

ВЛИЯНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА НА ПРОДОВОЛЬСТВЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ (на примере развития биоэнергетики в сельском хозяйстве США)

© 2017 г. **О.Г. Овчинников***

Статья поступила в редакцию 25.09.2016.

На примере США рассматривается одно из современных направлений научно-технического прогресса в аграрном секторе США – производство биотоплива, и его влияние на продовольственную безопасность страны. Биоэнергетика является очередным этапом НТП, наряду с механизацией, химизацией и информатизацией. Хотя её воздействие на аграрный сектор США в начале XXI века только начинает проявляться, оно уже является несомненным и значительным. В работе проводится качественная и количественная оценка такого влияния. В связи с этим приводится анализ структуры производства, тенденций потребления и проблем, связанных с производством биотоплива. Внимание уделяется перспективным направлениям этого направления НТП, в частности работам по созданию биотоплива третьего поколения. В последние десятилетия государство в США играет важнейшую роль как катализатор внедрения достижений НТП в практику аграрного производства. Биоэнергетика – не исключение. Поэтому в работе уделяется внимание анализу роли государства в развитии этого направления научно-технического прогресса в целом и рассмотрению отдельных элементов государственной политики.

Ключевые слова: *аграрный сектор США, национальная продовольственная безопасность, государственное регулирование, биотопливо, биоэтанол, биодизель.*

Проблема зависимости продовольственной безопасности (ПБ) от фактора научно-технического прогресса (НТП) приобрела значение уже в первой половине прошлого века. Связано это с переходом сельского хозяйства развитых стран от натурального способа его ведения к товарному. Этот переход и последующая эволюция аграрного сектора были неразрывно связаны с ростом эффективности аграрного производства.

Движущими факторами этого роста были достижения науки и техники, которые лежали в основе соответствующих технологических укладов. Отличительной чертой современного этапа развития научно-технического прогресса является наступление эпохи биоэкономики, основанной на технологиях, ис-

* **ОВЧИННИКОВ Олег Григорьевич** – доктор экономических наук, руководитель Центра аграрных проблем Института США и Канады РАН (ИСКРАН), Российская Федерация, 121069 Москва, Хлебный пер. 2/3 (olego-2006@yandex.ru).

Статья подготовлена при финансовой поддержке РГНФ по проекту № 15-37-11121"а (ц).

пользующих возобновляемые природные ресурсы. Биотехнология нашла применение в медицине и здравоохранении, сельском хозяйстве, химической и микробиологической промышленности, биоэнергетике и других секторах экономики.

Сельскому хозяйству отводится одна из ключевых ролей в биоэкономике, поскольку оно обеспечивает сырьём производство материалов нового поколения. Особенно перспективным эффектом от применения биотехнологий в сельском хозяйстве представляется для энергетики, производства натуральных волокон и крахмала.

В работе проводится комплексный анализ влияния производства биотоплива, как одного из последних проявлений научно-технического прогресса в сельском хозяйстве США, на продовольственную безопасность государства.

Этапы научно-технического прогресса и рост эффективности

Рост эффективности аграрного сектора США был обусловлен последовательной сменой технологических укладов, которые, в зависимости от преимущественно используемых в определённый период достижений науки и техники получали своё специфическое название. Известны следующие периоды его развития:

– "Эра механизации" (до 1950-х годов) сопровождалась повсеместной механизацией работ в растениеводстве и животноводстве и заменой конной тяги на механическую. В это время наблюдалось существенное нарастание в фермерских хозяйствах числа тракторов, комбайнов, прочей техники. В последующий период это число стабилизировалось, более того, наблюдалась тенденция к его снижению – за счёт увеличения средней мощности единицы техники и числа применяемых с ней орудий.

– "Эра химизации" (до 1970-х годов). В этот период резко выросло использование в сельском хозяйстве минеральных удобрений и средств сельскохозяйственной химии. Достигнув максимальных значений, их применение стабилизировалось, а в начале нулевых годов нынешнего века в связи с распространением ГМ-культур снизилось.

– "Зелёная революция". В этот период произошёл взрывной рост урожайности сельскохозяйственных культур. В его основе – применение новых, выведенных методами традиционной селекции сортов растений, использование минеральных удобрений и средств сельскохозяйственной химии, методов оптимальной обработки почвы. Так, например, за 1940–1959 гг. урожайность важнейшей для сельского хозяйства США культуры – кукурузы выросла почти в 2 раза (в среднем с 16,3 до 31,3 ц/га за 20 лет), в 1960–1989 гг. – практически на столько же (до 60,3 ц/га). Меньшие, но достаточно высокие темпы прироста, сохранились в последние три десятилетия – в 2010 г. по сравнению с 1990 г. урожайность увеличилась на 40% и достигла 95–100 ц/га¹.

¹ Agricultural Statistics, U.S. Department of Agriculture, National Agricultural Statistical Service; different years. Available at: https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics (accessed: 5.05.2016).

– "Эра информации". Традиционно вхождение аграрного сектора в этот период относят к началу 1990-х годов. В это время на эффективность хозяйства влияло использование микропроцессорной техники в учёте и анализе различных аспектов производства (например, учёт поголовья дойного стада) и ситуации на рынке (использование компьютеров наряду со средствами телекоммуникации в оперативном доступе к рыночной информации). Затем, особенно на рубеже прошлого и нынешнего столетий, по мере совершенствования и роста мощности компьютеров и периферии, круг задач расширялся и углублялся. Сейчас уместнее говорить скорее об автоматизации процессов сельхозпроизводства. Одним из интереснейших и перспективных направлений использования компьютерной техники в растениеводстве является технология "точного земледелия".

– Биотехнология – один из важнейших и определяющих ближайшую перспективу сельского хозяйства факторов. Многие эксперты считают методы генной инженерии одним из тех направлений науки, которые будут лежать в основе продовольственного обеспечения растущего населения земного шара в будущем. Безопасность продуктов с использованием ГМ-сырья вызывает широкие и горячие дискуссии среди учёных и представителей общественности. Но несомненно одно – в условиях ускорившегося истощения и деградации природных ресурсов (земельных и водных) и продолжающегося роста народонаселения Земли, – весомой альтернативы ГМО, увы, пока нет.

– Биоэнергетика – стоит как бы особняком в списке достижений НТП в сельском хозяйстве и влиянии на состояние ПБ страны. Её воздействие на аграрный сектор в начале XXI века несомненно и значительно.

Научно-технический прогресс и продовольственная безопасность государства

В чём суть и механизм влияния перечисленных достижений НТП и в целом фактора научно-технического прогресса на поддержание ПБ государства?

Известно, что обеспечение продовольственной безопасности предполагает выполнение двух основных условий, в том числе:

1) удовлетворение внутренних потребностей в продовольствии преимущественно за счёт собственных ресурсов с учетом требований поддержания экологического баланса;

2) обеспечение качественного и количественно сбалансированного рациона продовольствия.

Выполнение первого, базового, условия зависит от достаточного количества и качества природных ресурсов для производства заданного объёма сельхозпродукции и степени развития прилагаемого к этим ресурсам производственного капитала. Последнее традиционно определялось технической оснащённостью производственных мощностей, совершенством орудий и механизмов, качеством семенного материала и т.п. Всё это влияло на урожайность сельхозкультур и продуктивность сельскохозяйственных животных, существенно повышало эффективность используемых земельных ресурсов. Соответственно степень самообеспеченности страны продовольствием, несмотря на достаточно

динамичный рост населения, оставалась в США на высоком уровне и даже возрастала. Внешним проявлением этого факта является высокая доля аграрного экспорта в валовом продукте сельского хозяйства. В последнее десятилетие она стабильно составляет 25–30%, а в отдельные годы и выше. Это существенно больше, чем в любой другой период истории аграрного сектора страны.

Механизм влияния НТП на сельское хозяйство и, в конечном счёте, на продовольственную безопасность, характерен для всех упомянутых выше этапов научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. За исключением, пожалуй, последнего, связанного с внедрением достижений биоэнергетики. Его влияние обусловлено тем, что сочетание новейших технологий переработки сельскохозяйственного сырья с мерами косвенного госрегулирования (регламентирования) позволили создать дополнительный и существенный рынок сбыта для ряда основных сельскохозяйственных культур, особенно – кукурузы и сои. Таким образом, уникальная роль биоэнергетики состоит в том, что, не повлияв непосредственно на эффективность использования природных ресурсов (в первую очередь – земли), рост производства биотоплива (биоэтанола и биодизеля), несомненно, способствовал экономической стабилизации сельского хозяйства страны. А это одно из важнейших условий достижения продовольственной безопасности любого государства.

Тенденции и масштабы производства биотоплива

Мир вступает в эпоху экономики, основанной на биотехнологиях, использующих возобновляемые природные ресурсы. Производство биотоплива стремительно растёт. За период 2001–2013 гг. в крупнейших мировых производителях (США, Бразилии и ЕС) оно увеличилось на 462%. Наиболее высокие темпы роста наблюдались до 2011 г. Впоследствии рост замедлился, хотя тенденция расширения производства сохранилась.

В США вопрос перехода на альтернативное топливо остро встал после энергетического кризиса 1970-х годов. Высокий уровень зависимости экономики страны от импорта нефти (на США приходится пятая часть мирового потребления) способствовал ускоренному развитию биоэнергетики, в частности, производства альтернативного жидкого моторного топлива. В стране были приняты экстренные меры, и наряду с уже действующими предприятиями, использующими ветровую, приливную и солнечную энергию, впервые были построены заводы, на которых кукурузное зерно перерабатывали в этанол.

Транспортный сектор – один из крупнейших потребителей энергоносителей. В структуре потребления моторного топлива 92% составили нефтепродукты – бензин (56%), дизельное топливо (22%), авиационный керосин (11%), мазут и сжиженный нефтяной газ (вместе 3%). На биотопливо приходилось 5%, на природный газ – 3%, на электроэнергию – около 1%².

² USDOE, Energy Information Administration. – *Monthly Energy Review*. Table. Available at: http://www.eia.doe.gov/mer/mer/pdf/pages/sec10_8pdf (accessed 26.09.2015).

В структуре производства биотоплива на **биоэтанол** приходится 94%³. Его производят из крахмалосодержащих растений, в качестве сырья используют преимущественно кукурузу. Для производства **биодизеля** берут растительное масло, получаемое из рапса, канолы, подсолнечника, сафлора, горчицы, хлопчатника, масличной и кокосовой пальм, соевых бобов и др. На соевое масло приходится 70% используемого на эти цели сырья. Всё чаще применяют жиры животного происхождения, например, рыбий жир, говяжий и свиной, жир домашней птицы, отходы пищевой промышленности (например, отработанного растительного масла) и т.д. Потенциал такого производства высок, учитывая, что в США за год образуется 378,5 млн. л отработанных масел и жиров.

США – крупнейший мировой производитель биоэтанола. Доля страны в мировом производстве превышает 55%. Объёмы выработки растут: за последние 30 с лишним лет в 64 раза – с 853 млн. л в 1982 г. до 54,3 млрд. л в 2014 г. (табл. 1).

Около 95% произведённого этанола находят применение внутри страны, 6% – экспортируют. Объёмы импорта нестабильны, но не превышают 3% уровня производства (данные 2012–2013 гг.).

Таблица 1

Производство и использование биоэтанола в США, млн. л

Годы	Производство	Импорт	Экспорт	Внутреннее потребление
1982	853	-	-	-
1990	2830		-	-
1995	5139	61	-	-
2000	6140	18	-	-
2005	14778	476	-	-
2010	50333	60	1507	48618
2012	50030	1673	2807	48562
2013	50313	1427	2343	49606
2014	54275	273	3207	50974

USDOE, Energy Information Administration. – *Monthly Energy Review*. Table. Available at: http://www.eia.doe.gov/mer/mer/pdf/pages/sec10_8pdf, 26.09.2015.

В США экологический эффект от перехода на использование биоэтанола в 2005 г. выразился в сокращении выбросов парниковых газов (в CO₂-эквиваленте) почти на 7,8 млн. т, что приравнивается к выхлопам 1,18 млн. автомобилей за год. Среди экологических преимуществ биоэтанола следует отметить более полное сгорание топливной смеси, снижение в среднем на 30% выбросов окиси углерода и токсичных веществ, на 25% – летучих органических соединений. Уровень выбросов парниковых газов при сжигании биотоплива зависит от вида сырья: применение кукурузного этанола снижает этот

³ Monthly Energy Review. U.S. Department of Energy, Energy Information Administration. Table 10.4. Available at: http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=us_energy_transportation (accessed: 21.04.2016).

показатель на 52%, этанола из сахарного тростника – на 78%, целлюлозного – на 86%⁴.

Однако есть и минусы: а) энергоёмкость этанола на треть ниже бензина; б) при сжигании этанола происходит загрязнение воздуха уксусным альдегидом; в) этанол как растворимое в воде вещество нельзя транспортировать по трубопроводам. Его доставляют водным, автомобильным или железнодорожным транспортом, что значительно повышает расходы на перевозку.

Биоэтанол нашёл применение во многих отраслях промышленности, но большую часть (почти 60%) используют как высокооктановую добавку к моторному топливу в обычных бензиновых двигателях*. Топливные смеси этанола с бензином обозначают буквой *E*, цифра рядом отражает процентное содержание этанола. Например, топливо марки *E85* содержит 51–83 % этанола (в зависимости от сезона года и местонахождения), остальное – бензин. Наиболее распространена смесь *E10*, на которой могут работать все автомобили. *E15* разрешено использовать легковым автомобилям и грузовым автомобилям малой грузоподъёмности выпуска 2001 г. и позже. Более высокая концентрация этанола требует вносить изменения в систему зажигания двигателя.

Сегодня автомобильные компании выпускают машины, способные работать и на бензине, и на *E85*. Такие автомобили называются гибридными (*Flex-Fuel*). По данным Национальной коалиции этаноловых автомобилей (*National Ethanol Vehicle Coalition*), в США число гибридных автомобилей в 2014 г. составило 17,4 млн. (в 2005 г. – 5 млн.), число моделей – 20.

Почти 90% реализуемого в стране моторного топлива содержит биоэтанол. Суммарный объём потребления бензина и этанола в 2014 г. составил 510,5 млрд. л, включая 53 млрд. л этанола. Таким образом, доля этанола в потреблении бензино-этаноловых смесей превысила 10% (в 2004 г. – 2,6%).

По состоянию на 1 января 2010 г. в стране действовал 191 завод с годовой мощностью 45 млрд. л. Ещё 11 заводов суммарной мощностью 5,5 млрд. л находились в стадии строительства или расширения. К началу 2014 г. суммарная мощность предприятий биоэтаноловой промышленности США достигла 52,9 млрд. литров.

Производство биоэтанола размещается преимущественно в зонах выращивания кукурузы (Кукурузный пояс, Северные равнины, Озёрные штаты и др.). Наиболее высокая концентрация мощностей – в штате Айова. В 2014 г. здесь вырабатывали 15 млрд. л этанола, или 28% суммарного производства, что обеспечило этому штату место ведущего производителя этанола в стране. За ним следуют штаты Небраска – 7,2 млрд. л, Иллинойс – 5,2 млрд. л, Миннесо-

⁴ Biomass Basics: The Facts About Bioenergy 2012. U.S. Department of Energy, Energy Information Administration. Available at: www1.eere.energy.gov/biomass (accessed: 21.04.2016).

* Применяется как растворитель в лакокрасочной промышленности, в производстве товаров бытовой химии, служит сырьём для получения многих химических веществ, таких как ацетальдегид, диэтиловый эфир, тетраэтилсвинец, уксусная кислота, хлороформ, этилацетат, этилен и др., является компонентом антифриза; в медицине используется как обеззараживающее и подсушивающее средство; растворитель для лекарственных средств, для приготовления настоек, экстрактов из растительного сырья и др.; консервант настоек и экстрактов (минимальная концентрация 18%); в пищевой промышленности является растворителем пищевых ароматизаторов и необходимым компонентом спиртных напитков (водка, виски, джин и др.).

та – 4,3 млрд. л, Южная Дакота – 3,8 млрд. л и Индиана – 3,5 млрд. л⁵. В этих штатах сосредоточено почти 75% годового производства биоэтанола. Роль данной отрасли в экономике штатов чрезвычайно велика. Например, в Айове на его производство в 2011 г. было направлено 58% урожая кукурузы. В целом по стране, по оценкам Министерства энергетики, в 2012 г. на этанол было переработано около 40% урожая этой культуры. Таким образом, биоэнергетика стала третьим по уровню потребления кукурузы направлением её использования после животноводства и экспорта.

Помимо кукурузы биоэтаноловые заводы применяют другие виды сырья, в частности, отходы некоторых отраслей пищевой промышленности, лесобрабатывающих предприятий. Например, в 2009 г. 163 завода работали на кукурузе, 14 заводов – на кукурузе и сорго, три – на отходах пивоваренного и алкогольного производства, четыре завода работали на целлюлозе (древесных опилках, соломе и других отходах растениеводства). Ещё семь заводов, которые работали преимущественно на кукурузе, одновременно в качестве сырья использовали ячмень, сахарную мелассу, кожуру картофеля, крахмал, сырную сыворотку. И что важно – в отрасли нет ни одного завода, работающего на пшенице.

Производство биодизеля в США динамично растёт (табл. 2). С 2001 по 2013 гг. оно увеличилось в 161 раз – с 32 млн. л в 2001 г. до 5,1 млрд. л в 2013 г. При этом доля в структуре производства биотоплива не превышала 6%, а доля биодизеля в потреблении дизельного топлива – всего 1,5% (в 2009 г. – 0,5%).

Таблица 2

Производство биодизельного топлива в США в 2001–2014 гг., млн. л

2001 г.	2005 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012г.	2013г.	2014г.
32	344	1854	2567	1952	1300	3662	3750	5146	4693

USDOE, Energy Information Administration. – *Monthly Energy Review*. Table. Available at: http://www.eia.doe.gov/mer/mer/pdf/pages/sec10_8pdf, 26.09.2015.

Несмотря на рост производства, спрос хронически превышает предложение. Недостающие количества биодизеля США импортируют. В 2014 г. за счёт импорта топлива удовлетворялось 14% потребности внутреннего рынка, или 804 млн. л.

Биодизель применяют как в чистом виде, так и в виде смесей с углеводородным дизельным топливом, обозначая её буквой *B*. Наиболее широко распространена смесь *B20*, состоящая из 20% биотоплива и 80% дизельного топлива*. Её используют школьные и рейсовые автобусы, почтовые грузовики,

⁵ Renewable Fuels Association. 2013 RFA Ethanol Industry Outlook. Updated February 2015. Available at: <http://ethanolrfa.org/pages/annual-industry-outlook> (accessed: 5.05.2016).

* Помимо названных форм использования биодизеля и этанола сегодня во многих странах мира применяют и другие топливные смеси. Так, в США и Бразилии используют смесь *O2Diesel*, содержащую 7,7% этанола, 1% цетановой присадки и дизельное топливо. Финская компания "Несте ойл" под торговой маркой *NExBTL* производит смесь биодизеля и водорода, так называемое биотопливо второго поколения.

мусоросборщики, армейские автомашины. Грузовой транспорт работает на смесях с низким содержанием биодизеля – от В2 до В5.

В 2015 г. в стране действовал 101 биодизельный завод общей мощностью 7,9 млрд. л в год. Более двух третей предприятий сосредоточены в штатах Среднего Запада. Высокой концентрацией производства биодизеля выделяются штаты Техас – девять заводов мощностью 1192 млн. л, Айова – девять и 1079 млн. л, Миссури – девять и 738 млн. л, Иллинойс – шесть и 742 млн. л, Калифорния – восемь заводов мощностью 223 млн. л, Миннесота – четыре и 473 млн. литров⁶.

По данным Министерства энергетики, на производство биодизеля направляют 14% годового производства соевого масла. Объёмы его использования быстро растут. В 2000 г. на эти цели пошло 20 тыс. т масла, или 0,3% производства, в начале второго десятилетия (в 2011–2014 г.) – 2,1–2,2 млн. т, или 22–24%. Кроме него используют говяжий и куриный жир – 12%, кукурузное масло и масло канолы – по 9%.

Современные компании, занятые переработкой биомассы в биодизельное топливо, модернизируют оборудование заводов для использования других видов сырья, чтобы увеличить долю более дешёвых животных жиров, бывшего в употреблении растительного масла. Диверсификация сырья стала важным стратегическим ходом для контроля за финансовыми рисками, поскольку стоимость сырья составляет 80–90% себестоимости производства биодизеля, а цены на соевое масло продолжают расти. С 2000 по 2013 гг. цена на соевое масло (Декейтер, штат Иллинойс) повысилась с 31,19 цент/кг до 84,28 цент/кг, или в 2,7 раза. Причём, в период кризиса 2007–2008 гг. и после него, в 2010–2011 гг., цены повышались до 114,70–117,28 цент/кг⁷.

Экологические преимущества биодизеля заключаются в уменьшении выбросов углекислого газа, поскольку при сгорании биодизеля выделяется такое же количество углекислого газа, как было потреблено из атмосферы растением, являющимся исходным сырьём для производства масла, за весь период его жизни. Биодизель почти не содержит серы, при сгорании выделяет меньше сажи, чем обычное дизельное топливо, способен к биологическому разложению: в почве или в воде микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99% биодизеля, что позволяет говорить о минимальной опасности загрязнения почвы, рек и озёр. Национальный биодизельный совет США уверяет, что биодизель на 5% экономичнее традиционного дизельного топлива, так как его энергоёмкость на 5% выше.

Среди потребительских достоинств дизеля можно назвать высокие смазывающие свойства – его применение способствует очищению топливной системы двигателя и увеличению срока службы.

Однако чистое биодизельное топливо чувствительно к низким температурам (ниже плюс 10оС), и в холодное время года чистое биодизельное топливо,

⁶ U.S. Energy Information Administration/ Monthly Biodiesel Production Report. Available at: <http://www.eia.gov/renewable/data.cfm#alternative> (accessed: 5.05.2016).

⁷ Oil Crops Outlook 2014: U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. Table. Available at: <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1288> (accessed: 5.05.2016).

идущее из топливного бака в топливный насос, необходимо подогревать. При использовании дизельной смеси в такой операции нет необходимости. Кроме того, биодизель является растворителем: топливопровод и другие детали из натуральной резины изнашиваются гораздо быстрее, особенно в старых моделях двигателей. То есть необходимо применять топливопроводы из материалов, совместимых с биодизельным топливом.

Биотопливо второго поколения

В отличие от биотоплива первого поколения, сырьём для которого служат продовольственные культуры и продукты их переработки, биотопливо второго поколения предполагают производить из сырья не продовольственного назначения. Так, биоэтанол второго поколения, так называемый целлюлозный, – из биомассы специальных энергетических культур, таких как, например, просо, тростник, сорго, дикорастущие растения и деревья, а также из древесных отходов, растительных сельскохозяйственных остатков, твердых бытовых отходов; а биодизель – из биомассы масличных растений, отходов пищевой промышленности. Таким образом, биотопливо второго поколения будет в значительно меньшей степени влиять на производство продовольственных культур, чем биотопливо первого поколения.

Учёные экспериментируют с многолетними травянистыми культурами – люцерной, бермудской травой (*Cynodon dactylon*), слоновьей травой (*Miscanthus*), канареечником трубковидным (*Phalaris arundinacea*) и просом прутьевидным (*Panicum virgatum*) в качестве потенциального сырья для биотопливной промышленности. И хотя ни одно из этих растений не может претендовать на роль универсального биоэнергетического сырья, Министерство энергетики сфокусировало внимание на просе прутьевидном, одним из преимуществ которого является высокая урожайность и нетребовательность к плодородию почв. Поскольку это растение родом из Северной Америки, оно может произрастать повсеместно, кроме небольшой территории западнее Скалистых гор и севернее 55 параллели. По расчётам, с 1 га проса в среднем можно получить около 9 т этанола, что значительно больше выхода этанола из сахарного тростника.

Ведётся поиск дикорастущих растений, перспективных в качестве сырья для производства биодизеля. Некоторые из них имеют преимущества по сравнению с соевыми бобами, включая более высокое содержание масла и приспособленность к суровым климатическим условиям. Так, содержание масла в соевых бобах составляет около 20%, а в катране абиссинском и рыжике оно достигает 30–40%. Кроме того, себестоимость их выращивания существенно ниже, а при возделывании генмодифицированных сортов можно значительно поднять урожайность за счёт увеличения устойчивости к засухе, засолению почв и т.д. Эти растения в США уже выращивают, но пока для производства смазочных материалов и пластификаторов.

Другой пример – однолетнее растение ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), которое содержит от 20 до 38% масла и считается сорным, и куфея (*Cuphea spp*). По некоторым данным, создан ГМ-сорт куфеи, масло которой по химико-

физическим свойствам близко к дизельному топливу, что даёт возможность отказаться от процесса переэтерификации и существенно снизить себестоимость биодизеля.

Определённые перспективы есть у клещевины, в масле которой содержится жирные кислоты с химическими характеристиками, в большей степени подходящими для производства биодизеля. Метилвый эфир, полученный из этого растения, обладает более высокими смазочными свойствами, чем такой же продукт из сои или рапса. В своё время клещевина выращивалась в США в промышленных масштабах для получения касторового масла, которое сегодня страна импортирует.

Одна из основных проблем биотоплива второго и последующих поколений – высокая себестоимость производства. В 2007 г., по оценке Минсельхоза, себестоимость производства целлюлозного этанола составила 0,70 долл./л, а себестоимость кукурузного – 0,43 долл. Тем не менее, первые заводы по производству биоэтанола из целлюлозы уже появились в стране. Таким образом, для того чтобы биотопливо второго и последующих поколений заняло достойное место на энергетическом рынке США, необходимо разработать более дешёвые технологии переработки и более дешёвые виды сырья. Сегодня из всех потенциальных источников биомассы наиболее значительные объёмы составляет сельскохозяйственное сырьё в виде растительных остатков и энергетические культуры. Однако для фермеров производство таких растений, например, проса, будет экономически привлекательным только, если фермерские цены на них будут соответствовать ценам на самые дешёвые сельскохозяйственные культуры и продукты, например, сено, цена на которое после 2007 г. превысила 110 долл. за 1 тонну.

Биотопливо третьего и последующих поколений

В США ведутся исследовательские работы по получению биотоплива третьего поколения. Одно из них – **биодизель из водорослей** с высоким содержанием масла, которые оценивают как дешёвое и высокопродуктивное сырьё. Экспериментальным путём установлено, что с одного гектара земли можно получить более 520 л соевого или около 5 тыс. л пальмового масла, а с такой же площади водной поверхности получается до 13,5 тыс. л готового биотоплива. Подсчитано, что пруды общей площадью 200 тыс. га, находящиеся в штатах Калифорния, Нью-Мексико и на Гавайях, могут производить сырьё в объёме, достаточном для обеспечения годовой потребности 5% автомобилей. И займут эти пруды, пригодные для выращивания водорослей, менее 0,1% земель США. Уже разработаны технологии выращивания водорослей в малых биореакторах вблизи электростанций. Этой проблемой занимаются компании "Биопетролиум" (*Biopetroleum*) (при поддержке компании "Шелл"), "Солазим" (*Solazyme*) и др.

Однако выращивание водорослей и извлечения масла из них – процессы дорогостоящие. Издержки по извлечению масла составляют 1,65–11 долл./кг, исключая стоимость конверсии масла в биотопливо.

В США научными разработками и поиском сырья для биотоплива последующих поколений, конверсионными технологиями занимаются более 30 компаний. Среди них такие гиганты, как "Бритиш петролиум", "Эксон мобил", "Шеврон", "Коноко Филипс", "Шелл", "Валеро", "Дженерал моторс", "Вайерхаузер", "Новозитс", "Ханиуэлл", "Доу кэмикел", "Дюпон". Объёмы выпускаемой продукции у большинства из них незначительны, поскольку работы находятся на стадии экспериментов с различными видами сырья. Большая часть компаний ведёт исследования в области получения этанола из целлюлозы, некоторые работают над такими продуктами, как "зелёный" бензин, "зелёный дизель" и биобутанол, которые по химико-физическим свойствам ближе к традиционным видам топлива. Исследования направлены на снижение затрат на производство биотоплива за счёт повышения урожайности биомассы, коэффициента и скорости конверсии, ведётся поиск новых возможностей использования побочной продукции.

Новая тенденция в биоэнергетике США – получение биотоплива из жира. Один из примеров – компания "Хай плейнс биоэнерджи" (*High Plains Bioenergy*), которая построила завод по производству биодизеля рядом с предприятием по переработке свинины у г. Гаймон, штат Оклахома. Дешёвый побочный продукт производственного процесса убоя свиней вместе с растительным маслом превращают в биодизельное топливо. Предполагаемая мощность – 113,5 млн. л такого топлива в год из 13,6 тыс. т жира.

Другой пример построенный в 2010 г. биодизельный завод в г. Гейсмар, штат Луизиана. Это совместный проект скотобойни "Тайсон фудс" (*Tyson Foods*) и энергетической компании "Синтролеум" (*Syntroleum*). Поставляемый со скотобойни говяжий, куриный и свиной жир перерабатывается в топливо для дизелей и ракетных двигателей в объёме 283,9 млн. л в год.

Государственная поддержка

Современное производство биотоплива в США развивается под защитой высоких импортных тарифов, масштабных субсидий и других видов государственной финансовой поддержки.

Стимулирование **производства и использования биотоплива** было инициировано федеральным правительством для того, чтобы улучшить состояние окружающей среды, уменьшить зависимость страны от импорта нефти и стимулировать развитие сельских регионов страны за счёт производства возобновляемых источников энергии и создания дополнительных рабочих мест.

Одним из первых шагов в этом направлении стал закон "Об энергетической политике" (*Energy Policy Act*) 1992 г., который предписывал ряду транспортных компаний, паркам муниципального транспорта приобретать автомашины с двигателями, способными работать на альтернативном топливе. В 1998 г. в закон были внесены изменения, позволившие автомобилям с обычным двигателем использовать биодизельные смеси (*B20*).

Стандарт американского общества по тестированию и материалам (*ASTM Standard*), принятый в 2001 г., впервые узаконил топливные смеси бензина с биоэтанолом, а Сельскохозяйственный закон 2002 г. ввёл льготы производителе-

лям биотоплива, финансирование грантов на исследования в области альтернативной энергетики.

Наиболее ощутимым вкладом в развитие биотопливной промышленности подписанный президентом Дж. Бушем в августе 2005 г. закон "Об энергетической политике" (*Energy Policy Act*). Он предусматривал финансовую помощь производителям биоэтанола в виде субсидий, налоговых льгот и импортных пошлин. Кроме того, по этому закону была разработана программа стандарта на возобновляемое топливо, где впервые на законодательном уровне устанавливались объёмы производства и использования биотоплива.

Размер налоговых льгот периодически корректируется. Так, до 1990 г. размер льготы для биоэтанола составлял 0,16 долл./л, до 2008 г. – 0,13 долл./л, в 2009–2011 гг. – 0,12 долл./л.

Размер импортной пошлины на этанол в 2009–2011 гг. составлял 1,93 долл./л. Акцизные сборы на E10, по данным на 2011 г., были снижены на 30%. На региональном уровне производители этанола получают субсидии в размере от 5 до 10 центов за литр.

Стратегия, направленная на увеличение производства альтернативного топлива, получила продолжение в законе "Об энергетической независимости и безопасности" 2007 г., согласно которому к 2022 г. в стране должны вырабатывать 136 млрд. л этанола (включая 60 млрд. л этанола из целлюлозы).

Закон "О продовольствии, охране природы и энергии", получивший название Сельскохозяйственный закон 2008 г. (*The Food, Conservation, and Energy Act of 2008 – Farm Bill*), предусматривал финансовую поддержку для развития производства возобновляемой энергии в сельских регионах. На пять лет было выделено более 1 млрд. долларов.

Реализует и финансирует многочисленные проекты и программы, в первую очередь, Министерство сельского хозяйства. Его цель – поддержка эффективного производства сельскохозяйственного и целлюлозного сырья для биотоплива, финансовая поддержка геотермальных станций, солнечных и ветровых электростанций, передовых технологий производства биоэнергии, исследований в области биохимии и геномики – от фундаментальных научных исследований до разработки и внедрения новых технологий.

Эти программы внесли существенный вклад в аграрную экономику США. За 2003–2009 гг. по программе МСХ "Развитие сельских регионов" более 1,1 млрд. долл. были инвестированы в разработку и совершенствование систем получения возобновляемой энергии и повышение энергоэффективности. Результатом этих государственных инвестиций стало производство почти 13,6 млрд. кВт/час возобновляемой энергии, что эквивалентно снижению 14,4 млн. т выбросов CO₂. Это заменяет в среднем 77,90 млрд. баррелей нефти, что эквивалентно удалению 3,24 млн. автомобилей, и создаёт 6,964 рабочих мест. В течение 2008–2010 гг., около 30 грантов на общую сумму около 30 млн. долл. были выданы совместно Министерством сельского хозяйства и Министерством энергетики на стимулирование исследований по геномике цел-

люлозных биоэнергетических культур, таких как быстрорастущее деревья, кустарники и травы⁸.

Администрация Обамы продолжала стимулировать развитие отрасли. В 2011 г. президент представил новую **Стратегию энергетической безопасности США**. В ней для сокращения зависимости страны от импорта энергоносителей Белый дом, наряду с наращиванием объёмов собственной добычи нефти и газа и увеличением использования газа в транспортном секторе, предлагает активнее внедрять биотопливо. Особый акцент делается на **биотопливо следующих поколений**. Так, в Плане по безопасному энергетическому будущему правительством было предусмотрено инвестирование 510 млн. долл. в разработку биотоплива нового поколения для торгового и военно-морского флота, гражданской и военной авиации. Одним из главных стратегических пунктов продвижения "зелёных" технологий является привлечение к этим разработкам и их финансированию частных компаний.

В 2012 г. Министерство сельского хозяйства, Управление военно-морских сил Министерства обороны и Министерство энергетики объявили о выделении 30 млн. долл. на финансирование исследований по разработке новых технологий производства биотоплива. Министерство энергетики заявило о намерении выделить 32 млн. долл. для финансирования исследований по созданию новых, прорывных, технологий получения биотоплива и снижению себестоимости производства (из них 20 млн. долл. – на строительство заводов, использующих передовые технологии).

В бюджете на 2013 г. было выделено 110 млн. долл. участникам проектов по развитию биотопливной индустрии – представителям малого бизнеса, университетам, национальным лабораториям, промышленным компаниям.

Важную роль в стимулировании производства **биодизеля** в США сыграла принятая МСХ программа "**Биоэнергия**", по которой министерство субсидировало закупки соевого масла и животного жира, идущих на производство биодизеля. Уровень выплат составил 0,16 долл./л прироста производства относительно уровня прошлого года. МСХ, а точнее Товарно-кредитная корпорация оплачивала производителю биодизеля 40% стоимости сырья. В 2001–2006 гг. на эти цели было выделено около 150 млн. долл. Прямые платежи выдавались только мелким производителям и на определённое сырьё. Общие расходы на поддержку производства биотоплива в 2002–2006 гг. оценивались в 204 млн. долларов.

В 2003 г. МСХ начинает реализацию **Национальной образовательной программы "Биодизель"** с годовым бюджетом 1 млн. долл. Финансовая поддержка оказывалась компаниям, деятельность которых была связана с биодизелем, на обучение, исследовательскую работу, проектирование и внедрение. Сегодня эту деятельность поддерживают Национальный биодизельный совет и Университет штата Айдахо.

По закону "О создании рабочих мест" от 2004 г. в США были введены федеральные льготы на биодизельные смеси. Компаниям, смешивающим биодизель с традиционным топливом, предоставлялась налоговая льгота в размере

⁸ Advancing Renewable Energy: United States Department of Agriculture brochure, May 2011.

0,26 долл./л биодизеля, сделанного из растительного масла и животного жира, и 0,13 долл./л биодизеля, сделанного из бывшего в употреблении масла. Впоследствии, начиная с 2006 г., условия применения этой статьи были расширены: отменены ограничения на размер компаний, вид используемого сырья и объёмы выпускаемых топливных смесей. Льгота в размере 0,26 долл./л действует до настоящего времени, заменив собой действие соответствующих статей программы "Биоэнергия".

Другие государственные учреждения – федеральные, штатов, других местных органов власти – следуют примеру федерального правительства. По оценке экспертов, биодизельное топливо используют около 200 автопарков. В их число входит парк машин федерального подчинения (например, Министерства сельского хозяйства и Национального парка Йеллоустон), автопредприятия в подчинении правительств штатов (например, Министерства транспорта штата Миссури), муниципального подчинения (например, база ВВС Петерсон в Колорадо-Спрингс), автопарки, обслуживающие школы, автопарки коммунальных компаний. Другой пример – город Беркли в штате Калифорния, где 90% транспорта (более 180 машин) работают на чистом биодизеле B100.

Программы поддержки производства биотоплива второго поколения

Значительный вклад в стимулирование производства биотоплива второго поколения внёс закон "Об энергетической независимости и безопасности" 2007 г. Стандарт на возобновляемое топливо (*RFS2*), введённый этим законом, предусматривает увеличение использования биоэтанола из кукурузы и современного биотоплива (этанола из целлюлозы, дизеля на биологической основе и т.п.) до 2022 г. Для расширения производства биотоплива следующего поколения закон предусмотрел 50%-ный амортизационный вычет в первый год работы заводам, производящим целлюлозный биоэтанол.

Сельскохозяйственный закон 2008 г. предусматривает финансирование научных исследований и разработок технологий получения биотоплива второго поколения и вводит налоговые льготы в размере 0,26 долл./л целлюлозного этанола на период 2009–2012 гг. (что более чем вдвое выше налоговой льготы на этанол из кукурузы).

В общей сложности в 2007–2009 гг. федеральное правительство выделило более 2 млрд. долл. в качестве прямой поддержки частному сектору в производстве биотоплива следующего поколения и университетских исследований и разработок, включая проекты по биомассе. Правительства штатов также оказывают финансовую поддержку проектам.

Не только Министерство сельского хозяйства, но и Министерство энергетики США финансирует исследования в области биоэнергетики. В 2009 г. по закону "Об оздоровлении американской экономики и реинвестировании" для ускорения строительства и ввода в эксплуатацию экспериментальных, демонстрационных и коммерческих заводов МЭ и МСХ выделили 564 млн. долл. на осуществление 19 проектов в области биотоплива второго поколения. Одновременно МСХ объявило о предоставлении гарантий по кредитам на общую сумму 134,5 млн. долл. компаниям "Сапфир" (*Sapphire*) и "Рэндж фюэлс"

(*Range Fuels*) по Программе помощи производству биотоплива, предусмотренной "Сельскохозяйственным законом" 2008 г. Данная программа призвана стимулировать разработку новых и новейших технологий получения топлива из крахмалосодержащей биомассы, кроме кукурузы.

В настоящее время МСХ продолжает финансировать проекты, связанные с альтернативным топливом. Так, в 2014 г. министерство одобрило 51 контракт на сумму 4,6 млн. долл. на сбор около 300 тыс. т в сухом виде древесных остатков, полученных за счёт санитарных рубок в лесах.

Среди многочисленных программ поддержки производства и использования биотоплива, реализуемых МСХ США в настоящее время в рамках "Сельскохозяйственного закона" 2014 г., остановимся на наиболее важных.

Так, Программа "Рынки биоматериалов" (также известная как *BioPreferred*) продолжает стимулировать использование продуктов из биосырья. Предусмотрено обязательное финансирование в объёме 3 млн. долл. в год на 2014–2018 гг. (ранее – 2 млн. долл. в год в соответствии с Сельскохозяйственным законом 2008 г.). Помимо этого предусмотрено доверительное финансирование 2 млн. долл. в год. Действие программы расширено для проведения обязательной отчётности, аудита, оценки влияния, а также технической помощи по закупке продукции из биосырья федеральными агентствами и их подрядчиками.

МСХ реализует большое количество программ поддержки фермеров, собственников земли, производящих сырьё для биотоплива, частных конверсионных компаний, исследовательских центров. Так, Программа помощи при биопереработке обеспечивает гарантии по кредитам на сумму до 250 млн. долл. на строительство и модернизацию биохимических заводов по производству биотоплива из биомассы, кроме кукурузы.

По Сельскохозяйственному закону 2014 г. эта программа трансформирована в Программу помощи биопереработке, производству возобновляемых химических и биологических продуктов (*Biorefinery, Renewable Chemical, and Bio-based Product Manufacturing Assistance Program*). Она направлена на расширение спроса на биотопливо и другие продукты из возобновляемого сырья, расширение их производства в сельских населённых пунктах, а также увеличение рабочих мест путём поощрения передовых целлюлозных технологий производства биотоплива и других биопродуктов. Предусмотрено обязательное финансирование в размере 100 млн. долл. на 2014 фин. г. и по 50 млн. долл. на 2015 и 2016 фин. гг. При необходимости дополнительно выделяется 75 млн. долл. на каждый финансовый год с 2014 по 2018 гг. Кроме того, программа стимулирует производство побочных продуктов переработки, таких как строительные материалы, смазочные материалы и чистящие средства, за счёт увеличения масштабов производства до промышленных.

Программа "Сельская энергетика для Америки" (*Rural Energy for America Program*) предусматривает финансирование приобретения и модернизации систем по производству возобновляемой энергии (этанолола, биодизеля, ветровых и геотермальных электростанций, солнечных панелей и т.д.) и повышения энергоэффективности за счёт предоставления субсидий (до 500 тыс. долл.) и гарантий по кредитам (до 25 млн. долл.) фермерам и небольшим компаниям в

сельских регионах. Общий размер субсидии не может превышать 25% стоимости проекта, а вместе с кредитной гарантией субсидия не может превышать 75% общей стоимости проекта. Срок действия кредитной гарантии – от 7 до 30 лет в зависимости от цели кредита.

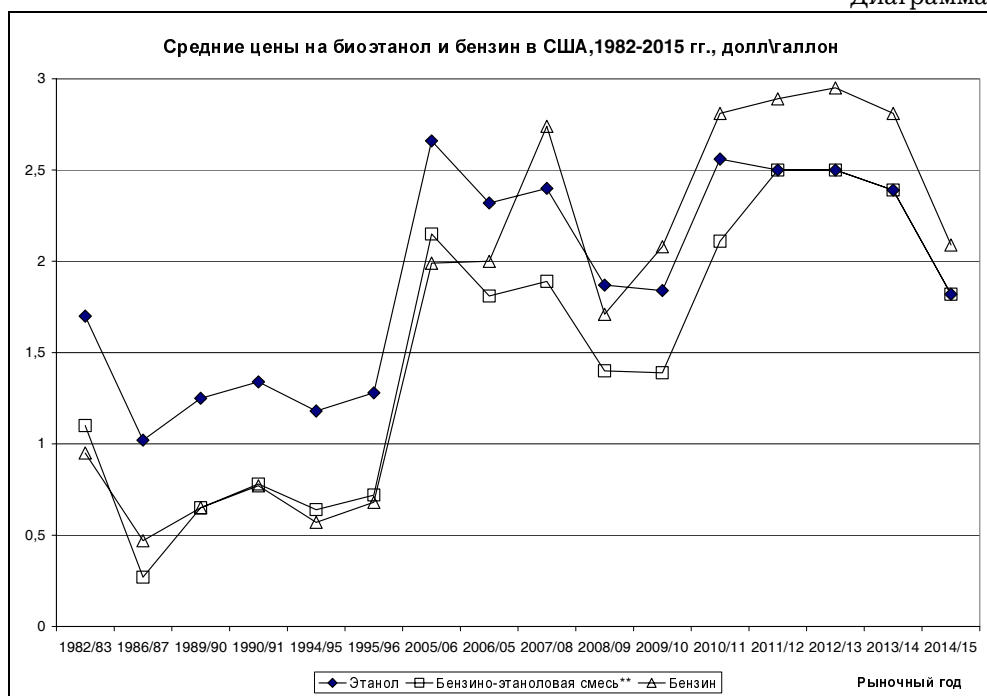
Расширенная Программа платежей за биотопливо (*Advanced Biofuel Payment Program*) стимулирует производство биотоплива из непищевых источников за счёт выплат на общую сумму около 286 млн. долл. В программе принимают участие более 300 компаний 47 штатов, которые производят биотопливо не из кукурузы.

Помимо реализации программ стимулирования биоэнергетики МСХ инвестировало около 1 млрд. долл. в виде субсидий, кредитов и гарантий по кредитам в фонд поддержки более 230 проектов получения энергии из древесных отходов по всей стране.

Ценовая конкурентоспособность биотоплива

Одним из решающих факторов, влияющих на перспективы производства и использования биотоплива, является его ценовая конкурентоспособность. Соотношение цен на традиционные виды топлива и биотопливо, особенно этанол, позволяет надеяться на хорошие перспективы последнего.

Диаграмма 1



* Средняя цена за год, рыночный год – с сентября по август.

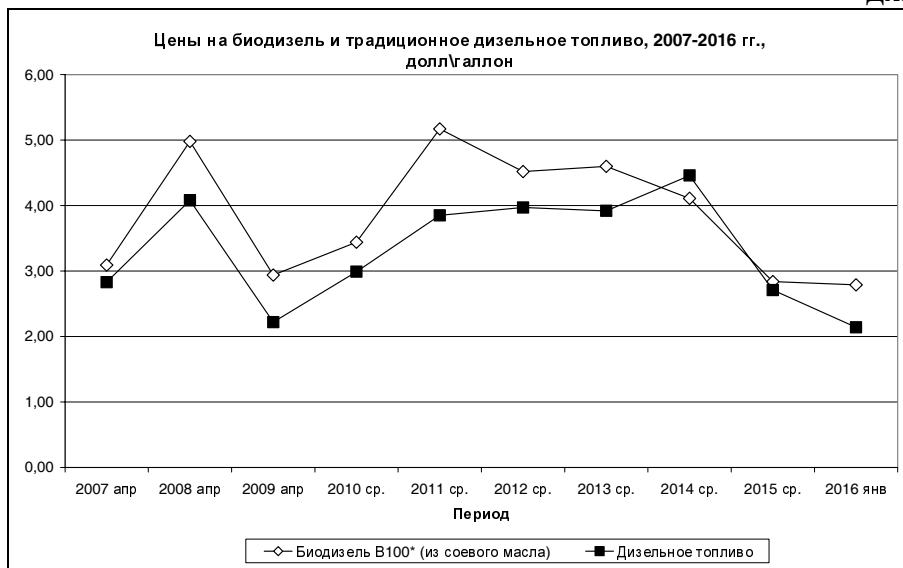
** Цена на бензино-этаноловую смесь – с учётом налоговой льготы. Размер налоговой льготы до 1990 г. составлял 0,60 долл./галлон, до 2008 г. – 0,51 долл./галлон, в 2009–2011 гг. – 0,45 долл./галлон.

Составлено по: Tomas Capenhavt. U.S. Bioenergy Statistics. USDA. EES. Available at: www://ers.usda.gov./data-products/us-bioenergy-statistics (accessed: 16.06.2016).

По данным МСХ, если в 80-е годы цены на биоэтанол почти вдвое превышали стоимость бензина, то начиная с 2009 г. они стали значительно ниже цен на бензин (диагр. 1).

Что касается биодизеля, то розничные цены на чистый биодизель B100 в настоящее время существенно выше, чем на углеводородный (диагр. 2). Но американский транспорт практически не использует B100, а применяет дизельные смеси, что делает их конкурентоспособными.

Диаграмма 2



* Цена биодизеля – в Иллинойсе, Индиане, Огайо.

Составлено по: Tomas Capenhavt. U.S. Bioenergy Statistics. USDA. EES. Available at: www://ers.usda.gov./data-products/us-bioenergy-statistics (accessed: 16.06.2016).

По данным МСХ, если в 80-е годы цены на биоэтанол почти вдвое превышали стоимость бензина, то начиная с 2009 г. они стали значительно ниже цен на бензин (диагр. 1).

Научное сообщество широко обсуждает вопрос о перспективах производства биотоплива в условиях падения мировых цен на нефть. Когда нефть стоила дороже 100 долл./баррель, использование биотоплива было реальной перспективой, теперь оно не может конкурировать по цене с традиционными видами сырья. Особенно чувствительным удар от снижения цен на нефть оказался для биодизельной отрасли. Многие предприятия остановили работу из-за отсутствия спроса на их продукцию. Из-за снижения цен на нефть традиционное топливо стало дешевле биодизельного.

В нынешней ситуации единственным стимулом для развития производства электромобилей и биотоплива остаются экологические нормативы.

Таким образом, решение США освободиться от нефтяной зависимости, которая превращается в угрозу национальной, экономической и экологической безопасности страны, привело к бурному развитию биоэнергетики. Согласно

расчётам Службы экономических исследований МСХ, ожидается, что к 2022 г. импорт нефти в США снизится на 16–17% за счёт производства этанола⁹.

Альтернативное жидкое моторное топливо можно вырабатывать из десятков, если не сотен видов сырья: от древесных отходов в виде опилок и остатков деревянных конструкций до сельскохозяйственных отходов – стеблей кукурузы, пшеничной соломы, а также из энергетических культур – быстрорастущих трав, кустарников, деревьев, которые выращивают специально в качестве исходного материала. Стоимость подобного сырья невелика – 40–50 долл. за энергетический эквивалент барреля нефти. Ресурсы его не ограничены, а его производство не связано с производством продовольственных культур, поскольку растут энергетические культуры на землях, не используемых в сельскохозяйственном производстве. Причём целлюлозную биомассу можно использовать не только для получения биоэтанола, но также обычного бензина, топлива для дизельных и ракетных двигателей.

По результатам исследования, проводившегося в последние десять лет МСХ и МЭ США, потенциал производства целлюлозного сырья составляет 1,3 млрд. т в сухом виде. При этом производство продовольствия, кормов и экспорт сельскохозяйственной продукции не пострадают.

Влияние биоэнергетики на сельское хозяйство

Несмотря на интерес мирового научного сообщества и бизнеса к биоэнергетике, в мире нарастают опасения в отношении возможных негативных последствий её развития для аграрного сектора. Самым главным из них является то, что расширение площадей под биоэнергетическими культурами может произойти за счёт сокращения продовольственных, что приведёт к снижению производства продовольствия и росту цен на продукты питания. При этом никто не отрицает, что биоэнергетика обладает огромным потенциалом, позволяющим оздоровить сельскую экономику, снизить уровень бедности. Странам, имеющим достаточно высокий сырьевой потенциал для производства биотоплива, это может дать импульс для оживления экономики, они получают дополнительную возможность решить свои экономические и социальные проблемы.

Несмотря на то что доля биотоплива в объёмах используемого моторного топлива сегодня ограничена 10%, биоэнергетика фактически стала специализированным направлением развития аграрного сектора США. Роль аграрного сектора в экономике будет возрастать как вследствие необходимости обеспечивать продовольственную безопасность, так и по причине роста мирового спроса на альтернативное возобновляемое топливо и его использования в США. Согласно Стандарту на возобновляемое топливо, к 2022 г. доля биотоплива в общем потреблении моторного топлива в стране должна вырасти до 25%.

Существует много факторов, которые определяют степень воздействия производства биотоплива на сельскохозяйственные рынки*. Среди них:

⁹ Gehlhar Mark, Winston Ashley, Somwaru Agapi. 2010. *Effects of Increased Biofuels on the U.S. Economy in 2022*. ERS Report Summary. USDA. October. Available at: www.ers.usda.gov/publications/err102 (accessed: 16.06.2016).

- ❖ темпы национального и глобального экономического роста;
- ❖ цены на нефть, бензин и этанол;
- ❖ эффективность производства этанола из целлюлозы и других альтернативных источников энергии;
- ❖ появление новых технологий переработки, которые позволят более эффективно использовать отходы производства этанола;
- ❖ урожайность кукурузы, соевых бобов и других культур, идущих на производство биотоплива.

Действительно, с одной стороны, развитие производства биоэнергетики способствует снижению зависимости страны от импорта нефти и коренному преобразованию сельского хозяйства. Уже сейчас резко возросли доходы производителей энергетических культур, увеличилось производство продукции растениеводства, выросли инвестиции в сельские регионы за счёт строительства заводов по производству биотоплива. Однако, с другой стороны, в США практически все земли, пригодные для выращивания сельскохозяйственных культур, используются в аграрном производстве. Поэтому изъятие части земель для выращивания энергетических культур способствует росту цен на фуражное зерно, сою и продовольствие. Эксперты ФАО неоднократно указывали на прямую связь между ростом рынка биотоплива и колебаниями цен на продовольствие.

Объёмы использования кукурузы для производства этанола быстро растут. С 2000 по 2014 г. доля кукурузы, идущей на производство этанола, увеличилась с 6,5 до 38% в структуре её использования, доля соевого масла – с 0,3 до 23% за тот же период.

Одновременно наблюдался значительный рост цен на кукурузу, другие виды зерна, соевое и другие виды растительного масла. За 2000–2014 гг. цены на кукурузу выросли в 2 раза, с 72,83 долл./т до 145,66 долл./т (не считая скачка цен до 271,24 долл./т в период засухи 2012–2013 гг.)¹⁰. Рост цен на кукурузу спровоцировал повышение цен на другие виды зерновых и соевые бобы. К примеру, фермерские цены с 2000 по 2014 г. выросли следующим образом:

- на пшеницу – с 96,2 долл./т до 220,09 долл./т.
- сорго – с 74,40 долл./т до 158,65 долл./т,
- ячмень (все типы) – с 96,91 долл./т до 243,42 долл./т,
- овес – с 75,78 долл./т до 221,15 долл./т,
- соевые бобы – с 166,81 долл./т до 477,66 долл./т (в 2013 г.)¹¹.

В дополнение к этому рост производства биотоплива оказывает существенное влияние на животноводство за счёт роста стоимости кормов. Негативные последствия увеличения цен на сельскохозяйственную продукцию нивелирует появление на рынке новых кормов, полученных в качестве побочного

* Выступление К. Коллинза, главного экономиста Минсельхоза США перед заседанием Комитета Сената по сельскому хозяйству, по вопросам питания и лесному хозяйству 10 января 2007 года.

¹⁰ Feed Grains Database: U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. Available at: <http://www.ers.usda.gov/Data/feedgrains>. (accessed: 5.05.2016).

¹¹ Tomas Capehant. U.S. Bioenergy Statistics. USDA. EES. Available at: www://ers.usda.gov./data-products/us-bioenergy-statistics.

продукта при переработке кукурузы в этанол. Из каждой тонны кукурузы можно получить 330 кг сухого экстракта – барды. Она выступает как эффективный заменитель кукурузы в кормовых рационах для животных. Причём, использование 1 т барды снижает использование кукурузы в кормах на 700 кг.

В то же время производство биотоплива второго поколения, применяющего сырьё из отходов лесного хозяйства, бытовых и промышленных отходов, практически не создают конкуренции за сельскохозяйственные ресурсы.

При этом, по подсчётам Федерального агентства по охране окружающей среды, отмена этаноловой составляющей в бензине снизит цены на кукурузу лишь на 1%, т.е. свидетельств "жесточкого экономического вреда" от применения смешанного бензина не выявлено и оснований для отказа от его применения нет¹².

* * *

Материал, изложенный в настоящей работе, позволяет сделать следующие выводы:

1. Важнейшим движущим фактором поддержания высокого уровня продовольственной безопасности государства в современном мире является активное использование достижений научно-технического прогресса в сельском хозяйстве.

2. Динамичное развитие аграрного сектора США на протяжении последнего столетия во многом обязано применению на практике достижений НТП и происходило, в зависимости от преимущественно используемых в определённый период времени достижений науки и техники, в несколько этапов, получивших своё специфическое название.

3. Механизм влияния НТП на продовольственную безопасность состоит в улучшении, вследствие применения технических и технологических новшеств, качества, прилагаемого к природным ресурсам производственного капитала. Это неизменно отражалось на урожайности сельхозкультур и продуктивности сельскохозяйственных животных, что обеспечивало высокую динамику внутреннего аграрного производства.

4. Механизм влияния на аграрное производство и, в конечном счёте, поддержание продовольственной безопасности, биотоплива отличается от "традиционных" инноваций в сельском хозяйстве. Оно обусловлено в первую очередь стабилизацией экономического состояния фермерского сектора, вследствие роста цен на сельхозпродукцию. Последнее имело место как результат значительного роста спроса на сырьё для производства биотоплива.

5. Производство биотоплива (биоэтанола и биодизеля) за последние полтора десятилетия имело беспрецедентный рост. Лишь отчасти он был обусловлен повышательными тенденциями на мировом рынке нефти, но, несомненно, в гораздо большей степени – целенаправленной государственной политикой поддержания этого сектора экономики.

6. Будущее биотоплива связывают, в первую очередь, с внедрением технологических новшеств и началом производства биотоплива второго и третьего

¹² U.S. Energy Information Administration. Available at: http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=biofuel_ethanol_use (accessed: 10.07.2016).

поколений. Это станет ответом на всё возрастающую в обществе критику широкого использования продовольственных ресурсов для производства промышленных товаров, что, по мнению её авторов, в мире, где сотни миллионов людей недоедают, не соответствует общепризнанным гуманным человеческим нормам.

The Influence of Science and Technical Progress on Food Security (a Case Study of Bioenergy Development in the U.S. Agriculture)

(USA ❖ Canada Journal, 2017, No. 1, p. 54-74)

Received 24.09.2016.

OVCHINNIKOV Oleg Grigorievich, the Institute for the U.S. and Canadian Studies, Russian Academy of Sciences (ISKRAN). 2/3 Khlebny per., Moscow 121069, Russian Federation (*olego-2005@yandex.ru*).

On the example of the United States one of the modern trend of scientific and technological progress (STP) in the agricultural sector of the U.S. – biofuel production, as well as its impact on the food security of the country is considered. Bioenergy is the next stage of STP, along with mechanization, computerization and chemicalization. Although its impact on the agricultural sector of the U.S. at the beginning of the XXI century is just beginning to emerge, it is already an indubitable and significant. The work carried out qualitative and quantitative assessment of such influence. In this connection, an analysis of the structure of production, consumption trends and issues related to biofuel production is presented. Attention is paid to the promising areas in this direction of STP, in particular activity on the creation of the third-generation biofuels. In the past several decades, the US government plays a critical role as a catalyst for the introduction of the achievements of scientific and technical progress in the practice of agricultural production. Bioenergy is no exception. Therefore, the analysis focuses on how the state's role in the development of this direction of scientific and technical progress as a whole, as well as consideration of some specific elements of the state policy.

Keywords: *USA, agrarian sector of economy, agriculture, national food security, food and agricultural policy, biofuel, bioethanol, biodiesel.*

About the author:

OVCHINNIKOV Oleg Grigorievich, Doctor of Sciences (Economics), Head of Department.