

УДК 33**Связь между потреблением энергии и ВВП. Эластичность потребления первичной энергии в Индии****Рева Александр Романович**

Младший научный сотрудник,
Центр энергетических исследований ИМЭМО РАН,
117997, Российская Федерация, Москва, ул. Профсоюзная, 23;
e-mail: a.reva92@yandex.ru

Аннотация

Экономическое развитие, а в частности, долгосрочный экономический рост страны в значительной степени зависит от долгосрочного обеспечения энергией. Ожидается, что в ближайшие годы Индии удастся поддержать адекватные поставки энергии. Однако дисбаланс потребления энергии распространен во всем мире. Потребление энергии является высоким в большинстве развитых стран. С другой стороны, развивающиеся страны должны потреблять больше энергии для обеспечения экономического роста. Потребление энергии в развивающихся странах, по оценкам, составляет лишь одну десятую от потребления в развитых странах. В статье рассматривается вопрос о том, влияет ли потребление первичной энергии на экономический рост или наоборот в контексте Индии, с использованием годовых данных, охватывающих период с 1970 по 2017 годы. Тесты KPSS показывают, что обе серии после логарифмического преобразования нестационарны на уровне и стационарны при первой разности. Используя двухэтапную технику Энгла-Грейнджера и тест Грейнджера на причинность, можно предположить, что именно потребление первичной энергии обеспечивает основу для экономического роста как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Данный результат отвергает неоклассическую гипотезу и эмпирически доказывает, что потребление первичной энергии является ограничивающим фактором экономического роста. При использовании метода динамического МНК (DOLS).

Для цитирования в научных исследованиях

Рева А.Р. Связь между потреблением энергии и ВВП. Эластичность потребления первичной энергии в Индии // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 4А. С. 371-383.

Ключевые слова

Потребление первичной энергии, экономический рост, техника Энгл-Грейнджера, тест Грейнджера, эластичность, Индия.

Введение

Стремительный и устойчивый экономический рост в сочетании с приростом населения и урбанизацией ведут к значительному увеличению спроса на энергию. Взаимосвязь между использованием энергии и экономическим ростом стала предметом повышенного интереса, поскольку энергия считается одной из важнейших движущих сил экономического роста во всех странах [Pokharel, 2006].

Зависимость от энергии любого сектора экономики оправдывает связь между потреблением энергии и общими темпами экономического роста, измеряемыми ВВП. Поэтому связь между энергией и экономическим ростом есть предмет интенсивных исследований в поиске причинно-следственной связи. Однако на данный момент в исследованиях не достигнуто единого мнения [Soytas, Sari, 2003]. Результаты научных исследований можно разделить на три основные категории:

Отсутствие причинности,

Однонаправленная причинность

Двунаправленная причинность между потреблением энергии и экономическим ростом.

Кроме того, причинно-следственная связь между экономическим ростом и потреблением энергии сводится к (а) краткосрочной причинности (б) долгосрочной причинности. Связь между экономическим ростом и потреблением энергии зависит от структуры экономики.

Следовательно, результаты исследований различаются не только из-за структуры экономики, но и между странами, но также зависят от методологий, на которых проводятся исследования [там же]. Отношения между этими аспектами имеют важное политическое значение при разработке энергетической политики любой страны. Конвергенция по взаимосвязи и масштабам воздействия очень важна для разработки и реализации политики.

Основная часть

Принимая во внимание, что первичная энергия является основным источником энергии и главным элементом в инфраструктурном и социально-экономическом развитии, основная цель изучить взаимосвязь между потреблением первичной энергии и ВВП в Индии за период с 1970 по 2017 годы. В настоящем исследовании рассматриваются как краткосрочные, так и долгосрочные причинно-следственные связи. Кроме того, одной из основных целей является оценка эластичности между первичным потреблением и валовым внутренним продуктом (ВВП) Индии.

Текущий вклад Индии в мировой энергетический ландшафт и неоспоримая возможность стать одним из самых значительных потребителей энергии в течение следующего десятилетия. Индия, на долю которой приходится 18% населения мира, использует только 6% мировой первичной энергии. Но несмотря на свою архаичность ускоренные темпы развития дают свои плоды, и энергетический ландшафт в Индии развивается с невиданной скоростью.

Сегодня бесперебойные поставки ресурсов рассматриваются как критически уязвимое место в амбициозных планах Индии в области развития и поддержки растущей экономики, электрификации сельских районов, удовлетворения потребностей развития инфраструктуры. Потребление энергии в Индии удвоилось с 2000 года, и потенциал для дальнейшего роста огромен. Учитывая огромные возможности для роста в этом секторе, общие инвестиции в размере около 750 млрд. долларов потенциально могут прийти в течение следующего

десятилетия. Смена парадигмы в энергетическом секторе Индии будет все больше вносить весомый вклад в формирование мировой энергетики.

Экономический рост в размере 6-7% ежегодно с 1991 года делает Индию одной из самых быстрорастущих экономик мира. Развертывание структурных реформ, относительно низкие цены на сырье обеспечили мощный импульс для роста. Недавние меры по дерегулированию и усилия по упрощению ведения бизнеса привели к увеличению иностранных инвестиций. Однако в некоторых случаях происходит сдерживание инвестиций из-за высокого корпоративного налогообложения, проблемы с приобретением земли, высокой ставки рефинансирования, что сказывается на кредитовании и бытовых горлышках в инфраструктуре.

Индия занимает третье место по энергопотреблению и производству энергии в мире после США и Китая. Доля Индии в мировом энергобалансе составляет 7-8%, помимо этого, рост энергопотребления за последний год составил 7,1%. Также Индия занимает 3-е место в мире по объему импорта нефти и СПГ, 3-е место по объему производства и потребления угля. В 2018 году на долю Индии приходилось 13% мирового потребления угля; второй год подряд Индия остается вторым по величине потребителем угля в мире. В стране наблюдался самый большой рост потребления нефти, кроме того, Индия была третьим по величине потребителем нефти в мире (4,6% от общемирового объема).

Увеличение потребления нефти, угля, газа и возобновляемых источников энергии значительно превышает снижение в гидро- и атомной энергетике. Потребление нефти в 2016 году увеличилось на 325 Кб/д, что является рекордно высоким, увеличивая его долю в потреблении первичной энергии в Индии третий год подряд (до 29%). Уголь остается доминирующим топливом, на его долю приходится ~ 60% энергопотребления Индии.

Потребление газа в Индии выросло в 2016 году после трех лет подряд спада. В настоящее время возобновляемые источники энергии составляют 29,2%, это самый большой прирост за всю историю. В настоящее время Индия является седьмым по величине генератором возобновляемых источников энергии в мире.

Между тем, в Индии произошел резкий рост перерабатывающих мощностей и пропускной способности, что составило 72% к чистому росту глобальных перерабатывающих мощностей.

Начатая в 2008 году Интегрированная энергетическая политика, представляет первый всеобщий государственный документ Индии, который охватывает все подсектора энергетического комплекса.

Основной смысл, характеризующий интегрированную энергетическую политику, является всеобъемлющие институциональная поддержка перехода к рыночной экономике, в результате частные предприятия получают равные условия для конкуренции с государственными.

Стратегия также сосредотачивает внимание на субсидиях и регулирование цен на электроэнергию и сырье. Это позволит лучше ориентироваться на рынке заинтересованным сторонам. Реализация главных задач планируется к 2032 году. Также стоит отметить, что цели этой политики коррелируют с другими правительственными стратегиями.

Помимо этого, в интегрированной энергетической политике обозначены главные вызовы индийской энергетики, проблемы, требующие решения для реализации эффективного использования энергии.

Правительство Индии обязуется поощрять технологии, улучшающие энергоэффективность, рационализацию спроса и консервацию топлива». Эта политика преследует долгосрочные цели обобщаю всю энергетику, не разделяя ее на сектора и сферы, давая возможность возникновению

множества вариантов развития, основанных на взаимодействии различных секторов энергетики.

Реформа сектора электрогенерации достаточно подчеркнута оптимизацией цен на энергоносители. Политика энергетической безопасности осуществляется на основе развития геологоразведочных работ по поиску и использованию внутренних ресурсов, углеводородных, ядерных и возобновляемых.

Одной из ключевых проблем индийской внутренней и внешней политики является энергобезопасность:¹

Хотя с 2000 года потребление энергии удвоилось, потребление энергии на душу населения составляет всего около одной трети от среднего мирового показателя, и ~ 240 миллионов человек по-прежнему не имеют доступа к электричеству, что указывает на значительные возможности роста.

Рост среднего класса. Сейчас около 250-300 млн. человек относятся к этой категории и их энергетические потребности растут.

Проблемы, связанные с энергетикой главные в сегодняшней повестке, поскольку потребности страны в большей степени зависят не только от импорта нефти, СПГ и урана, но также угля высокого качества.

Ключевой проблемой энергетической политики в Индии является то, что увеличение мощности сети не сопровождалось расширением сети и модернизации существующих электростанций. Это существенно осложняет функционирование энергосети и приводит к сбоям в ее работе.

Индия имеет относительно большие запасы угля. Однако уголь невысокого качества и не всегда пригодный для использования на заводах и ТЭС.

Ядерная энергетика также сталкивается с серьезными рисками: большой стоимостью строительства - один реактор АЭС может стоить \$5-10 млрд, безопасностью, длительностью строительства и ввода в эксплуатацию. Так же серьезной проблемой становятся ограниченные запасы ядерного топлива.

В нефтегазовом секторе запланированы инвестиции на 300 млрд долларов

Согласно прогнозу BP Energy Outlook 2017, потребление энергии в Индии к 2035 году будет самым быстрым среди всех основных экономик.

Таблица 1 - Основные внешние и внутренние факторы влияющие на потребление энергии

3-й по величине энергетический рынок в мире 723 млн. Тонн первичной энергии; на которые приходится 5,5% мирового потребления энергии	
Внешние Факторы	Внутренние Факторы
Более низкие цены на товары. Более низкие цены на сырье в мире за последние 2 года привели к преимуществу сырья для Индии.	Развивающаяся демография Увеличение располагаемого дохода среди городского среднего класса, трехкратное увеличение числа владельцев транспортных средств за последнее десятилетие
Глобальная геополитика. Энергетическая безопасность и глобальный политический сценарий помогли Индии договориться о лучших ставках на импорт	Урбанизация. Текущий уровень урбанизации колеблется на уровне 33%; к 2030 году может превысить 50%

¹ Рабочая группа по продвижению экономических интересов России в Азиатско Тихоокеанском регионе при Правительственной комиссии по экономическому развитию и интеграции. Декабрь 2015

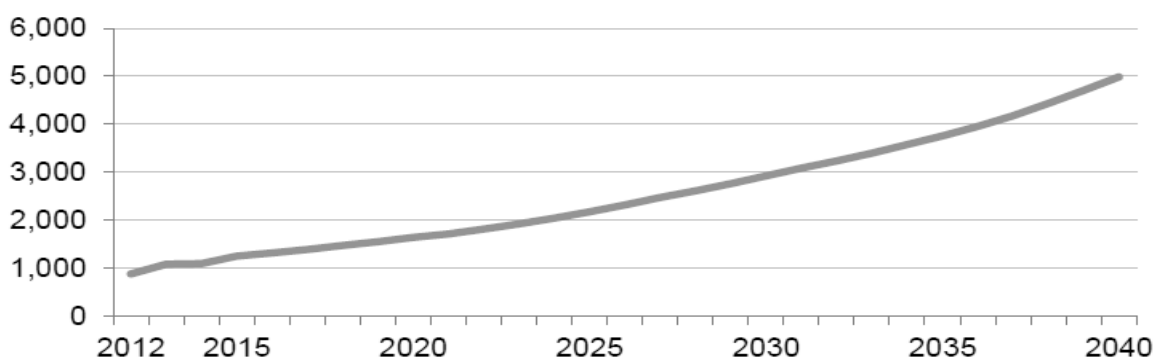
3-й по величине энергетический рынок в мире 723 млн. Тонн первичной энергии; на которые приходится 5,5% мирового потребления энергии	
Внешние Факторы	Внутренние Факторы
Застой на других рынках ЕС и США все еще выходят из спада; Основная часть инвестиций в развивающиеся страны.	Нормативные Реформы Реализация GST - крупнейшая налоговая реформа с момента обретения независимости
Двусторонние отношения Увеличение торговой активности, улучшение двусторонних отношений также помогли привлечь инвестиции	Благоприятная политика Отраслевая политика стимулирования игроков и привлечения инвестиций; нефть и газ, энергетический сектор, движимый благоприятной политикой

Источник: Составлено автором

В последнее время индийские политики также рассматривают различные варианты политики по ограничению выбросов CO₂. Ратификация Индией соглашения COP21 в декабре 2015 года с целями на увеличение доли электрической установленной мощности «не на ископаемом топливе» до 40 процентов и сокращение интенсивности выбросов ВВП на 33–35 процентов по сравнению с уровнями 2005 года к 2030 году, влечет новые ограничения на перспективы высокого роста Индийской экономике.

Более строгие меры, включая использование чистого топлива и повышение энергоэффективности, являются одними из них. Помимо активной деятельности на внутреннем фронте, Индия также играет ключевую роль в формировании международной политики в отношении выбросов парниковых газов. Индия отсеивает позицию что долгосрочные выбросы парниковых газов должны быть одинаковыми на душу населения во всем мире – равное право человека на использование общего достояния.

Индия остается одной из немногих стран с быстрорастущим спросом на электроэнергию, и, согласно прогнозам, в период с 2015 по 2040 год ее общее потребление электроэнергии увеличится вчетверо. Ожидается, что спрос будет расти с увеличением объема производства, использованием электроэнергии и увеличением числа людей, подключенных к центральной сети.



Источник: Bloomberg New Energy Finance's New Energy Outlook 2017²

Рисунок 1 - Прогноз спроса на электроэнергию в Индии 2012-2040 в годах ТВт/ч

² Bloomberg New Energy Finance's New Energy Outlook 2017

Ожидается, что потребление энергии на душу населения в Индии увеличится в 3,2 раза к 2040 году, но даже тогда это будет меньше, чем у США, Китая и Японии в 2015 году. Ожидается, Индия обгонит Китай как самую густонаселенную страну мира к 2021 году. Около 250 миллионов ее населения не имеет подключения к сети, а те, кто подключен, как правило, не имеют круглосуточной возможности.

Основным драйвером роста спроса на энергию в Индии являются быстрорастущие городские агломерации. На сегодняшний день лишь 31% населения Индии проживает в городах. При этом Индия урбанизируется, двигаясь в направлении других развивающихся стран, таких как Китай, где доля городского населения уже достигла 50% и продолжает расти.³

Основная цель индийского правительства в области энергетики все же заключается в полной электрификации страны путем реализации программы «Энергия для всех». Стратегическая цель программы – обеспечить круглосуточный доступ к электроэнергии для всех граждан Индии к 2019 году.

На середину 2016 года Индия производит примерно 288 ГВт электроэнергии. Для сравнения, Россия производит только 223 ГВт электроэнергии. Индия же к 2022 году планируется достичь уровня 450 ГВт., а к 2030 г. 800 ГВт.

Общий объем инвестиций программы по развитию электроэнергетики (запланировано строительство 75 объектов генерации к 2030 г.) оценивается в \$52 млрд., в том числе \$6,5 млрд. на строительство тепловых электростанций. Индия переживает самый настоящий энергетический бум. Потребность в энергии вырастет в 3 раза в ближайшие 15 лет.

Энергетическая эластичность обозначается термин, используемый в отношении энергоемкости валового внутреннего продукта. Это «процентное изменение потребления энергии для достижения одного процента изменения в национальном ВВП».

Этот термин использовался при описании устойчивого роста в развивающемся мире при одновременном понимании необходимости обеспечения безопасности энергоснабжения и ограничения выбросов парниковых газов.

Энергетическая эластичность является основной мерой, поскольку коммерческие источники энергии, обычно классифицируются как ископаемые, возобновляемые источники энергии и т. д.

Например, национальная комплексная энергетическая политика Индии 2005 года отметила текущую эластичность на уровне 0,80 при планировании роста ВВП на 7-8%. Ожидается, что он сможет снизить этот показатель до 0,75 с 2011 года и до 0,67 с 2021-22 [Krishnan, 2006]. К 2007 году посол Индии смог проинформировать Совет Безопасности Организации Объединенных Наций о том, что его ВВП вырос на 8%, при этом его общее потребление первичной энергии выросло всего на 3,7%, предполагая, что Индии фактически удалось отвязать потребление энергии от экономического роста.

Китай продемонстрировал противоположные отношения, поскольку после 2000 года он потреблял пропорционально больше энергии для достижения высоких двузначных темпов роста. Хотя существуют проблемы с качеством оценок как ВВП, так и энергопотребления, к 2004 году было установлено, что китайская энергетическая эластичность составляет приблизительно 1,5.

При каждом увеличении ВВП на один процент спрос на энергию вырос на 1,5 процента.

³Indian Smart Grid Forum. Smart Grid Bulletin, Jan to May 2016.

Большая часть этого дополнительного спроса была получена на международном уровне из ископаемого топлива, такого как уголь и нефть.

На данный момент нет единого мнения о связи между потреблением энергии и экономическим ростом, главным образом из-за специфических экономических структур стран, принятой методологии и разного периода изучения.

Кроме того, взаимосвязь между ростом энергопотребления, оценкой эластичности потребления энергии по отношению к ВВП и эластичности ВВП по потреблению энергии также имеет жизненно важное значение для разработки и реализации политики.

Важно оценить эластичность энергопотребления по отношению к ВВП, когда оно зависит от ВВП. Если это ВВП на основе энергии, жизненно важно оценить эластичность ВВП по потреблению энергии. Эта оценка помогает в прогнозировании потребления энергии и ВВП.

Поскольку основное внимание в исследовании уделяется Индии, в целом существует консенсус по взаимосвязи между энергией и ВВП, в котором установлена гипотеза экономического роста.⁴

Временные ряды, собранные за период 1971 -2017 года, показывают значение 0,87, иными словами, рост ВВП на 10% вызовет рост потребления первичной энергии на 8,7% в тоже время период с 2010 года по 2017 составляет 0,71, что ниже чем 0,87, рассчитанный за весь расчетный период.

Тем не менее, энергетическая эластичность ВВП в Индии, возможно, не снизится так сильно в будущем, как рост уровня доходов способствовать изменениям образа жизни, которые являются более энергоемкими.

Таблица 2 - Расчет эластичность ВВП\первичное потребление, первичное потребление ВВП

Год	Эластичность совокупного потребления первичной энергии	Эластичность ВВП
1971 - 1975	-0.14	0.68
1975 - 1980	0.76	0.95
1980 - 1985	0.93	0.19
1985 - 1990	1.33	0.78
1990 - 1995	1.63	1.02
1995 - 2000	0.93	1.49
2000 - 2005	0.78	2.46
2005 - 2010	0.85	1.33
2010 - 2017	0.71	1.56
1971 - 2017	0.87	1.17

Источник: составлено автором

Соответствующие данные собираются за период с 1971 по 2017 годы. Энгл и Грейнджер (EG, 1987) – двухэтапный метод моделирования применяется для выявления взаимосвязи между общим первичным потреблением энергии и ВВП. Первый шаг, проверка на стационарность и коинтеграцию данных временного ряда по энергии и ВВП в реальных ценах были изучены с помощью Kwiatkowski – Phillips – Schmidt – Shin (KPSS) теста на единичный корень. Как часть

⁴ Relationship between Electricity Energy Consumption and GDP: Evidence from India Asit Mohanty & Devtosh Chaturvedi. Online Published: January 25, 2015

второго этапа процедур, применяется механизм исправления ошибок (ECM) для проверки долгосрочного равновесного отношения.

Причинность по Грейнджеру и Тест Вальда применяется для исследования краткосрочной причинности. Динамический метод МНК используется для оценки эластичности.

Тест на стационарность

Чтобы изучить взаимосвязь между первичным потреблением и ВВП Индии, сначала необходимо установить, являются ли эти временные ряды стационарными или нет. Это делается путем выполнения теста на проверку единичного корня, где тест идентифицирует нестационарные переменные, что означает, присутствие стохастического тренда, который приводит их к дрейфу. Присутствие единичного корня проверяется с помощью тестов единичного корня по Квятковскому – Филлипсу – Шмидту (KPSS) (KPSS 1992). Чтобы проверить, имеет ли ряд $y(t)$ единичный корень или нет, взята следующая модель:

$$\Delta y(t) = \alpha + \beta t + (\rho - 1)y(t-1) + \sum_{j=1}^n \rho(j) \Delta y(t-j) + \varepsilon(t)$$

Таблица 3 - Тест на проверку единичного корня

Временной ряд	Наблюдения	LM stat	Asymptotic Critical value at 1%
LTOTAL_PRIMARY_CONS_TOE	48	0.80	0.74
LGDP_2010_US	48	0.81	0.73
Δ LTOTAL_PRIMARY_CONS_TOE	47	0.08	0.21
Δ LGDP_2010_US	47	0.08	0.21

Следовательно, как потребление электроэнергии, так и ВВП не являются стационарными на уровне. Но они стационарны на первом уровне разности на уровне 1%.

Тест на коинтеграцию

После установления нестационарной природы ВВП и Total_Primary_Cons на уровне первых разностей и стационарной природы при первом различии, исследуется наличие каких-либо долгосрочных равновесных отношений между этими двумя переменными временных рядов.

Для изучения этого применяется концепция совместной интеграции. Совместная интеграция подразумевает равновесные отношения, которые являются предварительным условием для тестирования долгосрочных (равновесных) отношений между выбранными переменными. Методология совместной интеграции представляет собой двухэтапный процесс, предложенный Энгл и Грейнджер (1987).

Два ряда, $z(t) \sim I(1)$ и $x(t) \sim I(1)$, называются коинтегрированными, если существует такое β , что $z(t) - \beta x(t)$ является $I(0)$. Это приводит к следующему уравнению регрессии: $z(t) = \beta x(t) + u(t)$

Где $u(t)$ - переменная $I(0)$, $z(t)$ и $x(t)$ со временем не отходят слишком далеко друг от друга. Если $z(t)$ и $x(t)$ не интегрированы, то $u(t)$ будет $I(1)$, что означает, что $x(t)$ и $u(t)$ могут разойтись все больше и больше с течением времени. В этом случае соотношение, полученное с помощью регрессии $z(t)$ над $x(t)$, недопустимо и носит характер «ложной регрессии».

Здесь $z(t)$ - значение логарифма общее первичное потребление, а $x(t)$ - значение логарифма ВВП. Регрессия коинтеграции осуществляется по этим двум переменным методом наименьших квадратов (OLS).

$z'(t) = \alpha + \beta x(t)$ Где $z'(t)$ - предполагаемое значение $z(t)$.

Далее, остаточный коэффициент интегрирования, $u(t)$, получается, как: $u(t) = z(t) - z'(t)$

Таблица 4 - Тест на коинтеграцию

LTOTAL_PRIMARY_CONS_TOE	48	0.2112	0.7390	H0 is accepted, Co-integration exists.
LGDP_2010_US	48	0.2150	0.7390	H0 is accepted, Co-integration exists.

После установления долгосрочной связи между первичным потреблением энергии, краткосрочная связь исследуется путем применения критерия Теста по Грейджеру. Причинность по Грейнджеру показывает, что лаговые значения переменной предоставляют статистически значимую информацию для прогнозирования другой переменной.

По существу, тест Грейнджера проверяет наличие корреляции между текущим значением одной переменной и лаговыми значениями других переменных в системе. Кроме того, причинность по Грейнджеру определяет экзогенность переменной. Этот тест обнаруживает, могут ли лаговые значения переменных влиять на какие-либо другие переменные в системе VAR.

Например, отклонение нулевой гипотезы подразумевает, что, если нет возможности объяснить все лаги потребления первичной энергии при объяснении ВВП, тогда ВВП является эндогенной переменной, и существует зависимость потребления первичной энергии от ВВП.

Поэтому, чтобы определить, какие переменные являются экзогенными в модели VAR, предпринимаются тесты по Грейнджеру. Порядок лага 1 выбирается на основе информационного критерия Ханнана-Куинна (HQC criterion)

Sample: 1970 2017

Included observations: 48

Dependent variable: LTOTAL_PRIMARY_CONS_TOE

Excluded	Chi-sq	Df	Prob.
LGDP_2010_US	0.230859	1	0.6309
All	0.230859	1	0.6309

Dependent variable LGDP_2010_US

Excluded	Chi-sq	Df	Prob.
LTOTAL_PRIMARY_CONS_TOE	4.908721	1	0.0267
All	4.908721	1	0.0267

Рисунок 2 - Тест на коинтеграцию

Нулевая гипотеза ВВП не вызывает изменения, потребления первичной энергии принимается на 95% уровне значимости с низким значением хи-квадрат. Нулевая гипотеза потребления первичной энергии не влияет ВВП отклоняется при уровне значимости 95% и высоком значении хи-квадрат. Результаты показывают, что в краткосрочной перспективе причинно-следственная связь идет от потребления первичной энергии к ВВП, но не наоборот. Эластичность может быть подсчитана трансформацией обоих уравнений в логарифмическую форму (Log-log)

$$LGDP_2010_US = a_0 + a_1 LTOTAL_PRIMARY_CONS_TOE + ut$$

$$LTOTAL_PRIMARY_CONS_TOE = b_0 + b_1 LGDP_2010_US + vt$$

Где: a_1' степень изменения реального ВВП на 1% изменения в первичном потреблении. Где

'b1' степень изменения первичного потребления энергии на 1% изменения в реальном ВВП.

Метод DOLS применяется для расчета долгосрочной эластичности. DOLS включает в себя регрессию одной из переменных I (1) на другую переменную I (1) путем приращения коинтегрирующего уравнения с лагами и введением ускорения в первых разностях. Суть включения переменных в первых разностях и связанных с ними лагов и ускорения, чтобы сделать результирующее слагаемое ошибки интегрального уравнения ортогональным и скорректировать эндогенность регрессора. Оценка ковариационной матрицы HAC (Newey West) применяется при выполнении DOLS.

Dependent Variable: LGDP_2010_US
 Method: Dynamic Least Squares (DOLS)
 Date: 05/23/19 Time: 15:00
 Sample (adjusted): 1980 2016
 Included observations: 37 after adjustments
 Cointegrating equation deterministics: C
 Automatic leads and lags specification (lead=1 and lag=9 based on HQC criterion, max=9)
 HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LTOTAL_PRIMARY_CONS_TOE	1.151463	0.049995	23.03135	0.0000
C	2.235497	0.465716	4.800127	0.0001
R-squared	0.990151	Mean dependent var		11.87671
Adjusted R-squared	0.985226	S.D. dependent var		0.289123
S.E. of regression	0.035142	Sum squared resid		0.029639

Рисунок 3 - Тест на коинтеграцию

Исходя из вышеприведенной таблицы, можно интерпретировать, что около 99% изменений в росте реального ВВП объясняется изменениями в росте потребления первичной энергии.

Коэффициент при LTOTAL_PRIMARY_CONS_TOE является статистически значимым, и увеличение потребления первичной энергии на 10%, вероятно, увеличит реальный ВВП на 15,5%. Получается, что с этого ВВП Индии может расти в размере 8% в реальном выражении, но потребление первичной энергии должно расти темпом 12,4% ежегодно. При уровне значимости 99% рост потребления первичной энергии считается статистически значимым фактором роста ВВП Индии. Нулевое значение p-value подтверждает это наблюдение.

В таблице, приведенной выше 98,5% изменений роста потребления первичной энергии, объясняются вариациями роста реального ВВП. Коэффициент LGDP_2010_US является статистически значимым, и ежегодный рост реального ВВП на 10% приведет к ежегодному увеличению потребления электроэнергии на 9,2%. При уровне значимости 95% наблюдалось, что LGDP_2010_US является статистически значимым, а нулевое значение p-value подтверждает это наблюдение.

Однако оценка эластичности ВВП по отношению к потреблению электроэнергии Министерством энергетики на уровне 0,71 за период 2010–2017 годов немного ниже, чем долгосрочная эластичность 0,92.

Dependent Variable: LTOTAL_PRIMARY_CONS_TOE
 Method: Dynamic Least Squares (DOLS)
 Date: 05/23/19 Time: 15:07
 Sample (adjusted): 1971 2017
 Included observations: 47 after adjustments
 Cointegrating equation deterministics: C
 Automatic leads and lags specification (lead=0 and lag=0 based on HQC
 criterion, max=9)
 HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed
 bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LGDP_2010_US	0.921880	0.033953	27.15145	0.0000
C	-2.518607	0.398140	-6.325933	0.0000
R-squared	0.984114	Mean dependent var		8.355478
Adjusted R-squared	0.983392	S.D. dependent var		0.318319
S.E. of regression	0.041022	Sum squared resid		0.074044

Рисунок 4 - Тест на коинтеграцию

Тесты KPSS показывают, что обе серии после логарифмического преобразования нестационарны на уровне и стационарны при первой разности. Используя двухэтапную технику Энгла-Грейнджера, вышесказанное предполагает, что именно потребление первичной энергии обеспечивает основу экономического роста как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Это отвергает неоклассическую гипотезу и эмпирически доказывает, что потребление первичной энергии является ограничивающим фактором экономического роста. При использовании метода динамического МНК (DOLS) эластичность потребления электроэнергии по экономическому росту оценивается в 0,92, а эластичность экономического роста по потреблению первичной энергии оценивается в 1,15.

Заключение

С точки зрения устойчивости в долгосрочной перспективе, роста и развития, Индии требуется политические решения, для изменения своей экономической структуры в сторону, более ориентированной на эффективность и менее истощающей ресурсы. Особенно необходимым становится рассмотрение ВИЭ не как дополнения как традиционному сектору, а как способ трансформации всей энергосистемы. Технологии возобновляемых источников энергии имеют огромный потенциал для решения энергетических проблем в Индии.

Библиография

1. Akarca A.T., Long T.V. On the Relationship between Energy and GNP: A Reexamination // Journal of Energy and Development. 1980. 5. P. 326-331.
2. Akinlo A.E. Energy consumption and economic growth: evidence from 11 African countries // Energy Economics. 2008. 30. P. 2391-2400. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2008.01.008>
3. Al-Iriani M.A. Energy-GDP relationship revisited: an example from GC countries using panel causality // Energy Policy. 2006. 34(17). P. 3342-3350. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2005.07.005>
4. BEE announces new star rating methodology for air conditioners. Press Information Bureau, Ministry of Power,

- Government of India, 2016. URL: <http://pib.nic.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=149154>
5. BP. Statistical Review of World Energy. 2018. URL: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
 6. Central Electricity Authority. Growth of Electricity Sector in India from 1947-2015. New Delhi: Central Electricity Authority, Government of India, 2018.
 7. CSTEP. A Sustainable Development Framework for India's Climate Policy: Interim Report. Bangalore: Centre for Study of Science, Technology and Policy, 2015.
 8. DeLong J.B. India Since Independence: An Analytic Growth Narrative. In D. Rodrik, In Search of Prosperity: Analytic Narratives on Economic Growth. New Jersey: Princeton University Press, 2003. P. 184-204.
 9. Energy Statistics. Ministry of Statistics and Program Implementation, GOI. New Delhi, 2012.
 10. Directorate General of Hydrocarbons. NELP-X oil & gas blocks: salient features. Petrotech 2014. Noida: Ministry of Petroleum & Natural Gas, Government of India, 2014.
 11. EIA. International Energy Outlook 2013. Washington: U.S. Energy Information Administration, 2018.
 12. Graczyk S.-J.A. Understanding energy challenges in India-Policies, Players and Issues. Paris: International Energy Agency, 2012.
 13. IEA. World Energy Outlook 2014. Paris: International Energy Agency, 2018.
 14. Report of The Working Group on Power for Twelfth Plan (2012-2017). Ministry of Power, GOI, New Delhi, 2012.
 15. UN Population Trends. 2017. URL: <http://www.un.org/en/development/desa/population/theme/trends/index.shtml>
 16. UNFCCC. The Cancun Agreements: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention FCCC/CP/2010/7/A. 2011.
 17. UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. 2015. URL: <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/India/1/I>

The relationship between primary energy consumption and GDP. Elasticity of primary energy consumption in India

Aleksandr R. Reva

Junior Researcher,
Center for Energy Research,
Primakov National Research Institute
of World Economy and International Relations,
117997, 23, Profsoyuznaya st., Moscow; Russian Federation;
e-mail: a.reva92@yandex.ru

Abstract

The economic development particularly and the economic growth of a country significantly depends on the long-term availability of energy from sources that are affordable, accessible and environmentally friendly. The adverse effects on environment caused by the production and consumption of energy have resulted in severe environmental impacts across the globe. India is expected to sustain an adequate energy supply in coming years. The consumption of energy is high in most developed countries. On the other hand, the developing countries need to consume more energy to ensure economic growth. The energy consumption in developing countries is estimated to be only one-tenth of that in the developed countries. The paper examines whether electricity energy consumption drives economic growth or vice versa in the Indian context using the annual data covering the period from 1970 to 2017. KPSS tests reveal that both the series, after logarithmic transformation, are non-stationary at level and stationary at first difference. Applying, two step Engle-Granger technique and Granger causality/ Block exogeneity Wald test, the study suggests that it is the primary energy consumption that fuels economic growth both in short run and long run. It

rejects the neo-classical hypothesis and empirically proves that electricity consumption is a limiting factor on economic growth, using dynamic OLS(DOLS) method.

For citation

Reva A.R. (2019) Svyaz' mezhdru potrebleniem energii i VVP. Elastichnost' potrebleniya pervichnoi energii v Indii [The relationship between primary energy consumption and GDP. Elasticity of primary energy consumption in India]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 9 (4A), pp. 371-383.

Keywords

Energy consumption, economic growth, Engle-Granger technique and Granger causality, block exogeneity Wald test, elasticity, India.

References

1. Akarca A.T., Long T.V. (1980) On the Relationship between Energy and GNP: A Reexamination. *Journal of Energy and Development*, 5, pp. 326-331.
2. Akinlo A.E. (2008) Energy consumption and economic growth: evidence from 11 African countries. *Energy Economics*, 30, pp. 2391-2400. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2008.01.008>
3. Al-Iriani M.A. (2006) Energy-GDP relationship revisited: an example from GC countries using panel causality. *Energy Policy*, 34(17), pp. 3342-3350. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2005.07.005>
4. (2016) *BEE announces new star rating methodology for air conditioners*. Press Information Bureau, Ministry of Power, Government of India. Available at: <http://pib.nic.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=149154> [Accessed 02/02/2019]
5. (2018) *BP. Statistical Review of World Energy*. Available at: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> [Accessed 02/02/2019]
6. (2018) *Central Electricity Authority. Growth of Electricity Sector in India from 1947-2015*. New Delhi: Central Electricity Authority, Government of India.
7. (2015) *CSTEP. A Sustainable Development Framework for India's Climate Policy: Interim Report*. Bangalore: Centre for Study of Science, Technology and Policy.
8. DeLong J.B. (2003) *India Since Independence: An Analytic Growth Narrative*. In D. Rodrik, *In Search of Prosperity: Analytic Narratives on Economic Growth*. New Jersey: Princeton University Press, 2003.
9. (2012) *Energy Statistics. Ministry of Statistics and Program Implementation*. GOI, New Delhi, 2012.
10. (2014) *Directorate General of Hydrocarbons. NELP-X oil & gas blocks: salient features. Petrotech 2014*. Noida: Ministry of Petroleum & Natural Gas, Government of India.
11. (2018) *EIA. International Energy Outlook 2013*. Washington: U.S. Energy Information Administration.
12. Graczyk S.-J.A. (2012) *Understanding energy challenges in India-Policies, Players and Issues*. Paris: International Energy Agency.
13. (2018) *IEA. World Energy Outlook 2014*. Paris: International Energy Agency.
14. (2012) *Report of The Working Group on Power for Twelfth Plan (2012-2017)*. Ministry of Power, GOI, New Delhi.
15. (2012) *UN Population Trends*. Available at: <http://www.un.org/en/development/desa/population/theme/trends/index.shtml> [Accessed 02/02/2019]
16. (2011) *UNFCCC. The Cancun Agreements: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention FCCC/CP/2010/7/A*.
17. (2015) *UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change* Available at: <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/India/1/I> [Accessed 02/02/2019]