

ЭКОНОМИКА

ECONOMY

ЭКОНОМИКА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ФАКТОРОВ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТРАН НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Азат АЙТУАР *PhD, Университет Рединг, ассоциированный профессор в Университете КАЗГЮУ им. М. Нарикбаева, Астана, Казахстан, a.aituar@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7625-8783, Scopus ID: 57280245800*

Омар БОЛАТБАЙ* *Магистр государственной политики, Назарбаев университет, Студент докторантуры Университета КАЗГЮУ им. М. Нарикбаева, Астана, Казахстан, omar.bolatbay@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7192-6412*

Дата поступления рукописи в редакцию: 21/02/2024

Доработано: 19/03/2024

Принято: 20/03/2024

DOI: 10.52123/1994-2370-2024-1180

УДК 330.354

МРНТИ 06.52.13

Аннотация. Несмотря на подавляющее согласие ученых о том, что институты играют самую важную роль в определении экономического роста, есть и другие показатели, такие как образование, здравоохранение, инфраструктура и прочие, влияние которых менее изучено. В связи с этим, основная цель исследования — это определение влияния основных факторов на развитие конкурентоспособности экономики. Работа основывается на сравнительном анализе Глобального индекса конкурентоспособности, который включает такие сферы, как институты, финансовая система, инфраструктура, и т. д. в двух редакциях, что позволит нам проверить надежность (robustness) результатов анализа. Основным инструментом анализа будет метод машинного обучения, а именно – Анализ главных компонент, который позволил определить факторы, наиболее важные для повышения конкурентоспособности. Оригинальность исследования заключается в более детальном и комплексном анализе факторов, влияющих на экономический рост с помощью применения методов машинного обучения. Результаты анализа показывают, что для достижения большей конкурентоспособности странам необходимо в первую очередь развивать институты, способствовать благоприятному развитию бизнеса, а затем улучшать качество жизни людей. Роль образования также является одним из важнейших показателей роста.

Ключевые слова: конкурентоспособность, устойчивое развитие, экономический рост, институты, машинное обучение.

Аңдатпа. Ғалымдардың көпшілігі институттардың экономикалық өсуді анықтауда ең маңызды рөл атқаратынымен келіссе де, экономикаға әсері аз зерттелген білім беру, денсаулық сақтау, инфрақұрылым және т.б. сияқты басқа да көрсеткіштер бар. Зерттеудің мақсаты экономиканың бәсекеге қабілеттілігін дамытуға негізгі факторлардың әсерін анықтау. Жұмыс екі басылымдағы Жаһандық бәсекеге қабілеттілік индексінің салыстырмалы талдауына негізделген. Жаңа рейтингте көрсеткіштер саны 114-тен 98-ге дейін қысқарып, сандық көрсеткіштер көбірек болды. Талдаудың негізгі құралы машиналық оқыту әдісі болады, атап айтқанда, бәсекеге қабілеттілікті арттыру үшін маңызды факторларды анықтайтын негізгі компоненттерді талдау. Зерттеудің өзіндік ерекшелігі машиналық оқыту әдістерін пайдалана отырып,

* Автор для корреспонденции: О. Болатбай, omar.bolatbay@gmail.com

экономикалық өсуге әсер ететін факторларды неғұрлым егжей-тегжейлі және жан-жақты талдауда. Талдау нәтижелері жоғары бәсекеге қабілеттілікке қол жеткізу үшін елдерге алдымен институттарды дамыту, бизнестің қолайлы дамуына ықпал ету, содан кейін адамдардың өмір сүру сапасын жақсарту қажет екенін көрсетеді. Білімнің рөлі де өсудің маңызды көрсеткіштерінің бірі болып табылады.

Түйін сөздер: бәсекеге қабілеттілік, тұрақты даму, экономикалық өсу, институттар, машиналық оқыту.

Abstract. Amidst the prevailing consensus within the scientific community on the pivotal role of institutions in shaping economic growth, there exists a subset of indicators, including education, healthcare, and infrastructure, whose impact remains comparatively underexplored. The overarching research objective of this study is to meticulously examine the influence of key determinants on the development of economic competitiveness. The research methodology is firmly anchored in a comparative analysis of the Global Competitiveness Index across two editions, employing machine learning techniques, specifically Principal Component Analysis. This analytical approach facilitates the identification of the most salient factors contributing to a country's competitiveness. The distinctive contribution of this study lies in its rigorous and comprehensive exploration of factors influencing economic growth through the innovative lens of machine learning methodologies. The findings underscore the imperative for nations to accord priority to institutional development and foster a conducive business environment as essential precursors to achieving heightened competitiveness. Subsequently, efforts should be directed towards initiatives that elevate the quality of life for the populace. Moreover, the study underscores the pivotal role of education as one of the primary catalysts for fostering economic growth.

Keywords: competitiveness, sustainable development, economic growth, institutions, machine learning.

Введение

Данное исследование нацелено на анализ факторов, обеспечивающих устойчивое экономическое развитие стран. В рамках данного анализа, основным показателем развития будет Глобальный индекс конкурентоспособности (далее – ГИК), который путем анализа главных компонент (Principal Component Analysis) поможет определить основные показатели и их приоритетность, влияющих на экономическое развитие.

Существует разное мнение ученых относительно ключевых факторов, способствующих экономическому развитию. Некоторые утверждают [1, 2], что капитал и производительность труда играют важную роль, в то время как другие считают [3], что инфраструктура, образование и финансовая система являются ключевыми факторами. Однако, большинство ученых согласны в том, что институты играют наиболее важную роль в экономическом росте и объясняют основные межстрановые различия в экономическом развитии [4].

Последние исследования показывают, что страны с более устойчивыми институтами лучше справляются с внешними шоками. Страны с менее развитыми институтами зависят от природных ресурсов и ренты, и часто их экономика перерасходует средства в периоды роста цен. В то время, как их государственная система управления может способствовать краткосрочному росту благодаря

мобилизации внутренних ресурсов, она, как правило, не в состоянии поддерживать такие темпы в долгосрочной перспективе. [5, 6, 7, 8]. Частные компании, столкнувшиеся с отсутствием верховенства закона, неопределенностью в макроэкономической политике и коррупцией, не могут планировать долгосрочные инвестиции, и поэтому вынуждены сконцентрироваться на получении краткосрочной прибыли.

Основной целью данной работы является проведение более детального (1) и комплексного (2) анализа факторов, влияющих на экономический рост, где:

1. Вместо таких обобщенных факторов как институты, инфраструктура, и др. факторы, за основу будут взяты их компоненты (показатели)

2. Тогда как большинство авторов изучили влияние отдельных факторов на экономический рост, в данном исследовании будет изучен максимально полный перечень показателей, потенциально имеющих влияние на экономический рост

Поэтому, в рамках данного исследования будут проанализированы различные компоненты институтов, финансовой системы, инфраструктуры и пр. и их соответствующее влияние на экономический рост. Далее, результаты будут использованы для выработки рекомендаций по дальнейшему совершенствованию методологии ГИК с особым вниманием к различиям между

двумя изданиями рейтинга ГИК с точки зрения структуры и методологии. Также, ключевые факторы, полученные в результате нашего анализа, могут быть полезны странам, желающим улучшить степень своей экономической конкурентоспособности в качестве инструмента государственной политики.

Работа состоит из комплексного обзора литературы факторов, влияющих на устойчивый экономический рост, описания двух выпусков рейтинга ГИК, методологии Анализа главных компонент, обсуждения и заключительных выводов.

Обзор литературы
Формирование прочных институтов, которые создают правильные стимулы для производства, распределения и обмена материальных ресурсов в рыночной системе, считается ключевым фактором для устойчивого долгосрочного экономического роста [7].

Изучение влияния институтов на конкурентоспособность требует учета множества ее компонентов. Например, коррупция представляет собой одно из ключевых несовершенств институтов и принципиальное препятствие для достижения устойчивого экономического роста [8, 9, 10]. Это злоупотребление властью и ресурсами в целях личной выгоды, возникающее из-за бюрократических процедур и чрезмерного вмешательства государства в экономику [11]. Фаворитизм и недобросовестное поведение чиновников ограничивают перспективы экономического развития [12], а также разрушают доверие к государству и увеличивают риски для иностранных инвестиций [13, 14]. Однако доверие к государству может, в частности к исполнительной ветви, может обеспечить прозрачность бюджета, которая повышает отчетность исполнительной власти [15], обеспечивает ее эффективность [16, 17, 18]. Этот доверенный союз между правительством и населением стимулирует инвестиции в экономику, особенно в инновационные секторы, и способствует устойчивому конкурентному развитию [19]. Немаловажную роль в привлечении долгосрочных инвестиций также играет другой элемент институтов –

обеспечение защиты прав собственности [20, 21].

Однако, помимо институтов, есть другие факторы, влияющие на экономический рост, такие как развитие финансового сектора, наличие качественной инфраструктуры, развитие ИКТ, а также степень здоровья и образования населения.

Таким образом, доступность финансовых услуг для населения и предприятий важна для стимулирования здоровой конкуренции среди банков и обеспечения конкурентоспособности предприятий [22] за счет предоставления долгосрочных инвестиционных ресурсов, что, в последствии ведет в экономическому росту [23].

Множество исследований указывает на то, что качество транспортной инфраструктуры, в том числе дорожной, железнодорожной, портовой, а также инфраструктуры аэропортов играют важную роль в повышении конкурентоспособности экономики [24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39]. Качество дорог и железнодорожной сети имеет большое значение для перемещения людей и товаров, активизации занятости и развития торговых отношений как внутри стран, так и между ними, тогда как продвинутая инфраструктура аэропортов способна обеспечить перераспределение грузов и увеличить товарооборот.

Кроме того, качество инженерно-коммуникационной инфраструктуры, включая пропускную способность Интернета, линии фиксированной телефонной связи, водоснабжения, скорость электрификации и плотность железных дорог, оказывает важное влияние на экономические процессы, повышая прибыльность компаний и эффективность экономических процессов [40].

Так, авторами особое внимание уделяется важности электроснабжения для конкурентоспособности стран [41], где электрификация высоко коррелирует с качеством жизни [42]. Помимо этого, вода и санитария также считаются важными для экономического роста [43]. Широкополосная мобильная связь и высокоскоростной интернет являются

ключевыми компонентами ИКТ-инфраструктуры, которая, в свою очередь, может оказать положительное воздействие на различные аспекты экономической деятельности, связанные с производительностью, производством, инвестициями и занятостью [44, 45].

Развитие человеческого потенциала, включая увеличение продолжительности жизни, улучшение здоровья и образования, а также обучение критическому мышлению и способности адаптироваться к новым производственным процессам, может способствовать привлечению талантов и созданию инновационных технологий, что в свою очередь повышает конкурентоспособность фирм [46]. Это подтверждается исследованием Портера [47], где конкурентоспособность экономики не сколько зависит от использования конкретных факторов промышленности, а столько от усилий фирм в разработке новых продуктов, методов доставки и инноваций.

Так, уровень образования может оказывать существенное влияние на экономический рост путем повышения качества и количества человеческого капитала [48], увеличения инновационного потенциала экономики [49, 50] и распространения знаний [51, 52]. Высокий уровень образования непосредственно связан с развитием инноваций, которое играет важную роль в экономическом росте и создании новых рабочих мест.

Множество глобальных исследований подтверждают, что состояние здоровья населения играет роль надежного предсказателя последующего экономического роста [53, 54, 55, 56, 57] - оно влияет на увеличение сбережений, инвестиций в человеческий капитал, участия в рабочей силе, прямые иностранные инвестиции и рост производительности. Также, были сделаны два эмпирических исследования, где в одном было выявлено, что примерно 50% экономического роста было связано с улучшением здоровья и питания [58], а в другом, что улучшение здоровья населения способствует ускорению экономического роста на 30–40% [59].

На основе обзора академической

литературы можно сделать вывод, что несмотря на преобладающее мнение авторов относительно влияния институциональных факторов на конкурентоспособность страны, существует также ряд других немаловажных факторов. Однако, следует отметить, что большая часть исследований сконцентрирована на анализе отдельных обобщенных факторов или изолированных показателей, связанных с экономическим ростом. Например, одни исследования уделяют внимание значимости институциональной среды для экономического развития страны в целом [7], в то время как другие сфокусированы на изучении влияния коррупции [8, 9, 10].

Таким образом, отсутствуют исследования, учитывающие влияние всех показателей институциональной среды в совокупности, таких как судебная система, снижение коррупции, эффективность правоохранительных органов и т. д. на экономический рост. В связи с этим, основной целью настоящего исследования является заполнение этого пробела путем более комплексного анализа всех факторов вместе, которые оказывают влияние на экономический рост.

Материалы и методы

В данном исследовании будет применяться метод анализа главных компонент (далее – PCA) на основе данных Глобального индекса конкурентоспособности. Использование ГИК обосновано тремя факторами, которые подтверждают надежность проводимого анализа:

1. Широкий охват индикаторов: ГИК включает все индикаторы, рассмотренные в литературном обзоре и признанные значимыми для оценки конкурентоспособности. Это позволяет учесть множество факторов, влияющих на экономический рост и успех стран.

2. Корреляция с Валовым национальным доходом (ВНД): ГИК демонстрирует положительную корреляцию с ВНД, что подтверждает его связь с экономическими показателями. Такая корреляция указывает на достоверность и

значимость ГИК в измерении и оценке развития экономик стран [60].

3. Возможность подтверждения надежности результатов: В 2019 году методология ГИК была изменена, включая замену качественных индикаторов на количественные. Сравнение результатов анализа PCA на старой (отчет ГИК 2017–2018 гг.) и новой (отчет ГИК 4.0 2019 г.) версиях ГИК позволяет подтвердить надежность анализа и подтвердить его результаты.

Отчет ГИК 2017–2018 гг. включает в себя 137 стран, тогда как отчет ГИК 2019 – 140 стран (добавлены Кот-д'Ивуар, Бурунди, Ангола). Выбор временного ряда, а именно 2018 и 2019 годов, обусловлен тем, что в 2019 году расчетные показатели подверглись значительным изменениям – качественные показатели были заменены на количественные для увеличения объективности индекса. Данные расхождения в использованных показателях позволило нам подтвердить надежность результатов анализа PCA, так как анализ выявил значительно схожие результаты по обоим рейтингам. (Смотрите Таблицу 2). Необходимо также отметить, что 2019 год является последним отчетным годом, в котором ВЭФ проводил расчеты по индексу на уровне стран по причине глобальной вспышки коронавируса. Таким образом, использование PCA на данных ГИК обосновано широким охватом индикаторов, корреляцией с ВНД и возможностью сравнения разных версий индекса. Это гарантирует надежность анализа и позволяет выявить ключевые факторы, влияющие на развитие экономик стран.

PCA – это метод отбора наиболее значимых переменных (путем группировки индикаторов под факторы) из большого числа переменных. PCA позволяет сократить количество переменных таким образом, чтобы остались только самые важные

переменные, не искажая общую модель.

Перед проведением факторного анализа необходимо стандартизировать исходный набор данных. Поскольку новый рейтинг был уже стандартизирован Всемирным экономическим форумом, мы приступили к обработке и стандартизации данных старого рейтинга в следующем порядке:

1. Были исключены те показатели, которые были скрыты ВЭФ ввиду конфиденциальности данных.

2. Показателям, значения которых отсутствовали по некоторым странам, было присвоено значение 0,01.

3. 22 показателя, которые имели чрезвычайно высокие абсолютные значения, были переведены в натуральные логарифмы, чтобы не исказить результаты.

4. Данные были стандартизированы путем применения подхода минимум-максимум.

5. Переменные с высокой степенью корреляции были исключены путем метода ковариационной матрицы (удалены значения выше 0,89). Это позволило избежать дублирования переменных, измеряющих похожие понятия.

В результате обработки данных старого рейтинга, из 114 показателей были оставлены только 92, тогда как новый рейтинг не подвергся к изменению – 98 показателей.

PCA требует выполнения определенных условий. Во-первых, данные должны соответствовать показателям тестов Кайзера-Мейера-Олкина (тест КМО) и «окружности Бартлетта». Эти тесты используются для проверки пригодности данных для факторного анализа, а именно КМО тест показывает долю дисперсии в переменных, которая вызвана основными факторами согласно формуле:

$$\text{Тест КМО} = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}}{\sum_{i \neq j} r_{ij} + \sum_{i \neq j} u} \quad (1)$$

где, r_{ij} = квадрат корреляционной матрицы;

u = частичная корреляционная матрица,

тогда как тест «Окружности Бартлетта» проверяет гипотезу, по которой корреляционная матрица должна быть идентичной матрицей. Если тест не опровергает данную гипотезу, проведение факторного анализа будет не целесообразным.

Затем, на основе теста Scree, выбираются ключевые факторы. Согласно Scree тест необходимо исключить те факторы, которые расположены после «разрыва» («Elbow» method, используется для определения оптимального количества компонентов) (красная линия на Рисунках 1 и 2) между самыми важными факторами и теми, которые охватывают значительно меньше вариации, где расстояние между расстоянием между факторами больше не меняется. Суть метода заключается в устранении тех компонентов, которые расположены после «разрыва» между самыми важными компонентами и теми, которые охватывают значительно меньше вариации (расстояние между точками после разрывами практически минимальная). Например, Рисунки 1 и 2 показывают, что после 3 компонента, расстояние между компонентами

больше не меняется. На основе этого мы определяем первые 3 компонента как основные, и игнорируем все компоненты, расположенные ниже разрыва для последующих анализов. Необходимо отметить, однако, что потеря данных не влияет на качество результатов в связи с тем, что выбранные 3 компонента в обоих рейтингах в среднем объясняют по 70% вариации в наборе данных, что означает анализ претерпел минимальную долю потери данных.

И в последнюю очередь, необходимо проверить, чтобы факторные нагрузки индикаторов внутри фактора превышали или были равны 0,43 [61] (Смотрите Таблицы 3 и 4).

Результаты

Исходя из результатов тестирования, включая КМО = 0.875 (старый рейтинг) и 0.905 (новый рейтинг) и нулевых значений теста окружности Бартлетта в обеих рейтингах, можно заключить, что модели является пригодными для анализа (смотрите Таблицу 1).

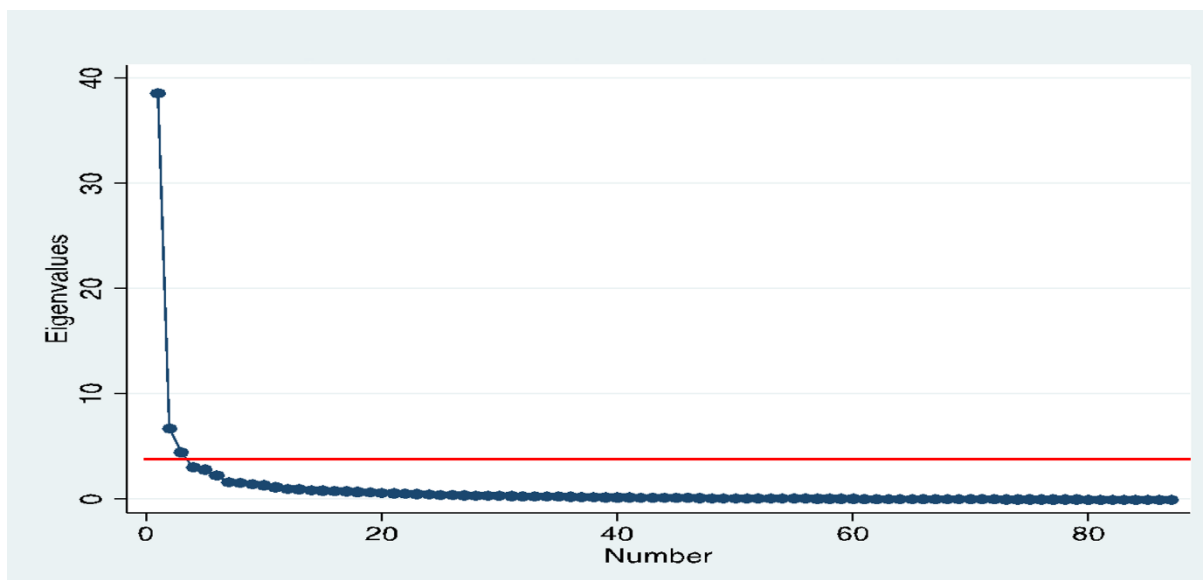
Таблица 1 – Результаты теста КМО и круга Бартлетта

	Старый рейтинг	Новый рейтинг
Тест КМО	0.875	0.905
Тест окружности Бартлетта (p-value)	0.0000	0.0000

Примечание: Тесты КМО и Бартлетта в рамках анализа PCA от авторов

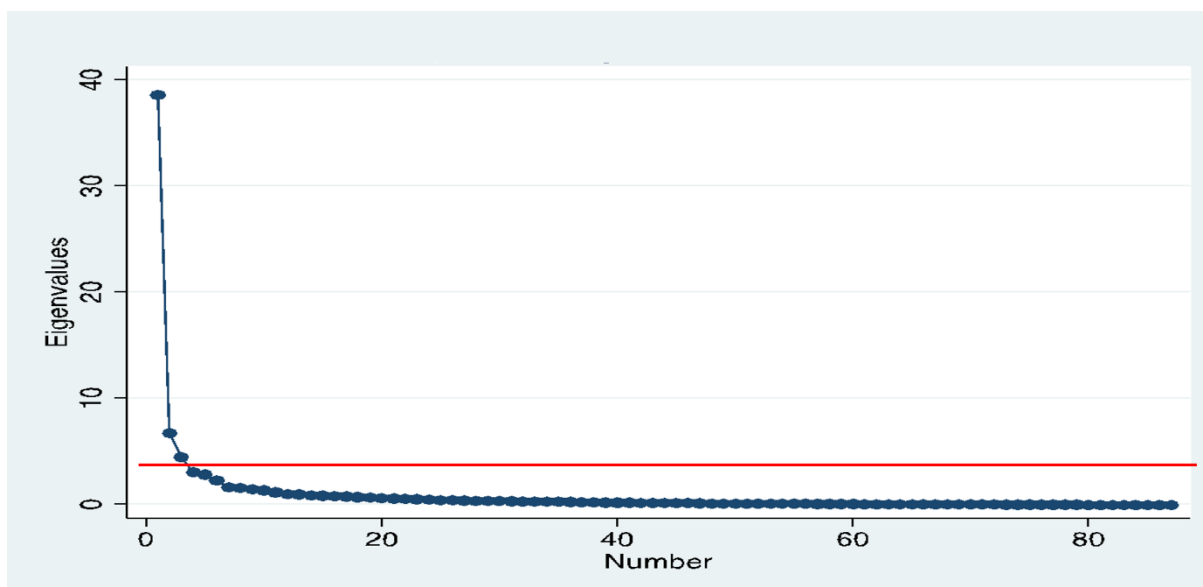
Количество факторов было выбрано на основе теста Scree [62; 63] для обоих рейтингов. В обоих случаях после теста Scree и проверки факторных нагрузок показателей (≥ 0.43) осталось

три фактора. В результате, в старом рейтинге три фактора содержат 82 показателя, тогда как в новом – 70 показателей.



Примечание: составлено автором(ами) на основе Stata

Рисунок 1 – Факторы старого рейтинга ГИК в результате теста Scree



Примечание: составлено автором(ами) на основе Stata

Рисунок 2 – Факторы нового рейтинга ГИК в результате теста Scree

В ходе изучения данных мы пришли к заключению, что полученные 3 фактора можно разделить на «приоритетные показатели» (Фактор 1) и «важные показатели» (Фактор 2 и 3) для дальнейшей интерпретации результатов ввиду того, что показатели находящиеся в Факторе 1 являются намного более важными в части влияния на зависимую

переменную – т.е. собственные значения (eigenvalues) Фактора 1 значительно превышают собственные значения Факторов 2 и 3 (Смотрите Рисунок 1 и Рисунок 2).

Основные результаты исследования продемонстрированы в Таблице 2.

Таблица 2 – Основные результаты анализа главных компонент и сравнение в разрезе 3 факторов

№	Новый рейтинг	Категория	F*	№	Старый рейтинг	Категория	F
БИЗНЕС							
	ФАКТОР 1						
1.02	Количество убийств	Основные институты		1.14	Издержки бизнеса из-за преступности и насилия	Основные институты	1
1.04	Надежность правоохранительных органов		1	1.16	Надежность правоохранительных органов		1
1.06	Бюджетная прозрачность	Основные институты	3	1.03	Необоснованное расходование бюджетных средств	Основные институты	1
				1.08	Расточительность государственных расходов		1
				1.12	Прозрачность принятия решений в госсекторе		1
1.07	Независимость судебных процессов	Основные институты	1	1.06	Независимость судебных процессов	Основные институты	1
1.08	Эффективность правовой базы в оспаривании нормативных актов		1	1.11	Эффективность правовой базы в оспаривании нормативных актов		1
1.10	Обременительность административного регулирования	Основные институты	1	1.09	Обременительность административного регулирования		1
1.11	Эффективность законодательства в решении спорных вопросов	Основные институты	1	1.10	Эффективность законодательства в решении спорных вопросов		1
1.13	Ориентация правительства на будущее		1		Новый		
1.14	Распространенность коррупции		1	1.05	Неформальные платежи и взятки	Основные институты	1
1.15	Права собственности		1	1.01	Права собственности		1
1.16	Защита интеллектуальной собственности		1	1.02	Защита интеллектуальной собственности		1
1.18	Совершенство стандартов аудита и отчетности	Конкурентный бизнес	1	1.18	Совершенство стандартов аудита и отчетности	Конкурентный бизнес	1
1.20	Управление акционерами			1.19	Эффективность работы советов директоров		1
				1.20	Защита интересов миноритарных акционеров		1
	Старый			1.04	Общественное доверие политикам	Основные институты	1
	Старый			1.07	Фаворитизм в решениях чиновников		1
2.01	Индекс дорожной связи	Промышленная инфраструктура		2.02	Качество дорог	Промышленная инфраструктура	1
2.02	Качество дорог		1				
2.04	Оперативность движения поездов		1	2.03	Качество железнодорожной инфраструктуры		
2.05	Качество инфраструктуры аэропортов			2.05	Качество инфраструктуры воздушного транспорта		1
2.06	Оперативность авиатранспортных услуг		1				
2.07	Индекс связности линейного судоходства			2.04	Качество портовой инфраструктуры		1

2.08	Эффективность услуг морского порта		1				
	Старый			2.01	Качество инфраструктуры в целом		1
	Старый			9.01	Наличие новейших технологий	Способность инновациям	к 1
	Старый			9.02	Способность компаний использовать современные технологии	Способность инновациям	к 1
	Старый			9.03	ПИИ и передача технологий	Способность инновациям	к 1
4.02	Динамика долга	Макроэкономическая стабильность	1	3.04	Госдолг в % к ВВП	Макроэкономическая стабильность	
				3.05	Кредитный рейтинг страны		1
6.02	Уровень подготовки кадров	Способность привлекать профессионалов	1	5.08	Уровень подготовки кадров	Способность привлекать профессионалов	1
7.01	Искажающее влияние налогов и субсидий на конкуренцию	Протекционизм	1	6.04	Влияние налогообложения на стимулирование инвестиций	Протекционизм	
7.02	Степень доминирования на рынке		1	6.02	Степень доминирования на рынке		1
				6.03	Эффективность антимонопольной политики		1
7.03	Конкуренция в сфере услуг		1	6.01	Интенсивность конкуренции на внутреннем рынке		
7.04	Преобладание нетарифных барьеров		1	6.09	Величина торговых барьеров		1
				6.13	Обременительность таможенных процедур		1
7.07	Эффективность процесса оформления		1		Новый		
7.01	Искажающее влияние налогов и субсидий на конкуренцию	Основные институты	1	6.05	Общее налоговое бремя, %	Основные институты	
8.02	Практика найма и увольнения	Способность привлекать профессионалов	1	7.03	Практика найма и увольнения	Способность привлекать профессионалов	
8.03	Сотрудничество в отношениях между работниками и работодателем		1	7.01	Сотрудничество в отношениях между работниками и работодателем		1
8.05	Активная трудовая политика		1		Новый		
8.09	Профессионализм менеджеров		1	7.07	Профессионализм менеджеров	Способность привлекать профессионалов	1
8.10	Оплата и производительность		1	7.06	Оплата труда и производительность		1
9.02	Финансирование малого и среднего бизнеса	Финансовая система	1	8.01	Доступность финансовых услуг	Финансовая система	1
9.03	Доступность венчурного капитала		1	8.05	Доступность венчурного капитала		1
9.04	Рыночная капитализация		1		Новый		
	Старый			7.08	Способность страны удерживать таланты		1

	Старый			7.09	Способность страны привлекать таланты	Способность привлекать профессионалов	1
	Старый		2	8.03	Получение финансирования на внутреннем фондовом рынке	Финансовая система	1
9.01	Внутренний кредит частному сектору	Финансовая система			Новый		
	Старый			6.15	Степень ориентации компаний на клиента	Конкурентный бизнес	1
	Старый			8.02	Стоимость финансовых услуг	Финансовая система	1
	Старый			8.04	Легкость получения кредитов		1
	Старый			8.07	Регулирование бирж ценных бумаг		1
11.03	Норма взыскания неплатежеспособности	Конкурентный бизнес	1		Новый		
11.05	Отношение к предпринимательскому риску		1		Новый		
11.07	Рост инновационных компаний	Способность к инновациям	1		Новый		
11.08	Компании, внедряющие революционные идеи		1		Новый		
	Старый			11.02	Качество поставщиков на внутреннем рынке	Конкурентный бизнес	1
	Старый			11.04	Основа конкурентных преимуществ		1
	Старый			11.05	Широта цепочки создания стоимости		1
	Старый			11.06	Контроль международной дистрибуции		1
	Старый			11.07	Сложность производственного процесса		1
	Старый			11.08	Степень развития маркетинга		1
12.01	Разнообразие рабочей силы	Конкурентный бизнес	1		Новый		
12.02	Состояние кластерного развития		1	11.03	Состояние кластерного развития	Конкурентный бизнес	1
12.03	Международные совместные изобретения	Способность к инновациям	1		Новый		
12.04	Многостороннее сотрудничество		1	12.04	Сотрудничество университетов и бизнеса в сфере НИОКР	Способность к инновациям	2
12.06	Заявки на приобретение патентов		1	12.07	Заявки на приобретение патентов		1
12.1	Качество исследовательских институтов			12.02	Качество научно-исследовательских учреждений		1
12.1	Изошренность покупателя		1	6.16	Изошренность покупателя		1
	Старый			12.01	Способность к инновациям		1
	Старый			12.05	Государственные закупки передовых технологий и продукции	Способность к инновациям	1

	Старый			12.06	Наличие ученых и инженеров	Способность инновациям	к	1
	ФАКТОР 2							
1.17	Качество управления земельными ресурсами	Основные институты	2		Новый			
1.20	Управление акционерами	Конкурентный бизнес		1.21	Защита инвесторов, индекс 0-10 (лучший)	Защита прав собственности		2
2.09	Уровень электрификации	Промышленная инфраструктура	2					
2.10	Потери при передаче и распределении электроэнергии		2	2.07	Качество электроснабжения	Промышленная инфраструктура		2
2.11	Воздействие небезопасной питьевой воды		2		Новый			
2.12	Надежность водоснабжения		2		Новый			
7.05	Торговые тарифы	Протекционизм	2	6.10	Торговые пошлины (размер ставок), %	Протекционизм		2
	Старый			6.08	Затраты на сельскохозяйственную политику	Основные институты		2
8.11	Соотношение заработной платы работающих женщин и работающих мужчин	Способность привлекать профессионалов	2	7.10	Работающие женщины, доля по отношению к мужчинам	Способность привлекать профессионалов		
9.06	Надежность банков	Финансовая система		8.06	Надежность банков	Финансовая система		2
12.10	Заявки на товарный знак	Способность инновациям	к 2		Новый			
	ФАКТОР 3							
2.03	Плотность железных дорог	Промышленная инфраструктура	3		Новый			
7.06	Сложность тарифов	Протекционизм	3		Новый			
7.08	Открытость торговли услугами		3		Новый			
	Старый			6.11	Участие иностранного капитала	Основные институты		3
	Старый			6.12	Воздействие правил на ПИИ для бизнеса			3
8.06	Права работников	Способность привлекать профессионалов	3		Новый			
9.05	Страховая премия	Финансовая система	3		Новый			
9.08	Кредитный разрыв	система	3		Новый			
	Старый			10.04	Экспорт, % ВВП	Макроэкономическая стабильность		3

ОБЩЕСТВО							
ФАКТОР 1							
6.03	Качество профессионального обучения	Образование	1	5.03	Качество системы образования	Образование	1
				5.04	Качество образования по математике и естественным наукам		1
				5.05	Качество школ менеджмента		1
6.04	Навыки выпускников	Образование	1		Новый		
6.05	Цифровые навыки среди населения		1		Новый		
6.06	Легкость поиска квалифицированных кадров		1		Новый		
6.08	Критическое мышление в обучении		1		Новый		
	Старый			5.06	Доступ в Интернет в школах	Образование	1
	Старый			5.07	Доступность исследовательских и образовательных услуг		1
ФАКТОР 2							
1.12	Индекс вовлеченности граждан	Основные институты	2		Новый		
3.01	Абоненты мобильной сотовой связи	Гражданская инфраструктура	2	2.08	Число абонентов мобильной связи на 100 чел.	Гражданская инфраструктура	2
3.02	Подписки на мобильный широкополосный доступ в Интернет		2	9.05	Абоненты широкополосных сетей на 100 чел.		2
3.03	Подписки на фиксированный широкополосный доступ в Интернет		2				
3.04	Подписки на оптоволоконный Интернет			9.06	Пропускная способность Интернет, Кб/с на чел.	Гражданская инфраструктура	2
3.05	Пользователи Интернета		2	9.04	Пользователи Интернет		2
	Старый			2.09	Число стационарных телефонов на 100 чел.		2
	Старый			9.07	Пользователи мобильным Интернетом/100 чел.		2
5.01	Ожидаемая продолжительность здоровой жизни	Здравоохранение	2		Новый		
	Старый			4.01	Заболеваемость малярией, на 100 000 чел.	Здравоохранение	2
	Старый			4.02	Среднесрочное воздействие на бизнес малярии		2
	Старый			4.04	Среднесрочное воздействие на бизнес туберкулеза		2
	Старый			4.05	Заболеваемость ВИЧ, % взрослого населения		

	Старый			4.06	Среднесрочное воздействие на бизнес ВИЧ/СПИД		2
	Старый			4.07	Младенческая смертность, смертей на 1 000 рождений		2
	Старый			4.08	Ожидаемая продолжительность жизни, лет		2
6.01	Средняя продолжительность обучения в школе	Образование	2	4.09	Качество начального образования	Образование	
6.07	Ожидаемая продолжительность школьной жизни		2		Новый		
6.09	Соотношение учеников и учителей в начальном образовании		2		Новый		
	Старый			5.02	Охват высшим образованием (валовой), %	Образование	2
ФАКТОР 3							
1.09	Свобода прессы	Основные институты	3		Новый		
ИНДИКАТОРЫ, НЕ ВХОДЯЩИЕ В ФАКТОРЫ 1,2 И 3							
1.01	² Организованная преступность	Основные институты		1.15	Организованная преступность	Основные институты	
1.03	Уровень терроризма			1.13	Издержки бизнеса из-за угрозы терроризма		
1.05	Социальный капитал				Новый		
1.19	Регулирование конфликта интересов				Новый		
	Старый			1.17	Корпоративная этика	Конкурентный бизнес	
	Старый			2.06	Мощности пассажирских авиаперевозок, млн км	Промышленная инфраструктура	
4.01	Инфляция	Макроэкономическая стабильность		3.03	Среднегодовая инфляция	Макроэкономическая стабильность	
	Старый			3.01	Сальдо госбюджета в % к ВВП		
	Старый			3.02	Валовое национальное сбережение в % к ВВП		
	Старый			4.03	Заболеваемость туберкулезом, на 100 000 чел.	Здравоохранение	
	Старый			4.10	Охват начальным образованием (чистый), %	Образование	
	Старый			5.01	Охват средним образованием (валовой), %		
8.01	Затраты на резервирование				Новый		

8.04	Гибкость определения заработной платы	Способность привлекать профессионалов		7.02	Гибкость при установлении заработных плат	Способность привлекать профессионалов	
8.07	Легкость найма иностранной рабочей силы				Новый		
8.08	Внутренняя трудовая мобильность				Новый		
8.12	Ставка налога на рабочую силу			7.05	Эффекты налогообложения на стимулирование работы	Основные институты	
	Старый			7.04	Издержки, связанные с увольнением	Способность привлекать профессионалов	
9.07	Неработающие ссуды	Финансовая система			Новый		
9.09	Норматив нормативного капитала банков				Новый		
	Старый			8.08	Индекс защиты прав, 0 - 10 (лучший)	Основные институты	
10.01	Валовой внутренний продукт (ППС, \$) на душу населения	Макроэкономическая стабильность		10.03	ВВП по ППС, млрд долларов США	Макроэкономическая стабильность	
10.02	Импорт			6.14	Доля импорта в ВВП, %		
	Старый			10.01	Индекс размера внутреннего рынка		
	Старый			10.02	Индекс размера внешнего рынка		
11.01	Стоимость открытия бизнеса	Конкурентный бизнес			Новый		
11.02	Время, потраченное на открытие бизнеса			6.06	Число процедур для открытия бизнеса	Конкурентный бизнес	
				6.07	Число дней для открытия бизнеса		
11.04	Нормативно-правовая база несостоятельности				Новый		
11.06	Готовность делегировать полномочия			11.09	Готовность делегировать полномочия	Конкурентный бизнес	
	Старый			11.01	Количество поставщиков на внутреннем рынке		
12.05	Научные публикации	Способность к инновациям			Новый		
12.07	Затраты на НИОКР			12.03	Расходы компаний на НИОКР	Способность к инновациям	

Примечание: результаты анализа PCA от авторов

*Номер фактора

Обсуждение и выводы

Таким образом, показатели, связанные с институтами, имеют наибольшее влияние на экономический рост и, соответственно, находятся в списке приоритетных показателей (т. е. относятся к Фактору 1). Таким образом, в

новом рейтинге таких показателей 9 (20% от всех приоритетных индикаторов), а в старом – 15 (25%). По показателям, не относящимся к институтам, в новом рейтинге список приоритетных показателей включает 36 показателей, тогда как в старом рейтинге их 43 (Смотрите Таблицу 3).

Таблица 3 – Приоритетные показатели в разрезе подгрупп индикаторов

Подгруппа	Новый рейтинг		Старый рейтинг	
	Количество индикаторов в подгруппе	Доля, %	Количество индикаторов в подгруппе	Доля, %
Основные институты	9	20%	15	25%
Конкурентный бизнес	5	11%	10	17%
Промышленная инфраструктура	4	9%	4	7%
Макроэкономическая стабильность	1	2%	1	2%
Способность привлекать профессионалов	6	13%	6	10%
Протекционизм	6	13%	4	7%
Финансовая система	3	7%	6	10%
Способность к инновациям	6	13%	9	15%
Образование	5	11%	5	8%

В числе важных показателей в новом рейтинге находятся 22 показателя, тогда как в старом – 20, где наибольшую долю индикаторов

Источники: РСА и Анализ авторов
занимает направление «гражданская инфраструктура» – 23% и 27% соответственно.

Таблица 4 – Важные показатели в разрезе подгрупп индикаторов

Подгруппа	Новый рейтинг		Старый рейтинг	
	Количество индикаторов в подгруппе	Доля, %	Количество индикаторов в подгруппе	Доля, %
Гражданская инфраструктура	6	23%	6	27%
Здравоохранение	1	4%	6	27%
Финансовая система	3	12%	1	5%
Промышленная инфраструктура	3	12%	1	5%
Протекционизм	3	12%	1	5%
Образование	3	12%	1	5%
Основные институты	2	8%	2	9%
Способность привлекать профессионалов	2	8%	-	-
Гражданская активность	2	8%	-	-
Способность к инновациям	1	4%	1	5%
Конкурентный бизнес	-	-	2	9%
Макроэкономическая стабильность	-	-	1	5%

Источники: РСА и Анализ авторов

В Таблице 2 продемонстрированы две группы, которые разделены на показатели, которые представляют

«Компании» и «Общество», можно сделать вывод, что Фактор 1 представлен показателями,

относящимися преимущественно к компаниям, а Факторы 2 и 3 представлены показателями, относящимися к людям. Основное исключение составляет подгруппа «образование», которая представлена показателями для общества, но относится к Фактору 1 (Таблица 2). Это в первую очередь демонстрирует важность качества образования для экономического роста, однако, нужно отметить, что качество образования влияет на продуктивность компаний, что объясняет ее нахождение в Факторе 1.

В связи с тем, что большинство

значимых показателей старого индекса в новом остались прежними (Таблица 2), можно сделать вывод о надежности факторного анализа как инструмента для получения критических показателей, ведущих к экономическому росту в контексте рейтинга ГИК. Так, из 23 важных индикаторов старого рейтинга, которые сохранились в новом рейтинге, 22 индикатора остались важными – т. е. индикаторы находятся в Факторе 1, 2 или 3 в обоих рейтингах. Тогда как из 11 похожих индикаторов (не идентичных, но схожих по значению), 8 остались важными индикаторами.

Таблица 5 – Значимость полученных результатов

		Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Итого	Значимость, %
Количество важных идентичных индикаторов в обоих рейтингах	Старый рейтинг	18	5	0	23	96%
	Новый рейтинг	18	4	0	22	
Количество важных похожих индикаторов в обоих рейтингах	Старый рейтинг	9	0	0	9	78%
	Новый рейтинг	7	0	0	7	

По идентичным различие в важных индикаторах это «Надежность банков», т. е. несмотря на то, что оно было важным индикатором в старом рейтинге (Фактор 1), она утратила свою значимость в новом рейтинге (не состоит ни в одном из 3 факторов).

По похожим – «Эффективность работы советов директоров» и «Качество научно-исследовательских организаций» были важными индикаторами в старом рейтинге, тогда как «Управление акционерами» и «Качество-исследовательских институтов» утратили значимость в новом рейтинге соответственно:

1. «Управление акционерами» и «Эффективность работы советов директоров» являются опросными индикаторами. Первый оценивает 3 аспекта хорошего управления в компаниях: права акционеров и их роль в принятии ключевых решений, механизмы защиты акционеров от недопустимого контроля и укрепления

Источник: PCA и Анализ авторов
текущего управления, а также прозрачность компании относительно доли владения, вознаграждений, аудитов и финансовых перспектив, тогда как второй оценивает степень подотчетности руководства инвесторами и совету директоров.

2. «Качество научно-исследовательских организаций» оценивает качество научно-исследовательских институтов по опросу, тогда как «Качество-исследовательских институтов» измеряет известность и положение научно-исследовательских учреждений по рейтингу SCImago Institutions Ranking.

PCA также полезен с точки зрения анализа изменения показателей нового рейтинга ГИК. Например, в новом рейтинге исключены 28 показателей, которые были определены в приоритетных и важных факторах в старом рейтинге. По результатам нашего исследования эти показатели оказались приоритетными для

определения конкурентоспособности страны и, следовательно, не должны были исключаться из рейтинга (Отмечены жирным в Таблице 2).

Заключение

Результаты анализа главных компонент подтвердили гипотезу авторов, охваченных в обзоре литературы, утверждающих, что институты, являются наиболее решающим фактором экономического роста – 86% всех показателей по институтам в ГИК обнаружены в факторах (Фактор 1, 2, и 3), объясняющих конкурентоспособность. Однако, данное исследование раскрыло какие именно институты, т. е. компоненты институтов, больше всего влияют на конкурентоспособность.

Фактор 1 включает в основном показатели, которые связаны с проблемами компаний, которые также можно сгруппировать в «основные институты», «конкурентный бизнес», «промышленная инфраструктура», «протекционизм», «финансовая система», «способность привлекать профессионалов», и «способность к инновациям»; в то время как Фактор 2 и Фактор 3 включают показатели, касающиеся проблем людей, представленных «здравоохранением» и «общественной инфраструктурой». Однако, значительным исключением по «обществу» является «образование», которое входит в Фактор 1, что указывает на важность образования, как фактор, влияющий на конкурентоспособность страны.

На основе вышеуказанного, можно предположить, что для более эффективного развития конкурентоспособности, странам необходимо в первую очередь улучшать институты, затем развивать предпринимательство, и затем решать улучшать качество благосостояния людей.

Необходимо отметить, что ГИК — это авторитетный рейтинг, который мониторится рядом государственных организаций, где некоторые страны запустили программы повышения своего

рейтинга в ГИК, чтобы привлечь инвестиции, в их числе Казахстан, Малайзия, и Филиппины. Наличие факторов из предыдущего рейтинга в списке важных показателей указывает на необходимость рассмотрения вопроса об их включении в новый рейтинг ВЭФ. Возможно, добавление некоторых из них в новый рейтинг позволило бы более точно отразить конкурентоспособность страны.

Отметим, что наш анализ был подтвержден факторным анализом двух рейтингов, в результате которого были получены похожие результаты, в которых институты играли ключевую роль в формировании долгосрочного роста экономики. Это подтверждает качество выводов нашего исследования.

Однако, в нашей работе также существуют определенные ограничения, которые могут быть изучены в дальнейших исследованиях. Во-первых, данный анализ охватывает только линейные взаимосвязи, отражая общие тенденции для всех стран, но не учитывает различия в их уровнях развития. Многие индикаторы могут оказывать разное влияние в зависимости от уровня развития страны и существующей в ней институциональной и деловой среды. Для устранения данного ограничения, в будущих исследованиях мы будем классифицировать страны по кластерам, таким как страны с низким, средним и высоким уровнями дохода, нефтяные экспортеры, развитые страны и пр. В связи с этим, важно учитывать различия в уровнях развития стран, которые могут потребовать индивидуального подхода и применения различных стратегий для достижения оптимального экономического развития, учитывая институциональную структуру и макроэкономическую обстановку. В будущих исследованиях страны группировать страны в кластеры, такие как страны, с низким уровнем доходов, страны со средним уровнем дохода, нефтяные страны, развитые страны и т. д. Во-вторых, с точки зрения практического применения выводов анализа отсутствует видение по улучшению показателей, которые могут быть изучены в дальнейших

исследованиях. В-третьих, наше исследование основано на одном только рейтинге конкурентоспособности. Этот выбор обоснован тем, что данный индекс коррелирует с ВВП, включает множество показателей, влияющих на его рост, и позволяет проверить надежность результатов, сопоставив их с более старым индексом, основанным на качественных показателях, и новым индексом, включающим большое количество количественных показателей. Однако, на данный момент существуют другие известные международные индексы конкурентоспособности, такие как IMD, Индекс экономической свободы, Всемирные показатели

государственного управления и т. д., а также косвенные показатели конкурентоспособности. Поэтому, для более точного понимания конкурентоспособности и усиления анализа можно расширить набор показателей.

Источник финансирования исследования

Данное исследование было профинансировано Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (ИРН AP19577209).

Список литературы

1. Solow, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth/ R. M. Solow//The Quarterly Journal of Economics -1956.- 70(1). - P. 65-94.
2. Swan, T.W. Economic Growth and Capital Accumulation/T.W. Swan//Economic Record -1956.- 32. - P. 334-361.
3. Romer, Paul M. Increasing Returns and Long Run Growth/Paul M. Romer//Journal of Political Economy -1986.- 94(5). - P. 1002-1037.
4. Acemoglu, D., & Robinson, J.A. Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity and Poverty/ Acemoglu [et al.]//2012.- 1st ed. - New York: Crown.
5. North, D. Institutions, Institutional Change and Economic Performance/D. North//Political Economy of Institutions and Decisions -1990.- Cambridge: Cambridge University Press. (DOI:10.1017/CBO9780511808678).
6. Rodrik, D. Institutions for high-quality growth: What they are and how to acquire them/D. Rodrik//St Comp Int Dev -1999.- 35. - P. 3–31. (DOI <https://doi.org/10.1007/BF02699764>).
7. Acemoglu, D., Johnson, S. and Robinson, J.A., and Thaicharoen, Y. Institutional causes, macroeconomic symptoms: Volatility, crises and growth/Acemoglu [et al.]//Journal of Monetary Economics-2003.-50.- P. 49-123.
8. Venard, B. Institutions, Corruption and Sustainable Development/B. Venard//Economics Bulletin -2013.- 33(4). - P. 2545-2562.
9. Ehrlich, I., & Lui, T. Bureaucratic corruption and endogenous economic growth/I. Ehrlich [et al.]//Journal of Political Economy -1999.- 107(6). - P. 270-293.
10. Ades, A., & Tella, R. Rents, Competition, and Corruption/A. Ades [et al.]//The American Economic Review -1999.- 89(4). - P. 982-993.
11. Wei, S. Corruption in economic development - beneficial grease, minor annoyance, or major obstacle?/S. Wei//Policy Research Working Paper Series 2048. The World Bank -1999.
12. Do, Quoc-Anh, Kieu-Trang Nguyen, & Anh N. Tran. One Mandarin Benefits the Whole Clan: Hometown Favoritism in an Authoritarian Regime/Quoc-Anh Do [et al.]//American Economic Journal: Applied Economics -2017.- 9(4). - P. 1-29.
13. Reber R., & Bullock N.J. Conditional Objectivism: A Strategy for Connecting the Social Sciences and Practical Decision-Making/R. Reber [et al.]//In: Valsiner J. (eds) Social Philosophy of Science for the Social Sciences. Theory and History in the Human and Social Sciences. Springer, Cham -2019.-. (DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-33099-6_5).
14. Mauro P. Corruption and Growth/P. Mauro//Quarterly Journal of Economics -1995.- 110. - P. 681-712.
15. Lapsey, I.M., & Rios, A. Making sense of government budgets: An international transparency perspective/I.M. Lapsey [et al.]//Qualitative Research in Accounting and Management -2015.- 12(4). - P. 377-394. (DOI: 10.1108/QRAM-01-2015-0014).
16. Harnovinsah., Al-Hakim, Y., Erlina., & Muda, I. Effect of Accountability, Transparency and Supervision on Budget Performance/Harnovinsah [et al.]//Utopía y Praxis Latinoamericana -2020.- 25(7). (DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.4009622>).

17. Hamed, F. Budget Transparency and Financial Markets/F. Hamed//International Budget Partnership Working Papers. Retrieved from <http://internationalbudget.org/wp-content/uploads/IBP-Working-Paper-1-Budget-Transparency-and-Financial-Markets.pdf> -2011.
18. Zuccolotto, R., & Teixeira, M. Budget Transparency and Democracy: The Effectiveness of Control Intuitions/R. Zuccolotto [et al.]/International Business Research -2014.- 7(6). (DOI:10.5539/ibr.v7n6p83).
19. Hausman, A., & Johnston, W.J. The role of innovation in driving the economy: Lessons from the global financial crisis/A. Hausman [et al.]/Journal of Business Research -2014.- 67(1). - P. 2720-2726. (DOI <https://DOI.org/10.1016/j.jbusres.2013.03.021>).
20. Rodrik, D. Growth Strategies/D. Rodrik//NBER Working Paper No. w10050, Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=461371> -2003.
21. Stiglitz, J. E. Credit Markets and the Control of Capital/J. E. Stiglitz//Journal of Money, Credit and Banking -1985.- 17. - P. 133-152.
22. Castro, R., Clementi, G.C., & MacDonald, G. Investor Protection, Optimal Incentives, and Economic Growth/R. Castro [et al.]/The Quarterly Journal of Economics -2004.- 119(3). - P. 1131–1175. (DOI <https://DOI.org/10.1162/0033553041502171>).
23. Levine, R. Finance and Growth: Theory and Evidence/R. Levine//Handbook of Economic Growth, Volume 1, Ed. by P. Aghion and S. Durlauf, Elsevier -2005.- 865–934.
24. Lee, J. An Economic Analysis of the Good Roads Movement/J. Lee//UC Davis: Institute of Transportation Studies. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/5ct198kp> -2012.
25. Colonna, P. Mobility, roads, development and quality of life/P. Colonna//Conference Paper. - 2003- Retrieved from: (https://www.researchgate.net/profile/Pasquale-Colonna/publication/263398274_Mobility_roads_development_and_quality_of_life/links/0a85e53abf1372124d000000/Mobility-roads-development-and-quality-of-life.pdf).
26. Simon, A. Chinese Roads in India: The Effect of Transport Infrastructure on Economic Development/A. Simon// -2016 (DOI <http://dx.DOI.org/10.2139/ssrn.2856050>).
27. Sam, A., & Novosad, P. Rural Roads and Local Economic Development/A. Sam [et al.]/American Economic Review -2020.- 110(3). - P. 797-823.
28. Vadali, S. Toll roads and economic development: exploring effects on property values/S. Vadali//Ann Reg Sci -2008.- 42. - P. 591–620. (DOI <https://DOI.org/10.1007/s00168-007-0180-0>).
29. Bottasso, A., Conti, M., Sa Porto, P.C., Ferrari, C., & Tei, A. Roads to growth: The Brazilian way/A. Bottasso [et al.]/Research in Transportation Economics -2021- 90. (DOI <https://DOI.org/10.1016/j.retrec.2021.101086>).
30. Calderon, C., & Serven, L. Infrastructure and Economic Development in Sub-Saharan Africa/C. Calderon [et al.]/Journal of African Economies -2010.- 19(1). - P. 13–87. (DOI <https://DOI.org/10.1093/jae/ejp022>).
31. Wong, K.K., & Ho, T.K. Dynamic coast control of train movement with genetic algorithm/K.K. Wong [et al.] //International Journal of Systems Science -2004.- 35(13-14). - P. 835-846. (DOI: <https://DOI.org/10.1080/00207720412331203633>).
32. Deng, T. Impacts of Transport Infrastructure on Productivity and Economic Growth: Recent Advances and Research Challenges/T. Deng//Transport Reviews -2013.- 33(6). - P. 686-699. (DOI <https://DOI.org/10.1080/01441647.2013.851745>).
33. Park, S. Quality of transport infrastructure and logistics as source of comparative advantage/S. Park//Transport Policy -2020.- 99. - P. 54-62. (DOI <https://DOI.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.016>).
34. Skorobogatova, O., & Kuzmina-Merlino, I. Transport Infrastructure Development Performance/O. Skorobogatova [et al.]/Procedia Engineering -2017.- 178. - P. 319-329. (DOI <https://DOI.org/10.1016/j.proeng.2017.01.056>).
35. Carbo, J.M., & Graham, D.J. Quantifying the impacts of air transportation on economic productivity: a quasi-experimental causal analysis/J.M. Carbo, D.J. Graham//Economics of Transportation -2020.- 24. (DOI <https://DOI.org/10.1016/j.ecotra.2020.100195>).
36. Liang, R., & Liu, Z. Port Infrastructure Connectivity, Logistics Performance and Seaborne Trade on Economic Growth: An Empirical Analysis on “21st-Century Maritime Silk Road”/R. Liang, Z. Liu//Journal of Coastal Research -2020.- 106. - P. 319-324.
37. Oum, T. H., & Yu, C. Economic Efficiency of Railways and Implications for Public Policy: A Comparative Study of the OECD Countries’ Railways/T. H. Oum, C. Yu//Journal of Transport Economics and Policy -1994.- 28(2). - P. 121–138. (DOI <http://www.jstor.org/stable/20053031>).
38. Huang, Y., Yang, L., Tang, T., Gao, Z., & Cao, F. Joint train scheduling optimization with service quality and energy efficiency in urban rail transit networks/Y. Huang, L. Yang, T. Tang, Z. Gao, F. Cao//Energy -2017.- 138. - P. 1124-1147.
39. Smerichevskyi, S., Kryvovyazyuk, I., Smerichevska, S., Tsymbalistova, O., Kharchenko, M., & Yudenko, E. Development of the Logistical Support Mechanism for the Airline’s Innovation Activity on

the Market of Air Transport Services/S. Smerichevskiy, I. Kryvovyazyuk, S. Smerichevska, O. Tsymbalistova, M. Kharchenko, E. Yudenko//International Journal of Management -2020.- 11(6). - P. 1482-1492.

40. Kurniawati, M.A. The role of ICT infrastructure, innovation and globalization on economic growth in OECD countries, 1996-2017/M.A. Kurniawati//Journal of Science and Technology Policy Management -2020.- 11(2). - P. 193-215. (DOI <https://DOI.org/10.1108/JSTPM-06-2019-0065>).

41. Costa-Campi, M.T., García-Quevedo, J., & Trujillo-Baute, E. Electricity regulation and economic growth/M.T. Costa-Campi, J. García-Quevedo, E. Trujillo-Baute//Energy Policy -2018.- 113. - P. 232-238. (DOI <https://DOI.org/10.1016/j.enpol.2017.11.004>).

42. Niu, S., Jia, Y., Ye, L., Dai, R., & Li, N. Does electricity consumption improve residential living status in less developed regions? An empirical analysis using the quantile regression approach/S. Niu, Y. Jia, L. Ye, R. Dai, N. Li//Energy -2016.- 95. - P. 550-560.

43. Shafik, N. Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis/N. Shafik//Oxford Economic Papers -1994.- 46. - P. 757-773. (DOI <http://www.jstor.org/stable/2663498>).

44. Madden, G., & Savage, S.J. Telecommunications and economic growth/G. Madden, S.J. Savage//International Journal of Social Economics -2000.- 27(10). - P. 893-906.

45. Thompson, H.G., & Garbacz, C. Economic impacts of mobile versus fixed broadband/H.G. Thompson, C. Garbacz//Telecommunications Policy -2011.- 35(11). - P. 999-1009.

46. Abdrukmanova, G., Shayusupova, N., Irmatova, A., & Rustamov, D. The role of the digital economy in the development of the human capital market/G. Abdrukmanova, N. Shayusupova, A. Irmatova, D. Rustamov//International Journal of Psychological Rehabilitation -2020.- 24(7). - P. 8043-8051.

47. Porter, M. E. The Competitive Advantage of Nations/M. E. Porter//Harvard Business Review -1990.- 90211. - P. 73-91.

48. Mankiw, N.G., Romer, D., & Weil, D.N. A contribution to the empirics of economic growth/N.G. Mankiw, D. Romer, D.N. Weil//Quarterly Journal of Economics -1992.- 107(2).

49. Romer, P. Endogenous technological change/P. Romer//Journal of Political Economy -1990.- 99(5)., pt. II - P. S710S102.

50. Aghion, P., & Howitt, P. Endogenous Growth Theory/P. Aghion, P. Howitt//Cambridge, MA: MIT Press -1998.

51. Nelson, R.R., & Phelps, E. Investment in humans, technology diffusion and economic growth/R.R. Nelson, E. Phelps//American Economic Review -1966.- 56(2).

52. Benhabib, J., & Spiegel, M.M. Human capital and technology diffusion/J. Benhabib, M.M. Spiegel//Handbook of Economic Growth, edited by Philippe Aghion and Steven N. Durlauf, Elsevier - 2005.

53. Silverstein, S.C., Garrison, H.H., & Heinig, S.J. A few basic economic facts about research in the medical and related life sciences/S.C. Silverstein, H.H. Garrison, S.J. Heinig//The FASEB Journal - 1995.- 9(10). - P. 833-840.

54. Kalemli, O.S., Ryder, H.E., & Weil, D.N. Mortality decline, human capital investment and economic growth/O.S. Kalemli, H.E. Ryder, D.N. Weil//Journal of Development Economics -2000.- 62. - P. 1-23.

55. Macroeconomics and health: investing in health for economic development. Geneva, WHO Commission on Macroeconomics and Health -2001.

56. Alsan, M., Bloom, D., & Canning, D. The effect of population health on foreign direct investment/M. Alsan, D. Bloom, D. Canning//National Bureau for Economic Research, (NBER Working Paper 10596), Cambridge, MA -2004.

57. Bloom, D., Canning, D., & Sevilla, J. Health, worker productivity and economic growth/D. Bloom, D. Canning, J. Sevilla//Pittsburgh, School of Public Policy and Management, Carnegie Mellon University -2002.

58. Fogel, R.W. Economic growth, population theory and physiology: the bearing of long-term process on the making of economic policy/R.W. Fogel//The American Economic Review -1994.- 84(3). - P. 369-395.

59. Arora, S. Health, human productivity, and long-term economic growth/S. Arora//The Journal of Economic History -2001.- 61(3). - P. 81-95.

60. Schwab, K. The Global Competitiveness Report 2018/K. Schwab//World Economic Forum - 2018.

61. Stevens, P. Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences/P. Stevens//University of Cincinnati -2009.

62. Cattell, R.B. The Scree Test for the Number of Factors/R.B. Cattell//Multivariate Behavioral Research -1996.- 1. - P. 245-276. (http://dx.DOI.org/10.1207/s15327906mbr0102_10).

63. Kovačić, Z. Multivarijaciona analiza/Z. Kovačić//Ekonomski fakultet u Beogradu -1994.

References

1. Solow, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth/ R. M. Solow//The Quarterly Journal of Economics -1956.- 70(1). - P. 65-94.
2. Swan, T.W. Economic Growth and Capital Accumulation/T.W. Swan//Economic Record -1956.- 32. - P. 334-361.
3. Romer, Paul M. Increasing Returns and Long Run Growth/Paul M. Romer//Journal of Political Economy -1986.- 94(5). - P. 1002-1037.
4. Acemoglu, D., & Robinson, J.A. Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity and Poverty/ Acemoglu [et al.]//2012.- 1st ed. - New York: Crown.
5. North, D. Institutions, Institutional Change and Economic Performance/D. North//Political Economy of Institutions and Decisions -1990.- Cambridge: Cambridge University Press. (DOI:10.1017/CBO9780511808678).
6. Rodrik, D. Institutions for high-quality growth: What they are and how to acquire them/D. Rodrik//St Comp Int Dev -1999.- 35. - P. 3–31. (DOI <https://doi.org/10.1007/BF02699764>).
7. Acemoglu, D., Johnson, S. and Robinson, J.A., and Thaicharoen, Y. Institutional causes, macroeconomic symptoms: Volatility, crises and growth/Acemoglu [et al.]//Journal of Monetary Economics-2003.-50.- P. 49-123.
8. Venard, B. Institutions, Corruption and Sustainable Development/B. Venard//Economics Bulletin -2013.- 33(4). - P. 2545-2562.
9. Ehrlich, I., & Lui, T. Bureaucratic corruption and endogenous economic growth/I. Ehrlich [et al.]//Journal of Political Economy -1999.- 107(6). - P. 270-293.
10. Ades, A., & Tella, R. Rents, Competition, and Corruption/A. Ades [et al.]//The American Economic Review -1999.- 89(4). - P. 982-993.
11. Wei, S. Corruption in economic development - beneficial grease, minor annoyance, or major obstacle?/S. Wei//Policy Research Working Paper Series 2048. The World Bank -1999.
12. Do, Quoc-Anh, Kieu-Trang Nguyen, & Anh N. Tran. One Mandarin Benefits the Whole Clan: Hometown Favoritism in an Authoritarian Regime/Quoc-Anh Do [et al.]//American Economic Journal: Applied Economics -2017.- 9(4). - P. 1-29.
13. Reber R., & Bullo N.J. Conditional Objectivism: A Strategy for Connecting the Social Sciences and Practical Decision-Making/R. Reber [et al.]//In: Valsiner J. (eds) Social Philosophy of Science for the Social Sciences. Theory and History in the Human and Social Sciences. Springer, Cham -2019.-. (DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-33099-6_5).
14. Mauro P. Corruption and Growth/P. Mauro//Quarterly Journal of Economics -1995.- 110. - P. 681-712.
15. Lapsey, I.M., & Rios, A. Making sense of government budgets: An international transparency perspective/I.M. Lapsey [et al.]//Qualitative Research in Accounting and Management -2015.- 12(4). - P. 377-394. (DOI: 10.1108/QRAM-01-2015-0014).
16. Harnovinsah., Al-Hakim, Y., Erlina., & Muda, I. Effect of Accountability, Transparency and Supervision on Budget Performance/Harnovinsah [et al.]//Utopía y Praxis Latinoamericana -2020.- 25(7). (DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.4009622>).
17. Hamed, F. Budget Transparency and Financial Markets/F. Hamed//International Budget Partnership Working Papers. Retrieved from <http://internationalbudget.org/wp-content/uploads/IBP-Working-Paper-1-Budget-Transparency-and-Financial-Markets.pdf> -2011.
18. Zuccolotto, R., & Teixeira, M. Budget Transparency and Democracy: The Effectiveness of Control Intuitions/R. Zuccolotto [et al.]//International Business Research -2014.- 7(6). (DOI:10.5539/ibr.v7n6p83).
19. Hausman, A., & Johnston, W.J. The role of innovation in driving the economy: Lessons from the global financial crisis/A. Hausman [et al.]//Journal of Business Research -2014.- 67(1). - P. 2720-2726. (DOI <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.03.021>).
20. Rodrik, D. Growth Strategies/D. Rodrik//NBER Working Paper No. w10050, Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=461371> -2003.
21. Stiglitz, J. E. Credit Markets and the Control of Capital/J. E. Stiglitz//Journal of Money, Credit and Banking -1985.- 17. - P. 133-152.
22. Castro, R., Clementi, G.C., & MacDonald, G. Investor Protection, Optimal Incentives, and Economic Growth/R. Castro [et al.]//The Quarterly Journal of Economics -2004.- 119(3). - P. 1131–1175. (DOI <https://doi.org/10.1162/0033553041502171>).
23. Levine, R. Finance and Growth: Theory and Evidence/R. Levine//Handbook of Economic Growth, Volume 1, Ed. by P. Aghion and S. Durlauf, Elsevier -2005.- 865–934.
24. Lee, J. An Economic Analysis of the Good Roads Movement/J. Lee//UC Davis: Institute of Transportation Studies. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/5ct198kp> -2012.
25. Colonna, P. Mobility, roads, development and quality of life/P. Colonna//Conference Paper. -

- 2003- Retrieved from: (https://www.researchgate.net/profile/Pasquale-Colonna/publication/263398274_Mobility_roads_development_and_quality_of_life/links/0a85e53abf1372124d000000/Mobility-roads-development-and-quality-of-life.pdf).
26. Simon, A. Chinese Roads in India: The Effect of Transport Infrastructure on Economic Development/A. Simon// -2016 (DOI [http://dx.Doi.org/10.2139/ssrn.2856050](http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2856050)).
27. Sam, A., & Novosad, P. Rural Roads and Local Economic Development/A. Sam [et al.]//American Economic Review -2020.- 110(3). - P. 797-823.
28. Vadali, S. Toll roads and economic development: exploring effects on property values/S. Vadali//Ann Reg Sci -2008.- 42. - P. 591-620. (DOI [https://DOI.org/10.1007/s00168-007-0180-0](https://doi.org/10.1007/s00168-007-0180-0)).
29. Bottasso, A., Conti, M., Sa Porto, P.C., Ferrari, C., & Tei, A. Roads to growth: The Brazilian way/A. Bottasso [et al.]//Research in Transportation Economics -2021- 90. (DOI [https://DOI.org/10.1016/j.retrec.2021.101086](https://doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101086)).
30. Calderon, C., & Serven, L. Infrastructure and Economic Development in Sub-Saharan Africa/C. Calderon [et al.]//Journal of African Economies -2010.- 19(1). - P. 13-87. (DOI [https://DOI.org/10.1093/jae/ejp022](https://doi.org/10.1093/jae/ejp022)).
31. Wong, K.K., & Ho, T.K. Dynamic coast control of train movement with genetic algorithm/K.K. Wong [et al.] //International Journal of Systems Science -2004.- 35(13-14). - P. 835-846. (DOI: [https://DOI.org/10.1080/00207720412331203633](https://doi.org/10.1080/00207720412331203633)).
32. Deng, T. Impacts of Transport Infrastructure on Productivity and Economic Growth: Recent Advances and Research Challenges/T. Deng//Transport Reviews -2013.- 33(6). - P. 686-699. (DOI [https://DOI.org/10.1080/01441647.2013.851745](https://doi.org/10.1080/01441647.2013.851745)).
33. Park, S. Quality of transport infrastructure and logistics as source of comparative advantage/S. Park//Transport Policy -2020.- 99. - P. 54-62. (DOI [https://DOI.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.016](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.016)).
34. Skorobogatova, O., & Kuzmina-Merlino, I. Transport Infrastructure Development Performance/O. Skorobogatova [et al.]//Procedia Engineering -2017.- 178. - P. 319-329. (DOI [https://DOI.org/10.1016/j.proeng.2017.01.056](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.056)).
35. Carbo, J.M., & Graham, D.J. Quantifying the impacts of air transportation on economic productivity: a quasi-experimental causal analysis/J.M. Carbo, D.J. Graham//Economics of Transportation -2020.- 24. (DOI [https://DOI.org/10.1016/j.ecotra.2020.100195](https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2020.100195)).
36. Liang, R., & Liu, Z. Port Infrastructure Connectivity, Logistics Performance and Seaborne Trade on Economic Growth: An Empirical Analysis on "21st-Century Maritime Silk Road"/R. Liang, Z. Liu//Journal of Coastal Research -2020.- 106. - P. 319-324.
37. Oum, T. H., & Yu, C. Economic Efficiency of Railways and Implications for Public Policy: A Comparative Study of the OECD Countries' Railways/T. H. Oum, C. Yu//Journal of Transport Economics and Policy -1994.- 28(2). - P. 121-138. (DOI <http://www.jstor.org/stable/20053031>).
38. Huang, Y., Yang, L., Tang, T., Gao, Z., & Cao, F. Joint train scheduling optimization with service quality and energy efficiency in urban rail transit networks/Y. Huang, L. Yang, T. Tang, Z. Gao, F. Cao//Energy -2017.- 138. - P. 1124-1147.
39. Smerichevskiy, S., Kryvovozyuk, I., Smerichevska, S., Tsymbalistova, O., Kharchenko, M., & Yudenko, E. Development of the Logistical Support Mechanism for the Airline's Innovation Activity on the Market of Air Transport Services/S. Smerichevskiy, I. Kryvovozyuk, S. Smerichevska, O. Tsymbalistova, M. Kharchenko, E. Yudenko//International Journal of Management -2020.- 11(6). - P. 1482-1492.
40. Kurniawati, M.A. The role of ICT infrastructure, innovation and globalization on economic growth in OECD countries, 1996-2017/M.A. Kurniawati//Journal of Science and Technology Policy Management -2020.- 11(2). - P. 193-215. (DOI [https://DOI.org/10.1108/JSTPM-06-2019-0065](https://doi.org/10.1108/JSTPM-06-2019-0065)).
41. Costa-Campi, M.T., García-Quevedo, J., & Trujillo-Baute, E. Electricity regulation and economic growth/M.T. Costa-Campi, J. García-Quevedo, E. Trujillo-Baute//Energy Policy -2018.- 113. - P. 232-238. (DOI [https://DOI.org/10.1016/j.enpol.2017.11.004](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.11.004)).
42. Niu, S., Jia, Y., Ye, L., Dai, R., & Li, N. Does electricity consumption improve residential living status in less developed regions? An empirical analysis using the quantile regression approach/S. Niu, Y. Jia, L. Ye, R. Dai, N. Li//Energy -2016.- 95. - P. 550-560.
43. Shafik, N. Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis/N. Shafik//Oxford Economic Papers -1994.- 46. - P. 757-773. (DOI <http://www.jstor.org/stable/2663498>).
44. Madden, G., & Savage, S.J. Telecommunications and economic growth/G. Madden, S.J. Savage//International Journal of Social Economics -2000.- 27(10). - P. 893-906.
45. Thompson, H.G., & Garbacz, C. Economic impacts of mobile versus fixed broadband/H.G. Thompson, C. Garbacz//Telecommunications Policy -2011.- 35(11). - P. 999-1009.
46. Abdrukhmanova, G., Shayusupova, N., Irmatova, A., & Rustamov, D. The role of the digital economy in the development of the human capital market/G. Abdrukhmanova, N. Shayusupova, A. Irmatova, D. Rustamov//International Journal of Psychological Rehabilitation -2020.- 24(7). - P. 8043-

8051.

47. Porter, M. E. The Competitive Advantage of Nations/M. E. Porter//Harvard Business Review -1990.- 90211. - P. 73-91.

48. Mankiw, N.G., Romer, D., & Weil, D.N. A contribution to the empirics of economic growth/N.G. Mankiw, D. Romer, D.N. Weil//Quarterly Journal of Economics -1992.- 107(2).

49. Romer, P. Endogenous technological change/P. Romer//Journal of Political Economy -1990.- 99(5)., pt. II - P. S710S102.

50. Aghion, P., & Howitt, P. Endogenous Growth Theory/P. Aghion, P. Howitt//Cambridge, MA: MIT Press -1998.

51. Nelson, R.R., & Phelps, E. Investment in humans, technology diffusion and economic growth/R.R. Nelson, E. Phelps//American Economic Review -1966.- 56(2).

52. Benhabib, J., & Spiegel, M.M. Human capital and technology diffusion/J. Benhabib, M.M. Spiegel//Handbook of Economic Growth, edited by Philippe Aghion and Steven N. Durlauf, Elsevier - 2005.

53. Silverstein, S.C., Garrison, H.H., & Heinig, S.J. A few basic economic facts about research in the medical and related life sciences/S.C. Silverstein, H.H. Garrison, S.J. Heinig//The FASEB Journal - 1995.- 9(10). - P. 833-840.

54. Kalemli, O.S., Ryder, H.E., & Weil, D.N. Mortality decline, human capital investment and economic growth/O.S. Kalemli, H.E. Ryder, D.N. Weil//Journal of Development Economics -2000.- 62. - P. 1-23.

55. Macroeconomics and health: investing in health for economic development. Geneva, WHO Commission on Macroeconomics and Health -2001.

56. Alsan, M., Bloom, D., & Canning, D. The effect of population health on foreign direct investment/M. Alsan, D. Bloom, D. Canning//National Bureau for Economic Research, (NBER Working Paper 10596), Cambridge, MA -2004.

57. Bloom, D., Canning, D., & Sevilla, J. Health, worker productivity and economic growth/D. Bloom, D. Canning, J. Sevilla//Pittsburgh, School of Public Policy and Management, Carnegie Mellon University -2002.

58. Fogel, R.W. Economic growth, population theory and physiology: the bearing of long-term process on the making of economic policy/R.W. Fogel//The American Economic Review -1994.- 84(3). - P. 369-395.

59. Arora, S. Health, human productivity, and long-term economic growth/S. Arora//The Journal of Economic History -2001.- 61(3). - P. 81-95.

60. Schwab, K. The Global Competitiveness Report 2018/K. Schwab//World Economic Forum - 2018.

61. Stevens, P. Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences/P. Stevens//University of Cincinnati -2009.

62. Cattell, R.B. The Scree Test for the Number of Factors/R.B. Cattell//Multivariate Behavioral Research -1996.- 1. - P. 245-276. (http://dx.doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10).

63. Kovačić, Z. Multivarijaciona analiza/Z. Kovačić//Ekonomski fakultet u Beogradu -1994.

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ НЕГІЗІНДЕ ЕЛДЕРДІҢ БӘСЕКЕГЕ ҚАБІЛЕТТІЛІГІНІҢ НЕГІЗГІ ФАКТОРЛАРЫН АНЫҚТАУ

Азам АЙТУАР, PhD, Рединг университеті, Халықаралық экономика мектебіндегі қауымдастырылған профессор, М. Нәрікбаев атындағы КАЗГЮУ Университеті, Астана, Қазақстан Республикасы, a.aituar@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7625-8783, Scopus ID: 57280245800

Омар БОЛАТБАЙ, Мемлекеттік саясат магистрі, Назарбаев университеті, Халықаралық экономика мектебі, М. Нәрікбаев атындағы КАЗГЮУ Университеті, Астана, Қазақстан Республикасы, omar.bolatbay@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7192-6412

DETERMINING COUNTRIES' KEY FACTORS OF COMPETITIVENESS BASED ON MACHINE LEARNING METHODS

Azat AITUAR, PhD, University of Reading, Associate Professor at International School of Economics, M. Narikbayev KAZGUU University, Astana, Republic of Kazakhstan, a.aituar@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7625-8783, Scopus ID: 57280245800

Omar BOLATBAY, Master in Public Policy, Nazarbayev University, PhD student at International School of Economics, M. Narikbayev KAZGUU University, Astana, Republic of Kazakhstan, omar.bolatbay@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7192-6412