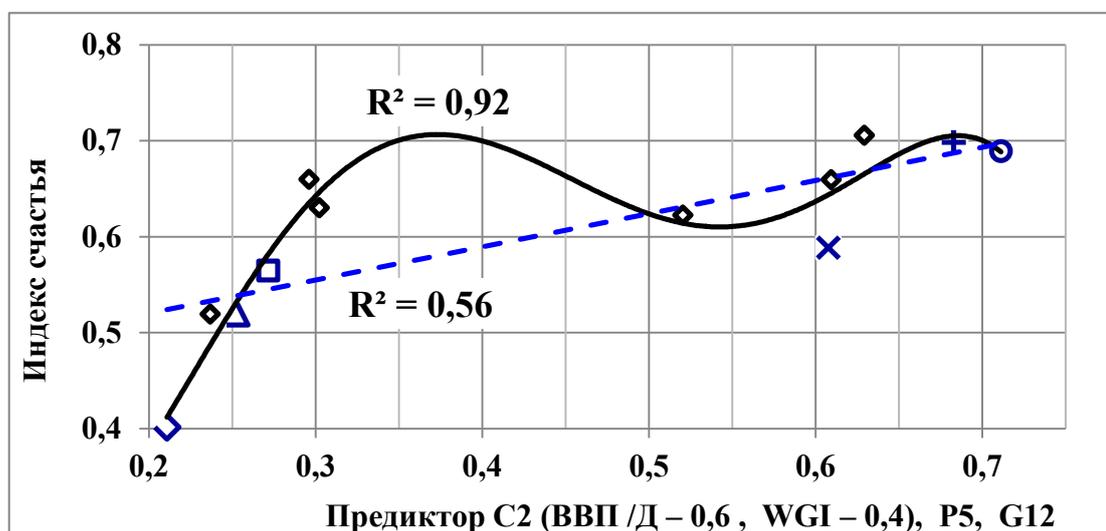


Рис. 3.6. Зависимость WNI от лучшего парного Предиктора, G12

Анализ данных таблицы 3.6 показывает, что Предиктор RDE вообще не обеспечил улучшения средней погрешности регрессии ΔR^2_m и его оптимальная доля — ноль. Однако анализ погрешности для других выборок показывает, что для крупнейших экономик его вклад в снижение ΔR^2 может быть существенным. Предикторы EDB и HCI, хотя и обеспечивают некоторое уменьшение ΔR^2_m , но на величину менее 1%.

3.2.4. Зависимость индекса счастья от комплексных Предикторов

Далее осуществим поиск оптимального комплексного Предиктора (CP), для индекса счастья содержащего большое число глобальных индексов (таблица 3.1), с использованием формулы (3.4). Это позволит понять, какие Предикторы наиболее сильно влияют на индекс счастья. Значения погрешности регрессии ΔR^2 для зависимости WHI от оптимального комплексного Предиктора — CP_j приведены в таблице 3.7. Там же, для сравнения, даны ΔR^2 для лучшего одиночного (CP₁) и парного (CP₂) Предикторов. Здесь CP₃ — оптимальный комплексный Предиктор, полученный в работе³¹⁴, в которой в составе глобальных Предикторов (таблица 3.1) отсутствовали GHS, HCI, ERD, LPI.

Таблица 3.7.

Значения ΔR^2 для зависимости WHI от различных Предикторов

	ΔR^2 , %.					IEF	EDB	WGI	GCI	MYS	GHS	HCI	ERD	ВВП/Д	LPI
	Тренд — полином P5														
	G6	G12	G 24	G48	mid	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₉	k ₁₀
CP ₁	4,8	16,0	39,5	31,1	22,9									1,00	
CP ₂	0,5	7,9	17,4	26,7	13,1			0,40						0,60	
CP ₃	0,1	8,9	16,4	23,3	12,2	0,16		0,40	0,08	0,14				0,22	
CP ₄	0,2	7,4	15,6	22,4	11,4	0,14		0,35		0,10	0,02			0,30	0,09

Добавление этих Предикторов в состав комплекса позволило снизить погрешность регрессии с 12,2% до 11,4%. Важно также, что подтверждается доминирование в составе комплексного Предиктора CP₄ Worldwide Governance Indicators и ВВП/Д. Не востребован вклад таких индексов, как EDB, GCI, HCI и ERD.

В целом комплексный Предиктор имеет вдвое более низкую погрешность регрессии по сравнению с лучшим из одиночных глобальных Предикторов. Регрес-

³¹⁴ Orekhov V.D., Prichina O.S. et al. (2020). Scientific analysis of the Happiness Index in regard to the human capital development. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, Volume 12, Special Issue. P. 467–478.

сионная зависимость для оптимального Предиктора CP_4 для выборки G12 приведена на рис. 3.7. Ее тренд также полимодальный. Согласование точек, соответствующих крупнейшим экономикам, хорошее. Россия находится в зоне подъема уровня счастья.

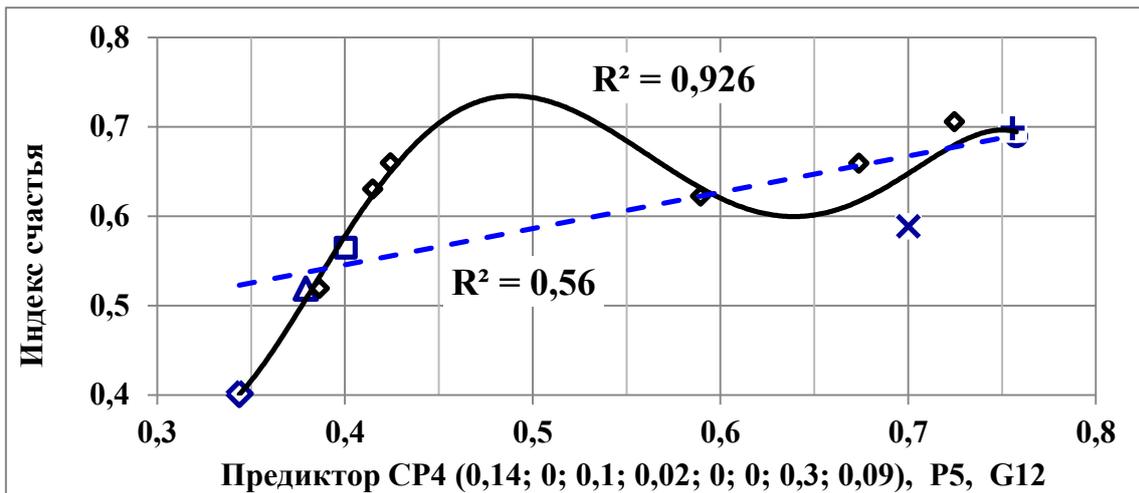


Рис. 3.7. Зависимость World Happiness Index от Предиктора CP_4 , G12

При увеличении размера выборки погрешность регрессии растет, и тренд становится более монотонным, как показано на рис. 3.8.

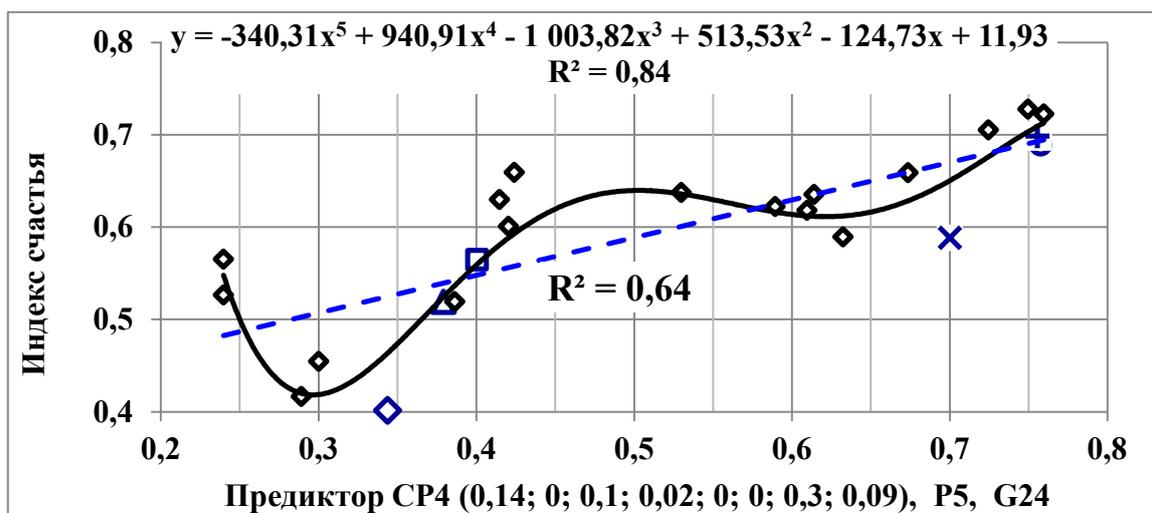


Рис. 3.8. Зависимость World Happiness Index от Предиктора CP_4 , G24

Регрессионная модель World Happiness Index, базирующаяся на основе комплексного предиктора CP_4 , имеет вид (3.6), где $y = WHI$, $x = CP_4$.

$$Y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5. \quad (3.6)$$

Значения коэффициентов для аппроксимационной зависимости (3.6) следующие:

$$a = 11,93, b = -124,73, c = 513,53, d = 1003,82, e = 940,91, f = -340,31.$$

Регрессионная модель (3.6) может быть применена для прогнозирования уровня счастья для 24 крупных экономик и анализа причин отклонения уровня счастья в конкретных странах от тренда. В частности, интересно понять причины отклонения в меньшую сторону для Японии — 9,5% и Индии — 13,5% (рис. 3.8). Также важным является то, что для крупнейших по GDP стран (Россия, Китай, США и Германия) регрессионная модель дает значения, близкие к World Happiness Index (отклонение составляет не более 3%) для стран G24.

Полученная регрессионная модель позволяет понять перспективы повышения уровня счастья за счет улучшения положения по различным Предикторам. Для стран, не входящих в выборку G24, данная модель тоже может использоваться как ориентир, поскольку высокая погрешность регрессии, скорее всего, является следствием подверженности малых экономик различным случайным воздействиям. Предсказательная способность модели (3.6) для этих стран достаточно высокая. Так, стандартное отклонение для разности между прогнозируемым и статистическим значением уровня счастья составляет 5,6% для выборки G6, 7% для G12 9% для G12 и G48 и 13% для 72 стран. При этом аналитическая модель (3.6) корректна только для величин Предиктора CP_4 в диапазоне 0,24 – 0,84, что соблюдается для всех стран G48 кроме Сингапура, для которого $CP_4 = 0,9$.

Предиктор Doing Business входит в оптимальный Предиктор с нулевым весом. Это означает, что он почти не оказывает влияния на World Happiness Index, что диссонирует с постановкой в России в качестве важной цели вхождения в первую двадцатку Doing Business (его корреляция с ВВП/Д, как показано выше, также минимальная).

Не проявляется и корреляция WHI с R&D Expenditure в составе CP_4 , хотя в паре с ВВП/Д индекс RDE обеспечивает для выборки G12 относительно низкую для парных Предикторов погрешность регрессии 16%.

Важно, что в формулу для оптимального Предиктора CP_4 наибольший вклад (35%) вносит Worldwide Governance Indicator. Нужно отметить, что содержание компонент WGI свидетельствует о том, что он ориентирован, прежде всего, на интересы инвесторов, а не населения. Однако в составе исследованного комплекса глобальных индексов он наиболее тесно коррелирует с индексом счастья. Только второй по весу вклад (30%) вносит ВВП/Д, хотя согласно работам других авторов³¹⁵ его роль является ключевой. Уровень образования работников (MYS) и все Предикторы, характеризующие человеческий капитал, дают достаточно небольшой вклад (15%+2% = 12%). Тем не менее можно предполагать, что в странах с высоким индексом счастья условия для роста человеческого капитала будут достаточно благоприятными.

Как было показано в разделе 3.1, индекс счастья оказывает существенное влияние на ВВП/Д (второй по величине вклад в комплексный Предиктор). В данном разделе мы определили Предикторы, которые способствуют росту индекса счастья (за исключением проявления обратного эффекта от корреляции с ВВП/Д). Тем самым мы показали возможность управления ростом индекса счастья, а через него величиной ВВП/Д.

Выводы к главе 3

1. Разработан метод обработки информации, представленной во множестве агрегированных глобальных индексов для решения задач управления социальными и экономическими системами.

2. Разработана модель индикативной диагностики величины ВВП на душу населения в зависимости от 10-индексного Предиктора (CP_1), оптимизированного путем минимизации погрешности регрессии ($\Delta R^2 = 1 - R^2$), которая показана

³¹⁵ Easterlin, R.A. Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence / R.A. Easterlin — 1974.

ла, что индексы, характеризующие человеческий капитал: Human Capital Index и Mean Years of Schooling, — вносят основной вклад в CP_1 — 44%, но не являются абсолютно доминирующими.

3. Весомый вклад в Предиктор ВВП вносят World Happiness Index (24%) и Legatum Prosperity Index (19%). Индексы Index of Economic Freedom и R&D Expenditure не востребованы в составе оптимизированного Предиктора.

4. Обобщенная регрессионная модель ВВП на душу населения от Предиктора CP_1 имеет вид $ВВП/Д = 139 \cdot CP_1^{3,75}$. При этом среднее значение коэффициента детерминации составляет $R^2 \approx 0,92$, а для крупнейших 12 экономик (65% мирового ВВП по ППС) — $R^2 > 0,97$.

5. Показано, что обнаруженное ранее отклонение ВВП на душу населения России от прогноза с использованием только показателей человеческого капитала корректируется при использовании широкого спектра агрегированных индикаторов и снижается до 2% от тренда.

6. Выявлены факторы, влияющие на индекс экономики счастья. Показано, что основными Предикторами для World Happiness Index (WHI) являются: Worldwide Governance Indicator (WGI), ВВП на душу населения и Index of Economic Freedom (IEF).

7. Наименьшую погрешность регрессии с WHI обеспечивает Предиктор CP_4 , включающий в себя: 35% WGI, 30% ВВП/Д, 14% IEF, 9% Legatum Prosperity Index и 12% индексов человеческого капитала. Для данного Предиктора погрешность регрессии с WHI составляет $\Delta R^2 = 7,4\%$ для выборки из 12 крупнейших по ВВП стран. Отклонение величины уровня счастья, рассчитанной по регрессионной модели, от данных World Happiness Index для России, Китая, США и Германии не превышает 3%.

8. Показано, что зависимость World Happiness Index от величины оптимального Предиктора имеет немонотонный вид с двумя минимумами, что на определенном этапе социально-экономического развития ведет к снижению ощущения счастья при росте индексных показателей. Россия находится в зоне подъема уровня счастья.