

Потенциал использования биотоплива как горючего для транспортных средств в развивающихся странах

Масами Кодзима, Тодд Джонсон

Эта статья написана на основе более объемного доклада, опубликованного ESMAP в 2005 году. Доклад был подготовлен в ответ на постоянно растущее число просьб развивающихся стран о содействии в оценке рентабельности использования биотоплива как горючего для транспортных средств в ближайшие 5-10 лет. Данная статья основывается на успешном опыте Бразилии и иллюстрирует социально-экономические аспекты внедрения программ применения биотоплива в развивающихся странах.

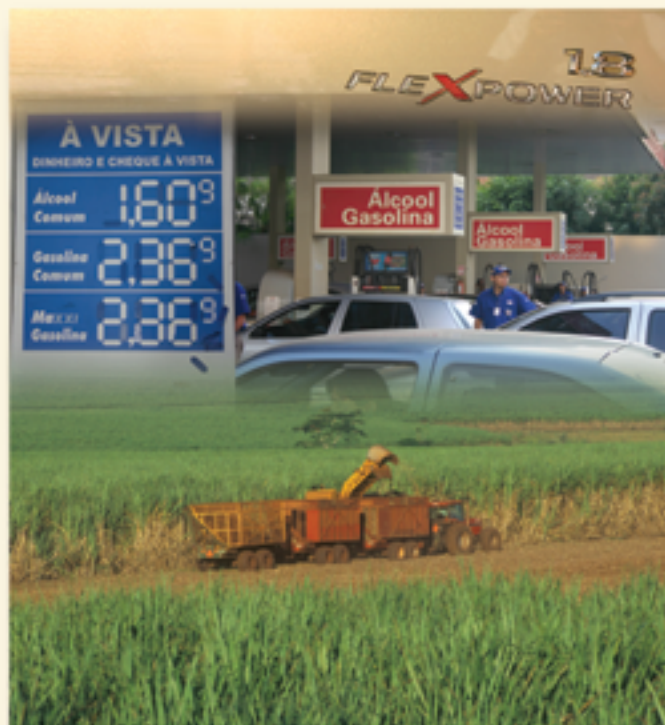
Растущий рынок биотоплива

Во всем мире растёт интерес к различным видам жидкого биотоплива, получаемого из биомассы. Наблюдающийся в последнее время подъём мировых цен на нефть, озабоченность вопросами энергетической безопасности, а также изменением климата вследствие выбросов парниковых газов (ПГ), – всё это подталкивает как промышленно развитые, так и развивающиеся страны к поиску способов коммерческого использования биотоплива. Кроме того, развивающиеся страны считают, что использование биотоплива – это способ стимулировать развитие сельских районов, создавать рабочие места и экономить валютные резервы.

Транспорт был и остаётся основной областью в мире, где предпринимаются крупномасштабные усилия по внедрению биотоплива. В этой отрасли применяются два вида первичного биотоплива – этанол и биодизельное топливо на основе растительного масла. Европейский Союз, Индия, Канада, Колумбия, Малайзия, Соединенные Штаты, Таиланд и Филиппины – во всех этих странах приняты планы (в ряде случаев носящие обязательный характер) наращивания доли биотоплива в поставках горючего для транспортных средств.

На сегодня крупнейшими рынками биотоплива в мире являются бразильский и американский (в США этанол производят из кукурузы). В Бразилии завершился спад в потреблении этанола: благодаря появлению новых мультитопливных автомобилей, способных работать на топливе с различным содержанием этанола, его реализация вновь оживилась, и сейчас на его долю приходится более 40 процентов бразильского рынка бензина и этанола. Что касается мирового рынка биодизельного топлива, то, хотя он и расширяется, его масштабы существенно меньше. Поскольку себестоимость производства биодизельного топлива выше, шансы обеспечить рентабельное использование этанола выглядят предпочтительнее. При этом наиболее экономичным и продуктивным источником этанола на сегодня является сахарный тростник.

Несмотря на рост потенциала использования биотоплива, серьезные препятствия к его широкомасштабному применению сохраняются. Опыт применения биотоплива в Бразилии рассматривается в настоящей статье для иллюстрации различных факторов, способствовавших его успешному использованию в этой стране, чтобы, таким образом, помочь развивающимся странам оценить издержки и выгоды применения биотоплива с социальной и



природоохранной точек зрения и решить, когда, где и как приступить к реализации таких программ.

Мотивы использования биотоплива

Интерес развивающихся стран к биотопливу определяется несколькими факторами:

- ▶ **Стремление диверсифицировать источники энергии и уменьшить воздействие колебаний цен на международном нефтяном рынке.** Возможность диверсификации энергоисточников привлекательна для стран-импортеров нефти, особенно для тех, кому дорого обходится её доставка (например, не имеющих выхода к морю).
- ▶ **Развитие сельских районов.** Производство биотоплива открывает перспективы ускорения развития сельских районов за счет создания рабочих мест в таких сферах, как производство, транспортировка и сбыт исходного сырья и биотоплива.
- ▶ **Уменьшение загрязнения атмосферы выхлопными газами.** В случае, если выхлопные газы существенно влияют на загрязнение атмосферы в городах, то с экологической точки зрения использование биотоплива предпочтительнее, чем топлива на нефтяной основе. Если автомобильный парк состоит из устаревших моделей (что не редкость в развивающихся странах), то наиболее существенно качество воздуха улучшается при использовании этанола. Это помогает сократить содержание окиси углерода и углеводородов в выхлопных газах, особенно в холодном климате. Этанол может заменить вредные октаноповышающие присадки на основе свинца; кроме того, биотопливо не содержит серы. При использовании биодизельного топлива сокращаются выбросы окиси углерода, углеводородов и твердых частиц, однако могут немного увеличиться выбросы оксидов азота.

ESMAP - это всемирная программа технической помощи, управляемая Департаментом энергетики и водных ресурсов (ДЭВ) Всемирного банка и способствующая повышению роли энергетики в сокращении масштабов бедности и обеспечении экономического роста с сознанием ответственности за охрану окружающей среды. Программа ориентирована на страны с низким уровнем дохода, формирующейся рыночной и переходной экономикой; её реализация является вкладом в достижение сформулированных международным сообществом целей в области развития.

- **Чистое сокращение объема выбросов ПГ в течение полного эксплуатационного цикла.** Перспективы получения помощи на двусторонней или многосторонней основе на цели смягчения последствий изменения климата порождают серьезный интерес к биотопливу. В настоящее время Киотский протокол не предусматривает для развивающихся стран обязательных целевых показателей сокращения выбросов ПГ, однако даёт им возможность продавать углеродные кредиты в рамках Механизма чистого развития странам, которые имеют обязательства по сокращению выбросов углерода.

Сопутствующий риск

С другой стороны, развивающиеся страны озабочены потенциальными социальными и экономическими издержками программ применения биотоплива. В число этих издержек входит исторически сложившаяся потребность в постоянном предоставлении отрасли существенных государственных субсидий, «перехват» субсидий на программы внедрения биотоплива крупными сельскохозяйственными и агропромышленными предприятиями, социально-бюджетные последствия сокращения государственных расходов вследствие введения налоговых льгот в отношении биотоплива, последствия для политики в области сельского хозяйства и торговли сельскохозяйственной продукцией, а также потенциальный ущерб окружающей среде вследствие производства биотоплива и исходного сырья для него.

Крупнейшим препятствием к широкомасштабному развитию производства биотоплива остается его рентабельность – а она тесно связана с мировыми ценами на нефть. В связи с этим полезно ознакомиться с тем, как решили эту проблему в Бразилии, и разобраться в сущности факторов, способствовавших успешному развитию производства биоэтанола в этой стране.

Этанол: опыт Бразилии

Этанол из сахарного тростника, выращиваемого в центре и на юге Бразилии, сегодня обходится намного дешевле всех остальных видов биотоплива. В финансовом выражении себестоимость производства этанола в Бразилии составляет, по некоторым оценкам, от 0,23 до 0,29 долл. за литр¹.

Себестоимость производства этанола в других странах или из иного сырья, нежели бразильский сахарный тростник, существенно выше. Себестоимость производства биодизельного топлива значительно выше – по меньшей мере, 0,50 долл. США за литр (т.е., 79 долл. США за баррель биодизельного топлива), а во многих случаях – и выше.

В Бразилии от 58 до 65 процентов себестоимости производства этанола приходится на долю исходного сырья, так что рентабельность этанола самым непосредственным образом зависит от себестоимости выращивания сахарного тростника. Центр и юг Бразилии – это регионы, которым практически нет равных по продуктивности и низкой себестоимости производства тростника, чему есть несколько причин:

- 1) Сахарный тростник – влаголюбивая культура, однако почти весь сахарный тростник в этом регионе выращивается на богарных землях, а не на поливных, как, например, в Австралии и Индии.
- 2) Между выращиванием сахарного тростника и другими направлениями сельского хозяйства нет конкуренции за земельные угодья, так как в этом регионе Бразилии еще очень много свободных земель, что позволяет и далее расширять производство сахарного тростника.
- 3) Продуктивность сахарного тростника в Бразилии весьма высока благодаря десятилетиям научных исследований и



Источник: Macedo 2005, Nastari 2005.

его выращиванию в промышленных масштабах. Приведем лишь один пример: для промышленных посадок в Бразилии используется более 500 сортов тростника, устойчивых ко многим из 40 с лишним болезней этого растения, выявленных в этой стране.

- 4) Перегонные установки в Бразилии, по большей части, функционируют в составе сахарно-спиртовых комбинатов, что позволяет изменять соотношение выпускаемой продукции в пользу сахара либо этанола. Это дает владельцам заводов возможность с выгодой использовать изменения соотношения цен на сахар и этанол, а также извлекать выгоду из переработки патоки в гораздо более дорогостоящий этанол.
- 5) Появление мультитопливных автомобилей сделало еще более привлекательным строительство гибридных сахарно-спиртовых комбинатов и успокоило потребителей, опасавшихся возможной нехватки этанола.

Что же касается воспроизведения бразильского опыта в других развивающихся странах, то «вопросом вопросов» здесь является то, на каком именно этапе исторически сложившейся бразильской «кривой обучения» эти страны смогут выйти на рынок этанола (см. вставку 1).

В мировом масштабе

Сахарный тростник выращивают почти в 100 странах мира, но ни одной из них не удалось достичь структуры себестоимости его производства, аналогичной бразильской. В середине 2005 года себестоимость производства сахара была самой низкой в трех странах мира: 145 долл. США за тонну в Бразилии, 185 долл. США за тонну в Австралии и 195 долл. США за тонну в Таиланде. Себестоимость еще примерно четверти общемирового объема производства сахара составляет 200-250 долл. США за тонну, а далее себестоимость подскакивает до 400 долл. США за тонну и выше, причем на этот «затратный» сахар приходится почти половина общемирового объема его производства (см. рисунок 1). По некоторым оценкам, в Австралии долгосрочная рентабельность этанола как горючего для транспортных средств достижима только при условии, что мировые цены на нефть не упадут ниже уровня 2005 года (расчеты Целевой группы по биотопливу (Biofuels Taskforce), 2005 год). В других странах уровень безубыточности, по всей вероятности, окажется еще выше.

С учетом этих данных о себестоимости весьма вероятно, что для начала и поддержания производства биотоплива в подавляющем большинстве развивающихся стран потребуются субсидии – прямые, косвенные или и те, и другие. Однако экономическая сторона производства биотоплива определяется спецификой конкретной местности и ситуации, так что результаты во всех странах окажутся разными.

Налоговые льготы, директивное ценообразование, протекционистская торговая политика – все эти методы применялись для содействия

¹ Все приведенные в настоящей статье суммы в долларах указываются в долларах США. Пересчет сумм из бразильских реалов в доллары США производился по курсу 2,40 реала за 1 доллар США, действовавшему в середине 2005 года.

производителям биотоплива. Все страны, в которых осуществляются программы внедрения биотоплива, предоставляли его производителям субсидии, и ни одна страна еще полностью не отказалась от оказания им поддержки из госбюджета. Бразилия – это единственная страна, в которой налажено коммерчески конкурентоспособное производство этанола, однако до этого ему в течение более чем 20 лет оказывалась государственная поддержка. Но и сейчас в Бразилии сохраняется существенная разница в уровнях налоговой нагрузки на производство газохлоа (смеси из 80 процентов бензина и 20 процентов этанола) и водосодержащего этанола.

Повсеместно распространенным инструментом поддержки производства и использования биотоплива является освобождение от налогов. В случае предоставления освобождения от налогов для поддержки использования биотоплива в развивающихся странах возникают как сомнения в социальной справедливости такой меры, так и трудности практического порядка. Налоги на бензин зачастую являются в развивающихся странах важным источником налоговых поступлений; при этом они носят прогрессивный характер, поскольку больше всего бензина потребляют представители групп населения с высокими доходами. Освобождение этанола от топливного налога приводит к утрате налоговых поступлений от реализации бензина – поступлений, которые могли быть использованы для финансирования других социальных программ. Дизельное же топливо во многих развивающихся странах облагается налогом по очень низким ставкам либо субсидируется. Использовать освобождение биодизельного топлива от налогообложения как средство поддержки его применения не представляется в этих условиях возможным, и поэтому потребуются поиск иных решений.

Вмешательство государства

Если промышленное производство и применение биотоплива вполне рентабельно, роль государства может сводиться к выработке норм регулирования, обеспечивающих равенство условий ведения хозяйственной деятельности в отрасли, защиту прав потребителей и соблюдение требований охраны и гигиены труда, экологических и технических стандартов. В любом случае, государствам следует, по мере возможности, улучшать инвестиционный климат за счет формирования ясной, стабильной и прозрачной нормативно-правовой и налогово-бюджетной базы, подкрепляемой эффективным администрированием.

Если же промышленное производство и применение биотоплива само по себе нерентабельно, то необходимость вмешательства государства должна быть обоснована – например, интересами ускорения развития сельских районов, учетом экзогенных факторов, адекватная оценка финансовых последствий которых отсутствует, или диверсификацией энергоисточников.

► **Развитие сельских районов.** Программы внедрения биотоплива следует увязывать с более широкими инвестиционными программами развития инфраструктуры сельских районов и формирования человеческого капитала. Странам с низким уровнем доходов следует произвести оценку наличия базовых условий (включая наличие необходимой инфраструктуры и основных общественных услуг) для успешной реализации программы внедрения биотоплива или возможности создания таких условий в краткосрочной перспективе.

► **Неучтенные экзогенные факторы.** При оценке экономической целесообразности производства и применения биотоплива следует учитывать экологические выгоды, например, сокращение выбросов местных или глобальных загрязняющих веществ. Выгоду от сокращения выбросов ПГ можно приблизительно оценить на основе цен на рынке углеродных квот. Исходя из того, что эти цены

Вставка 1: Этанол: какие условия способствуют успеху?



- 1. Благоприятствуют ли климатические условия выращиванию сахарного тростника?** Достаточно ли обильны осадки или имеется качественная система орошения, способная устойчиво функционировать без значительных субсидий? Достаточно ли плодородна почва для выращивания сахарного тростника?
- 2. Хорошо ли развита инфраструктура дорог и коммуникаций?** Плодородные, обильно увлажняемые осадками земли должны быть доступными – это позволит свести к минимуму затраты на доставку тростника на перерабатывающие заводы, а этанола – к местам его потребления.
- 3. Хорошо ли развиты сельскохозяйственная наука и система распространения сельскохозяйственных знаний или насколько велика вероятность их совершенствования?** Опыт Бразилии убедительно показывает выгоды селекции новых сортов тростника: это позволяет добиваться устойчивости к заболеваниям и вредителям тростника, подбирать сорта, соответствующие микроклимату той или иной местности, распространять сельскохозяйственные знания через соответствующие службы и добиваться, чтобы крестьяне учитывали накопленный опыт и следовали рекомендациям.
- 4. Обладают ли крестьяне достаточным уровнем начального образования?** Уровень образования крестьян, особенно в странах с низким уровнем дохода, зачастую недостаточен. Они должны быть способны понять и применить рекомендации служб распространения сельскохозяйственных знаний, чтобы быть в состоянии воспользоваться новыми техническими, бытовыми, организационными и финансовыми возможностями.
- 5. Функционирует ли кредитный рынок?** Крестьянам необходим доступ к кредитам, чтобы иметь возможность применить рекомендации по мелиорации, поступающие от служб распространения сельскохозяйственных знаний, подбирать и высаживать районированные сорта тростника и внедрять соответствующие методы борьбы с вредителями, сорняками и заболеваниями растений. Эти меры необходимы для повышения урожайности тростника, что позволит обеспечить рентабельность производства этанола.
- 6. Имеются ли в наличии менеджерские кадры, способные принять на себя управление данной отраслью?** На всех этапах логистической цепочки – от оптимизации подбора семенного материала и сроков уборочной кампании до организации производственного процесса на перерабатывающих предприятиях – необходимы управленческие навыки, включая навыки управления технологическими процессами.
- 7. Способна ли существующая организация производства сахара обеспечить кооперацию с производством этанола на всех этапах логистической цепочки?** В некоторых странах развитие производства этанола замедлялось из-за конфликтов между производителями сахара и этанола, либо между производителями сахарного тростника и спиртовыми заводами.
- 8. Существует ли механизм учета экзогенных факторов, адекватная оценка финансовых последствий которых отсутствует?** В некоторых случаях рентабельность коммерческого производства и применения этанола будет зависеть от взимания платы за экзогенные факторы, финансовые аспекты которых не учитываются, например, за загрязнение атмосферного воздуха в городах или за выбросы ПГ.

составляют от 3 до 20 долл. США за тонну выбросов в пересчете на двуокись углерода, получим значения в диапазоне 0,005-0,07 долл. США за литр, даже при том условии, что использование биотоплива позволит исключить 100 процентов выбросов ПГ на всем протяжении цикла производства и использования топлива на нефтяной основе. Что касается выгод от сокращения загрязнения атмосферного воздуха в местном масштабе, то имеются, например, расчеты, показывающие, что такие выгоды от использования этанола по сравнению с бензином, возможно, незначительно превысят 0,02 долл. США за литр, а биодизельного топлива – 0,08 долл. США за литр. Производство сырья для биотоплива и его переработка в биотопливо также могут сопровождаться экологическими издержками – загрязнением воды и воздуха, истощением почвы и ущербом, наносимым биоценозам в процессе трансформации лесов в сельскохозяйственные угодья.

- **Диверсификация энергоисточников.** Биотопливо может позволить диверсифицировать источники энергии, однако выгоды от этого следует сопоставить с себестоимостью производства биотоплива. Для диверсификации энергоисточников за счет биотоплива важно наличие альтернативных, надежных и недорогих источников топлива, поставщики которого не относятся к числу традиционных производителей нефти. В режиме свободной торговли на международном рынке цены биотоплива и нефтепродуктов как заменителей придут в состояние равновесия, но до тех пор, пока объемы производства биотоплива будут составлять лишь малую долю от объемов производства топлива на нефтяной основе, биотопливо не будет оказывать существенного влияния на рыночные цены.

Поскольку в настоящее время в качестве сырья для промышленного производства биотоплива используются сельскохозяйственные культуры, любое обсуждение вопроса о программах внедрения биотоплива будет неполным без анализа глобальных перекосов цен на сельскохозяйственную продукцию, особенно вызванных практикуемым странами с высоким уровнем доходов внутригосударственным субсидированием и торговыми ограничениями. Мировой рынок сахара – это один из рынков, где эти перекосы выражены особенно ярко. По прогнозам, полная либерализация торговли приведет к резкому сокращению производства сахара в странах с высокой себестоимостью его производства и, как показывает большинство оценок, к росту мировых цен на сахар примерно на 30-40 процентов (ESMAP 2005). Это, в свою очередь, повлечет за собой повышение себестоимости производства этанола, которое будет продолжаться до тех пор, пока в ответ на существенное повышение мировых цен на сахар не произойдет роста его предложения.

Устранение ограничений на торговлю биотопливом было бы полезно по целому ряду причин. Во-первых, наиболее эффективно работающие производители биотоплива могли бы расширить принадлежащую им долю рынка, выйдя за пределы своих государств. Во-вторых, политическое давление в пользу сохранения существенного субсидирования биотоплива, как скрытого, так и явного, в любой отдельно взятой стране существенно ослабло бы или исчезло бы вовсе, если бы такими субсидиями в дополнение к отечественным производителям биотоплива или вместо них стали бы пользоваться его зарубежные производители. Вышеперечисленные последствия послужили бы стимулом к повышению экономической эффективности и уходу неэффективных производителей с рынка. В свою очередь, расширение масштабов деятельности наиболее эффективных производителей биотоплива способствовало бы укреплению отрасли и диверсификации источников энергии во всем мире.

Подводя итоги

В ближайшей перспективе наиболее реальными шансами достичь промышленной рентабельности обладает этанол из сахарного

тростника². При использовании для производства этанола другого сырья заметно возрастает его себестоимость, и маловероятно, что такое производство окажется жизнеспособным в финансовом отношении без государственной поддержки. Биодизельное топливо остаётся дорогим даже на фоне роста мировых цен на нефть, и поэтому возникают аналогичные сомнения в финансовой жизнеспособности его производства в ближайшей перспективе.

В среднесрочной перспективе себестоимость производства биотоплива снизится, может повыситься привлекательность других видов сырья, благодаря чему расширится диапазон доступных видов сырья, и производством биотоплива смогут заняться и страны, не имеющие возможности выращивать сахарный тростник. Особый интерес вызывает возможность снижения себестоимости производства биодизельного топлива за счет использования растений, не требующих обилия влаги и питательных веществ, – таких, как ятрофа. К числу возможных дополнительных выгод можно отнести восстановление плодородия почв и иные экологические выгоды, например, связывание углерода.

В долгосрочной перспективе одной из областей с наивысшим потенциалом промышленной рентабельности представляется производство этанола из целлюлозы: продуктов лесоводства, отходов лесозаготовок и растениеводства, и энергетических культур, таких, как просо. Благодаря своему широкому распространению, доступности, изобилию, низкой себестоимости и способности существенно сократить выбросы ПГ на протяжении эксплуатационного цикла они представляют собой подходящее и привлекательное сырьё для производства биотоплива. В то же время, возможен ощутимый рост цен на нефть, а также стоимости углеродных квот, в результате чего экономическая привлекательность производства биотоплива намного повысится.

Литература

Biofuels Taskforce. 2005. **Report of the Biofuels Taskforce to the Prime Minister.** Australian Government. www.dpmc.gov.au/biofuels/final_report.cfm.

ESMAP. 2005. **Potential for Biofuels for Transport in Developing Countries.** Report 312/05. Washington, DC: World Bank.

Macedo, Isaias de Carvalho, ed. 2005. **Sugar Cane's Energy: Twelve Studies on Brazilian Sugar Cane Agribusiness and Its Sustainability.** Sao Paulo: UNICA. Sao Paulo: Sugarcane Agroindustry Union.

Nastari, Plinio Mario. 2005. Личное письмо.

² В прошлом мировые цены на сахар были столь же нестабильны, как и цены на нефть. В начале 2006 года мировые цены на сахар достигли своего 25-летнего максимума, вследствие чего заводские отпускные цены на этанол намного превысили отпускные цены на бензин, и в марте 2006 года бразильскому правительству пришлось снизить предписанное содержание этанола в газохоле с 25 до 20 процентов.

Охраняется авторским правом. ©2006

Фотографии предоставили: ©Тодд Джонсон и Карлос Голдгруп, Релехо

Издательская группа: Марджори К. Арайя, Дуглас Ф. Барнс и Саманта М. Констант

Настоящая статья является частью готовящегося к печати доклада «Potential for Biofuels for Transport in Developing Countries» («Потенциал использования биотоплива как горючего для транспортных средств в развивающихся странах»). Масами Кодзима работает ведущим специалистом по энергетике в Департаменте энергетики и горнодобывающей промышленности Всемирного банка. Тодд Джонсон работает старшим специалистом по энергетике в Региональном управлении Латинской Америки Всемирного банка.

Содержащиеся в настоящей статье выводы, толкования и заключения принадлежат исключительно авторам и ни в коей мере не должны рассматриваться как выражение мнения Всемирного банка или аффилированных с ним организаций.

Для заказа экземпляров этой публикации в полном объеме и получения дополнительной информации приглашаем Вас посетить наш веб-сайт: <http://www.esmap.org>.

ESMAP издает серию публикаций «Обмен опытом» с целью максимально эффективного и широкого распространения результатов значимой исследовательской работы в энергетическом секторе на благо сообщества, занимающегося проблемами развития.