

9. Goto J. Economic Preconditions for Asian Regional Integration Junichi [Electronic resource] / J. Goto, K. Hamada. – Mode of access : <http://www.nber.org/chapters/c8539.pdf>
10. Ravenhill J. The New East Asian Regionalism : A Political Domino Effect [Electronic resource] / J. Ravenhill. – Mode of access : http://pc-web01.squiz.net/_data/assets/pdf_file/0008/95966/sub036-attachment.pdf
11. Hatch W. Japan's Agenda for Asian Regionalism: Industrial Harmonization, Not Free Trade [Electronic resource] / W. Hatch. – Mode of access : http://www.allacademic.com/meta/p73410_index.html>
12. [Ando M.](#) The Formation of International Production and Distribution Networks in East Asia [Electronic resource] / [M. Ando](#), [F. Kimura](#). – Mode of access : <http://www.nber.org/papers/w10167>
13. Saggi K. Bilateral Trade Agreements and the Feasibility of Multilateral free trade [Electronic resource] / K. Saggi, H.M. Yildiz. – Mode of access : http://mpira.ub.uni-muenchen.de/17561/1/MPRA_paper_17561.pdf

Белов В.Т., Ремесник Е.С.

УДК 311.141:001.8:339.732.41

НОВАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

***Аннотация.** Статья посвящена актуальному вопросу количественного расчета индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП). Дается методика определения ИРЧП со строгим и подробным математическим обоснованием и использованием аксиом размерностей. В качестве базовой характеристики рассматривается характеристика объема. Авторы представляют данную величину в виде смешанного произведения трех векторов, отвечающих за соответствующие составляющие: вектор ожидаемой продолжительности жизни, вектор уровня грамотности населения страны, вектор уровня жизни. Для сравнительного анализа по странам и регионам используется метод эталонирования, в котором за эталон принимается максимальное значение величин векторов.*

***Ключевые слова:** интеллектуальный капитал, индекс развития человеческого потенциала, теория размерностей, экономические показатели, единицы измерения.*

***Анотація.** Стаття присвячена актуальному питанню кількісного розрахунку індексу розвитку людського потенціалу (ІРЧП). Дається методика визначення ІРЧП із строгим і детальним математичним обґрунтуванням і використанням аксіом розмірності. Як базова характеристика розглядається характеристика об'єму. Автори представляють дану величину у вигляді мішаного добутку трьох векторів, що відповідають за відповідні складові: вектор очікуваної тривалості життя, вектор рівня освіти населення країни, вектор рівня життя. Для порівняльного аналізу по країнах і регіонах використовується метод еталоніровання, в якому за еталон береться максимальне значення величин векторів.*

***Ключові слова:** інтелектуальний капітал, індекс розвитку людського потенціалу, теорія розмірності, економічні показники, одиниці виміру.*

***Summary.** Raising of problem: Term a «economy of knowledges» now is one of most popular in scientific literature. For the economy of knowledges the use of concept of intellectual capital in which usually include all intangible assets of human society is characteristic. To have a general model of measuring of non-material resources is an issue of the day macro and microeconomics. Complication consists of that, to collect all indexes together, because values them are raznorazmernymi sizes. All quantitative methods of calculation of different integral indexes have an identical algorithm of calculation practically, it is therefore possible to consider their simplest case and find out all subzero sides of algorithms of calculation.*

Table of contents of the article: As the special case is examined HDI, which got a wideuse the last years. The article is devoted the pressing question of quantitative calculation of Human Development Index, HDI. Authors consider quite justly, that the method of determination of IRCHP requires a strict and detailed mathematical ground and use of axioms of theory of dimensions. Absence of axioms of theory of dimension is the lack of present methods which are examined only from a quantitative side.

Further authors suggest as base description of HDI to examine description of volume. They present this size as the mixed work of three vectors, responsible for the proper constituents: vector of the expected life-span, vector of level of literacy of population of country, vector of standard of living. This going near a calculation allows to draw conclusion about complete mathematical validity of the examined index. For the removal of dimension of the taken vectors and comparative analysis on countries and regions the method of etalonirovaniya in which the maximal value of sizes of vectors sets to the standard is used.

Conclusion: The considered method of measuring is applicable for any amount of economic indicators, even if they have a different dimension. His application consists of comparative estimation of intellectual capital. Set of indexes can be picked up individually depending on an object and research subject.

***Keywords:** intellectual capital, Human Development Index, theory of dimensions, economic indicators, metages.*

Постановка проблемы: С конца прошлого века в развитых странах уверенно произошел переход на постиндустриальную экономику. Главная отличительная черта – это смена приоритетов материального и нематериального ресурсов. Основной акцент и инвестиции делаются на человеческий капитал. Возрастает доля интеллектуальной собственности в общей стоимости компании. «Интеллектуальный капитал – знания, навыки и производственный опыт конкретных людей (человеческие авуары) и нематериальные активы, включающие патенты, базы данных, программное обеспечение, товарные знаки и др., которые производительно используются в целях максимизации прибыли и других экономических и технических результатов. Сумма знаний всех работников компании и/или инструменты организации, увеличивающие совокупность знаний, то есть всё то, что обеспечивает экономическую конкурентоспособность» [1].

Термин «экономика знаний» сейчас является одним из наиболее популярных в научной литературе. Считается, что впервые этот термин употребил экономист Ф.Махлуп [2]. С середины 1990-годов концепция экономики знаний стала активно разрабатываться многими экономистами и была одобрена такими международными авторитетными организациями как Мировой банк, Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). Весомый вклад в экономику знаний внесли и украинские экономисты и ученые А.Чухно [3], Л.Федулова [4], Л.Мусина [5], Ю.Бажал [6], В.Геец [7-9] и другие ученые.

В общем случае экономику знаний можно разделить на несколько взаимосвязанных индексов, среди которых и находится образование и людские ресурсы. Для количественной оценки тех или иных областей экономики знаний были разработаны методики интегральной оценки показателей этих областей экономики знаний. К числу таких методик количественной оценки следует отнести: Индекс экономики знаний (Knowledge Economy Index, KEI), Индекс информационного общества (Informational Society Index, ISI), Индекс человеческого развития (Human Development Index, HDI), Глобальный индекс инноваций группы INSEAD (Global Innovation Index, INSEAD GI) и другие.

Для экономики знаний характерно использование понятия интеллектуального капитала, в котором обычно включают все нематериальные активы человеческого общества. Обычно интеллектуальный капитал подразделяют на несколько видов. В простейшем случае наиболее употребительна версия разделения интеллектуального капитала на три вида: человеческий, организационный и потребительский. Каждый вид в свою очередь имеет несколько различных составляющих. В зависимости от субъекта измерения структура тоже видоизменяется. Достоверная стоимость ИК предприятия может быть получена только при условии комплексной оценки всех трех его составляющих: человеческого, организационного и потребительского капитала. Иметь общую модель измерения нематериальных ресурсов – актуальная проблема макро и микроэкономики. Сложность состоит в том, чтобы собрать все показатели воедино, так как значения их являются разноразмерными величинами.

Анализ последних исследований и публикаций: Возможность создания единой структуры ИК и методов его измерения изучались в работах многих зарубежных и отечественных ученых. Например, К.Э. Свейби в своей работе [10] выделяет 25 методов измерения ИК, сгруппированных в 4 категории: методы рыночной капитализации, методы подсчета очков, методы прямого измерения, методы отдачи на активы. Некоторые исследователи для анализа развития интеллектуального капитала страны опираются на статистические данные [11], сравнивая их показатели с известными показателями развитых стран. Из всех представленных моделей не существует модели, которая удовлетворяла бы всем требованиям, хотя некоторые из них удовлетворяют большинству критериев.

Все количественные методики расчета различных интегральных индексов имеют практически одинаковый алгоритм расчета, поэтому можно рассмотреть их простейший случай и выявить все отрицательные стороны алгоритмов расчета и их положительные моменты.

Как частный случай рассмотрим ИРЧП, который получил широкое применение в последние годы. «Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП) – интегральный показатель, рассчитываемый ежегодно для межстранового сравнения и измерения уровня жизни, грамотности, образованности и долголетия как основных характеристик человеческого потенциала исследуемой территории. Он является стандартным инструментом при общем сравнении уровня жизни различных стран и регионов» [12]. Для подсчета учитывается три вида показателей: ожидаемая продолжительность жизни, уровень грамотности населения страны, уровень жизни. Каждый показатель переводится по общей формуле (1) в индекс, значение которого меняется от 0 до 1.

$$x = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (1)$$

ИРЧП является средним геометрическим этих трёх индексов (2).

$$HDI = \sqrt[3]{LEI \times EI \times II} \quad (2)$$

Где LEI , EI , II - индексы соответствующих показателей.

Недостатком методики расчета является неучет аксиом теории размерностей и правил действий с размерностями. В результате перевода каждого показателя в индекс по предлагаемой формуле размерность показателя остается, то есть применить три разноразмерные величины для вычисления их среднего геометрического невозможно, так как результат будет иметь неопределенную размерность.

Постановка заданий: Формула для вывода ИРЧП математически не обоснована с точки зрения теории размерностей, что ставит под сомнение возможность ее применения. Строгое и подробное математическое обоснование и использование аксиом теории размерностей для расчета индекса, состоящего из разноразмерных величин, является целью данной работы.

Изложение основного материала исследования: Особенностью любых экономических исследований является то, что практически все экономические величины имеют размерность. Так как в курсах, читаемых в экономических вузах не читается и не изучается теория размерностей, необходимо дать первичные сведения о теории размерностей и правилах действия с размерными величинами, которые резко отличаются от правил действия обычной арифметики. Неучет аксиом теории размерностей и правил действия с размерными величинами приводит к многочисленным элементарным ошибкам, вызванных обычно незнанием авторов аксиом теории размерностей.

Все экономические величины всегда имеют наименование-размерность, например гривна, ВВП, финансовый год и т.д. Экономические величины подразделяют на измеряемые и неизмеряемые. Для

измеряемых экономических величин вводят единицу измерения. Единицей измерения $dimA$ экономической величины A называется условно выбранная экономическая величина, имеющая тот же самый экономический смысл, что и величина A . Однородными экономическими величинами называют величины, имеющие одинаковую размерность и одинаковый экономический смысл. Одноименными экономическими величинами назовем экономические величины, имеющие одинаковую размерность, но различный экономический смысл. Например, годовой бюджет имеет размерность «грн» и годовой бюджет на социальные нужды также имеет размерность «грн». Так как годовой бюджет и годовой бюджет на социальные нужды имеют различный смысл и независимы друг от друга в известных пределах, то они представляют две независимые переменные.

Все экономические единицы измерения образуют совокупность – систему единиц. Все экономические единицы подразделяют на основные (первичные) и составные (производные) единицы. Основными называют независимо установленные единицы измерения, например гривна, штука, год. Составными или производными единицами называют единицы, устанавливаемые через основные единицы на основе экономических законов, выражающих связь между этими величинами, например, цена изделия имеет размерность грн/шт.

Рассмотрим аксиомы теории размерностей и выводы из них [13].

Аксиома 1. численное значение « a » экономической величины A равно отношению этой величины к единице ее измерения $dimA$, то есть $a = \frac{A}{dim A}$.

Аксиома 2. Экономическая величина не зависит от выбора ее единицы измерения, то есть при увеличении единицы измерения в q раз численное значение данной экономической величины уменьшается в q раз.

Аксиома 3. Всякое соотношение между n размерными величинами, для измерения которых использовано k основных единиц измерения, можно представить в виде соотношения между $n-k$ безразмерными комбинациями $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_{n-m}$ этих величин - π -теорема Бекингема.

Аксиома 4. Для основных и составных единиц вводят формулу размерности или просто размерность: соотношение, определяющее связь между единицей измерения составной экономической величины $dimB$ и основными единицами $dim A_1, dim A_2, dim A_3$. Формулы размерности всегда имеют вид степенных одночленов (3).

$$dim B = (dim A_1)^{n_1} \cdot (dim A_2)^{n_2} \cdot (dim A_3)^{n_3} \quad (3)$$

Где n_1, n_2, n_3 - рациональные числа, в том числе отрицательные и дробные.

Из набора аксиом теории размерностей следуют следующие правила действия с размерностями:

1. Складывать или вычитать можно только однородные экономические величины, имеющие одинаковую размерность.
2. Делить, умножать и возводить в рациональную степень можно разнородные и разноименные экономические величины.
3. Все члены равенства или уравнения всегда должны иметь одинаковую размерность.

Рассмотрим теперь, какие типические ошибки содержатся в методике определения ИРЧП [12] и в аналогичных ей методиках, опубликованных в международной печати.

Для наглядности используем следующую задачу: бригада землекопов содержит 3 человека и имеет 5 лопат. Предлагаемая в [12] методика построена по следующему алгоритму: разделим 5 лопат на 1 лопату и получим 5 – арифметическое число; разделим 3 человека на 1 человека и получим 3 – также арифметическое число. Так как 5 и 3 обыкновенные числа, то их произведение равно $5 \cdot 3 = 15$. Отметим, что 1 лопата и 1 человек единицы измерения разноразмерных величин. Совершенно ясно, что полученная сумма представляет собой экономический абсурд.

Согласно методике [12] минимальное количество x_{min} представляет 1 человек и 1 лопата, максимальное количество для каждого показателя равно 5, так как максимальное число лопат 5, следовательно, и максимально возможное число работающих равно 5.

Тогда согласно формуле (3) имеем

$$y_1 = \frac{x_1 - x_{1min}}{x_{1max} - x_{1min}} = \frac{3чел - 1чел}{5чел - 1чел} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}.$$

$$y_2 = \frac{x_2 - x_{2min}}{x_{2max} - x_{2min}} = \frac{3лопаты - 1лопата}{5лопат - 1лопата} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}.$$

Соответственно имеем (4) или (5).

$$y_1 \cdot y_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \quad (4)$$

$$y_1 + y_2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1 \quad (5)$$

В этой методике, во-первых, имеется следующая типическая ошибка: нарушается 4 аксиома - π -теорема Бекингема. Действительно, при получении безразмерной комбинации число всех основных (составных) величин равно $n = 1$, а число всех основных величин $k = 1$. Поэтому число безразмерных комбинаций $n - k = 1 - 1 = 0$ равно нулю.

Во-вторых, нарушается 1 аксиома теории размерности: нельзя вместо величины A писать ее численное значение a , так как любая величина A не может быть разорвана на размерность и численное значение.

В-третьих, все составные или производные единицы измерения устанавливаются только на основе экономических законов, выражающих связь между соответствующими экономическими факторами, что не позволяет дать экономическую интерпретацию сумме (5), так как не приведено экономическое обоснование того, что можно суммировать эти величины, или брать их среднее геометрическое.

Для количественной методики выгодно взять в качестве базовой характеристики ИРЧП объем знаний, полученных за все время обучения человека. Естественным будет умножение этого объема на число людей, имеющих в той или иной стране. Объем знаний в стране можно разложить на три составляющие фактора: A_1, A_2, A_3 , соответственно ожидаемая продолжительность жизни, уровень грамотности населения страны, уровень жизни. Введем в математическом пространстве декартову систему координат с осями A_1, A_2, A_3 . На осях этой декартовой системы координат отложим векторы $\vec{A}_1, \vec{A}_2, \vec{A}_3$. Для того, чтобы найти общий объем знаний для какой-либо страны, составим смешанное произведение векторов $(\vec{A}_1 \times \vec{A}_2) \cdot \vec{A}_3$. Согласно [14], смешанное произведение трех векторов определяет скалярную величину и геометрический смысл смешанного произведения: оно по абсолютной величине равно объему параллелепипеда, построенного на данных векторах. Поэтому смешанное произведение позволяет перейти от векторов $\vec{A}_1, \vec{A}_2, \vec{A}_3$ к скалярной размерной величине, размерность которой дается этим экономическим законом, то есть смешанным произведением векторов.

Для того, чтобы окончательно избавиться от размерности и представить ИРЧП в привычной арифметической форме от 0 до 1, приведем все факторы-показатели к относительной форме. Возьмем в качестве эталонных значений максимальное значение какого-либо из факторов-показателей и разделим все остальные однотипные показатели на максимальный в случае, если эти факторы положительно влияют на ИРЧП, и на минимальное значение, если этот фактор отрицательно влияет на ИРЧП, и полученный результат применим в качестве делителя в смешанном произведении векторов, то есть

$$(\vec{A}_1 \times \vec{A}_2) \cdot \frac{1}{A_3} \quad (6)$$

Для примера, рассмотрим некоторые составляющие индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП), который служит для межстранового сравнения и измерения уровня жизни, образованности, грамотности и долголетия как основных характеристик человеческого потенциала исследуемой территории.

Проведем расчет индекса межстранового сравнения по данным, используемым в [15]. В таблице 1 приведены показатели уровня жизни населения в странах БРИК за 2011 г.

Таблица 1.

Показатель	Бразилия	Россия	Индия	Китай
1. Уровень образования взрослого населения, %				
мужчины	89,8	99,7	76,9	96,5
женщины	90,2	99,4	54,5	90
2. Продолжительность жизни, года				
мужчины	68,6	59,9	62	71,3
женщины	75,9	72,9	64,9	74,7
3. Коэффициент Джини	55	37,5	36,8	41,5

Представим эти показатели в относительной форме. Так как уровень образования и продолжительность жизни являются положительными факторами, разделим их количественные показатели на соответствующие максимальные значения. Коэффициент Джинни – отрицательный фактор, поэтому его количественные показатели делим на минимальное значение (6). Результаты расчетов относительных значений даны в таблице 2.

Таблица 2.

Показатель, в относительной форме	Бразилия	Россия	Индия	Китай
1. Уровень образования взрослого населения,				
мужчины	0,900702	1	0,771314	0,967904
женщины	0,907445	1	0,54829	0,905433
2. Продолжительность жизни,				
мужчины	0,962132	0,840112	0,869565	1
женщины	1	0,960474	0,855072	0,98419
3. Коэффициент Джини	1,494565	1,019022	1	1,127717

Произведем расчет индекса по формуле (таблица 3).

Таблица 3.

страны БРИК	Бразилия	Россия	Индия	Китай
индекс	0,526164	0,791844	0,314446	0,764833

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что наибольшее значение сравнительного индекса получено у России, минимальное – у Индии.

Следует отметить, что это только демонстрационный пример метода. На практике необходимо включить большее число показателей, как это указано например в [16].

Выводы данного исследования: Рассмотренный метод измерения применим для любого количества экономических показателей, даже если они имеют различную размерность. Его применение состоит в сравнительной оценке интеллектуального капитала. Набор показателей можно подобрать индивидуально в зависимости от объекта и субъекта исследования.

Источники и литература:

1. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki/Интеллектуальный_капитал.
2. Махлуп Ф. Производство и распространение знаний в США/ Ф.Махлуп; [пер.с англ.]. – М.:Прогресс, 1996. – 462с.
3. Чухно А. А. Нова економічна політика / А. А.Чухно // Економіка України. – 2005. - №6. – С.4-11; №7. – С.15-22.
4. Федулова Л. І. Особливості економіки знань на сучасній фазі розвитку суспільства. Теорія і практика розбудовив Україні / Л.І.Федулова, Т.М.Корнеєва // Актуальні проблеми економіки і практики – 2010. - №4(106). – С.74-86.
5. Мусіна Л. О. Основні положення переходу до економіки знань: перспективи для України / Л. О.Мусіна // Економіка і прогнозування. – 2003. - №3. – С.87-107.
6. Бажал Ю. М. Знаннєва економіка: теорія і державна політика / Ю. М. Бажал // Економіка і прогнозування. – 2003. - №3. – С.71-86.
7. Геєць В. М. Економіка знань та перспективи її розвитку для України / Геєць В.М. – Інститут економіки та прогнозування НАН України, 2005. – 425с.
8. Геєць В. М. Характер перехідних процесів до економіки знань / Економіка України. – 2004. - №4. – С.4-14; №5. – С.4-13.
9. Геєць В. М. Суспільство, держава, економіка: феноменологія взаємодії та розвитку / Геєць В. М. – К.:Інститут економіки та прогнозування НАН України, 2009. – 864с.
10. Свейби К. Е. Оценка стоимости нематериальных активов и интеллектуальной собственности [Текст] / К. Е. Свейби. - М: Интерреклама, 2003. - 352 с.
11. Мамонтова Н. Тенденции и особенности формирования и использования интеллектуального капитала в Украине. / Н.Мамонтова //Экономика Украины. Научный журнал. - №8. – 2010. – С. 30-39.
12. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki/индекс_развития_человеческого_потенциала
13. Яворский Б. М. Справочник по физике. / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. // Издательство «Наука». – М.,1965. – С.848.
14. Баврин И. И. Курс высшей математики: Учебник для студентов педагогических институтов по специальности №2105 «Физика». / Баврин И. И. – М.:Просвещение, 1992. – 400с. – стр.37.
15. Семенишина З. Р. Порівняльна характеристика демографічних факторів розвитку країн БРІК. / З. Р.Семенишина // Економічний часопис-XXI. Науковий журнал. – 9-10'2012. – С.12-15.
16. Зиновьев Ф. В. Методика расчета индекса человеческого развития. / Методи дослідження економічних процесів (монографія) під ред.. д.е.н., професора Ф.В.Зінов'єва. – Саки: ПП «Підприємство Фенікс», 2010. – 288с. – Рос.